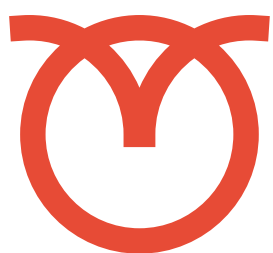


TARTALMI KIVONATOK

35. OTDK Műszaki Tudományi Szekció

Széchenyi István Egyetem

Győr 2021. április 22-24.



OTDK

35. ORSZÁGOS
TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI
KONFERENCIA 2021



**SZÉCHENYI
EGYETEM**
UNIVERSITY OF GYŐR



SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM

**35. ORSZÁGOS TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI
KONFERENCIA**

MŰSZAKI TUDOMÁNYI SZEKCIÓ

TARTALMI KIVONATOK



**GYŐR
2021. ÁPRILIS 22-24.**

FŐVÉDNÖKÖK



NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

A 35. OTDK Műszaki Tudományi Szekciója az Innovációs és Technológiai Minisztérium támogatásával a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal közreműködésével a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból valósult meg.

Szervezőbizottság

Ügyvezető elnök: **Dr. Kuczmann Miklós**

Ügyvezető társelnök: **Dr. Hanula Barna, Dr. Horváth Balázs, Dr. Wersényi György**

Ügyvezető titkár: **Dr. Buruzs Adrienn, Dr. Hegyháti Máté, Dr. Kegyes-Brassai Orsolya**

Hallgatói képviselő: **Harangozó Dóra, Hollósi János, Gosztola Dániel**

Határon túliak részvételéért felelős munkatárs: **Dr. Kegyes-Brassai Orsolya**

Középiskolások részvételéért felelős munkatárs: **Dr. Fehér András**

Roska Tamás Tudományos Előadásért felelős munkatárs: **Dr. Hegyháti Máté**

Pénzügyi felelős munkatárs: **Burján Dóra, Kalmárné Varga Katalin**

Online felelős munkatárs: **Ajtayné Károlyfi Kitti, Hollósi János, Rajkai Ádám**

Sajtó kapcsolatokért és média kommunikációért felelős munkatárs: **Hancz Gábor, Winkler Csaba**

Általános szervezésben segítő munkatárs: **Dr. Konczosné Dr. Szombathelyi Márta, Zentai Effi**

Szervezésért felelős munkatárs: **Csábi Béla, Dr. Dogossy Gábor, Dr. Lendvai László**

MaxWhere VR-tér felelős munkatárs: **Dr. Horváth Ildikó**

Impresszum

Felelős kiadó: **Dr. Földesi Péter** rektor

Felelős szerkesztő: **Dr. Dogossy Gábor, Dr. Kuczmann Miklós, Dr. Lendvai László**

ISBN 978-615-5837-85-2

TÁMOGATÓK



Audi
Hungaria



WING



ALPROSYS



ENGINEER
INSTRUMENTS

FÜMTERV

GEOPlan



GHETTO GYM



MAGYAR HEGESZTÉSI EGYESÜLET



MÁV-VOLÁN CSOPORT



NOKIA



VIBROCOMP



TARTALOMJEGYZÉK

REKTORI KÖSZÖNTŐ.....	16
AZ OTDK, AZAZ AZ ORSZÁGOS TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI KONFERENCIA	17
„ÉNEKELJETEK AZ ELMÉTEKKEL”	18
A 2021-ES DÍJ NYERTESE.....	20
ADDITÍV TECHNOLÓGIÁK.....	22
3D nyomtatott PLA és ABS kompozitok hőtani és elektromosságtani vizsgálata	23
3D nyomtatott rétegek közötti adhézió kísérleti vizsgálata	24
Additív fémnyomtató szerszámgépek	25
Ergoterápiás segédeszköz fejlesztése 3D nyomtatott technológiával.....	26
FDM 3D nyomtatott alkatrészek gyártásának szoftveres optimalizálása	27
Hangszóró forma- és akusztikai tervezés 3d nyomtatás segítségével.....	28
Ráfröccsöntéssel készült alkatrész szimulációs modelljének létrehozása	29
RepRap 3D nyomtató tervezése, kivitelezése, tesztelése és minőségi vizsgálata	30
ALKALMAZOTT SZÁMÍTÁSTECHNIKA.....	31
Automatizált Gyógyszer Adagoló	32
Egyetemi hallgatók lemorzsolódásának vizsgálata asszociációs szabályokból visszavezetett túlélés elemzéssel.....	33
Mikroglia sejtek automatizált morfológiai elemzése mikroszkópos rétegfelvételeken.....	34
Folyamat teljesítmény mérő keretrendszer és folyamat bányászat.....	35
Statikus keverő GPU-val gyorsított DEM szimulációja	36
Tereptárgy digitalizálása ipari drón segítségével	37
Xilofon rezgésakusztikai modellezése.....	38
ÁLTALÁNOS ANYAGTUDOMÁNY	39
Átmeneti fémekkel adalékolt vegyesoxidok szintézise katalizátorhordozók fejlesztése céljából	40
Hőhatásövezet direkt és indirekt szerkezetvizsgálata amorf lágymágneses anyagok lézeres vágása után..	41
Nedvesítési szög vizsgálata víz esetére csendes villamos kisüléssel kezelt fém es műanyag felületeken, valamint magvakon	42
Mágneses ioncserelő gyanta adszorpciós tulajdonságainak vizsgálata	43
Megnetit és maghemit nanorészecskék szintézis módszerének optimalizálása.....	44
Mikroszerkezeti folyamatok vizsgálata deformált polikristályos alumínium rendszerekben.....	45
PHSRN polipeptid oldat hatása a HeLa sejtek adhéziójára.....	46
Speciális hengerlési technológia jellemzőinek feltárása.....	47
Szimulált radioizotópok immobilizációjának vizsgálata alkáli aktivált szervesetlen polimerekben	48
AUTONÓM JÁRMŰVEK 1.....	49
Autonóm járművek navigációja vizuális odometrián alapuló SLAM algoritmus segítségével.....	50
Autópálya haladás megvalósítása megerősítéses tanulás alkalmazásával	51
Cél megközelítés lidar szenzor információk alapján gépi tanulással	52
Development of cell phone application to improve pothole detection system	53
Járműtesztelésben használatos zavarócélú objektum vezérlése járműipari szimulációs szoftver alapján...	54
Megerősítéses tanulás és MCTS integrálása trajektória követés esetére	55
Moduláris szenzorfüzió fejlesztése autonóm járművek környezetérzékelésének támogatására.....	56
Vezérlőegység ADAS fejlesztéshez	57

AUTONÓM JÁRMŰVEK 2.....	58
Autonóm vonalkövető és útvonaltervező mobilis robot tervezése és kivitelezése	59
Formula Student versenyautó nemlineáris trajektóriaszabályozása	60
Járművek sávváltási manőverének tervezése autópálya felhajtó környezetében prediktív irányítással	61
Mezőgazdaságban használt autonóm robotok felszíni navigációjának lehetőségei	62
Önvezető versenyautó környezetérzékelésének fejlesztési kamera alapon, konvencionális megoldásokkal	63
Error-state Kalman Filter Based Runway-Relative Positioning of Aircraft with IMU-Camera-Barometric Data Fusion.....	64
Robot tengeralattjáró építése	65
BIOMECHNIKA, BIOMECHATRONIKA	66
Az emberi futás szabályozott tömeg-rugó modelljének stabilitásvizsgálata	67
Daganatos csigolya eltávolítását követő műtéti rekonstrukciók végeselemes vizsgálata.....	68
Edzőtermi sportolóknak szánt mérőeszköz fejlesztése, a gyakorlatvégzés minőségi javítására	69
Elektromechanikus kézfej protézis elektronikai fejlesztése, működésének tesztelése, fogások vizsgálata.	70
Felső végtag antropometriai paramétereinek meghatározása és mozgásának modellezése két robotkaros gyógytornáztatás esetében	71
Magyar néptáncosok biomechanikai vizsgálata: fáradás hatása kalocsai mars táncra	72
Viselhető, exoskeleton-alapú humán-gép interfész tervezése a kéz mozgásának kódolására, ügyes robotok teleoperációjához.....	74
ELEKTRONIKAI ÉS SZÁMÍTÁS-TECHNIKAI ESZKÖZÖK	75
Akusztikus teszterendezés	76
Arduino alapú 2D számítógépes numerikus vezérlőgép fejlesztése.....	77
Beléptetőrendszer Arduino segítségével	78
Differenciálhajtású tereprobot szimulációs kérdései	79
Komplex jelek feldolgozása egyedi memrisztorok, és pár memrisztorból készített döntéshozó hálózatok szimulációjával	80
Látványtechnikai galvoszenkeres lézershow projektorok képalkotásának támogatása DSP processzorral	81
Mindenki számára elérhető okos otthon.....	82
Saját tervezésű, RISC processzor megvalósítása és tesztelése FPGA áramkörön	83
Színpadtechnikai fejlesztések	84
ÉPÍTÉSZET	85
A 3D beton nyomtatási technológia összehasonlítása a monolit vasbeton építési móddal gazdaságossági szempontból.....	86
A Balaton mindenkié / A '60-as, '70-es évek balatoni szállodaépítészete	87
A kihasználatlan és dekadenciára ítélt területek fejlesztése	88
A.U.T.O.N.O.M.I.A.	89
Formáljunk fejlesztéssel! Gyermek mozgásának fejlesztési lehetőségei építészeti téri elemek segítségével	90
Kapcsolt gerébtokos ablak felújítása	91
New quality of creative and public spaces. Connection between the arts and architecture.....	92
ÉPÍTÉSZETTÖRTÉNET	93
A Confessiones építészeti szemmel.....	94
Az egri vár különleges kerengője	95
Háztól városig - A camdeni szociális lakásépítés.....	96
Ismeretlen értékeink - XIX.-XX. századi magyarországi téglaszártó színek vizsgálata	97
Kelet és Nyugat határán – Az Árpád-kori rotundák kapcsolatai Európa építészetében	98
Késő középkori falusi templomépítészet a Balaton körül	99

„Szocreál” lakótelepek a XXI. században	100
ÉPÜLETGÉPÉSZET	101
A BME Oktatóreaktorán végzett mérések modellezése a DIREMO, végeelem-módszeren alapuló diffúziós kóddal	102
A fenntartható vízellátás esetei a közművel nem rendelkező területeken	103
A vonalmenti hőveszteségek számítási eljárásainak összehasonlítása	104
Energiatanúsítási sémák értékelő elemzése és fejlesztési javaslat kidolgozása	105
Grafitos expandált polisztirol hőtechnikai tulajdonságainak vizsgálata	106
Hűtőközegek megfelelőének vizsgálata az R410A rendszerhez viszonyítva.....	107
Irodaépület üzemeltetésének optimalizációja dinamikus szimulációval	108
Klíma válság? Passzív hűtés!	109
ÉPÜLETSZERKEZETEK	110
A Hassan Fathy-féle boltozatok tönkremenetelének és sérüléseinek lehetséges okainak vizsgálata a New Gourna-i épületeken	111
A Stoczek menza akusztikai rehabilitációja	112
Falazott hídszerkezetek dinamikai vizsgálata mozgó teherre.....	113
Hidegen Hengerelt C Idomacélokból Összetett Szelvények Gyenge Irányú Hajlítási Merevségének Valóságszerű Modellezése	114
Rendkívül hatékony öngyógyító beton, amely megfelel a különleges követelményeknek	115
Mérnöki építmények állékonyságvizsgálata kombinált roncsolásmentes módszerekkel	116
Századközepi modern épületek mai kornak megfelelő szerkezeti kialakításokkal	117
Szuper hőszigetelő anyagok alkalmazása műemlék épületeknél.....	118
ÉPÜLETSZERKEZETI ANYAGOK VIZSGÁLATA	119
Acélbetétek tapadásának numerikus modellezése repedésmentes betonban.	120
Átszellőztetett homlokzatburkolatok rögzítőrendszereinek épületfizikai elemzése	121
Beton adalékanyagok halmaztömörségének vizsgálata.....	122
Cementkötésű anyagok kémiai ellenállóképességének vizsgálata, a módszerek átfogó összehasonlítása	123
Cementkötésű anyagok kémiai korróziójának és ellenállóképességének tanulmányozása	124
Falazati szilárdság megítélésének módszerei: roncsolásmentes és kombinált módszerek.	125
Szálerősített alkáli aktivált cement kompozitok előállítása és vizsgálata.....	126
Több pontban terhelt térsztrahidak tervezése	127
Újrahasznosított adalékanyagú betonok nyomószilárdsága a mérrethetés figyelembevételével	128
FAIPARI ÉS KÖNNYŰIPARI TECHNOLÓGIÁK	129
Faanyagok színállóságának növelése nanorészecskékkel	130
Faanyag rostirányú tömörítése és fixálása a gombabontási vizsgálatokat megelőzően, valamint a legmagasabb tömörítési arány meghatározása.....	131
Földrengésbiztos balsafatorony optimalizálása és viselkedésének előrejelzése.....	132
Különböző faanyagok Janka-keményységének összehasonlító vizsgálata különös tekintettel a nedvességtartalom és az anatómiai irányok befolyásoló hatására	133
Nemesnyárak hamutartalmának és fűtőértékének változékonysága.....	134
Rostirányban tömörített faanyag alakváltozása hosszú idejű, folyamatos terhelés mellett	135
TDM vizsgálattal való termékminősítés kockázati alapú értékelése.....	136
FÉMEK VIZSGÁLATA 1	137
AlSi ötvözet szövetszerkezetének jellemzése a félfolyamatos öntéskor kialakuló kristályosodási paraméterek függvényében.....	138
Alumínium ötvözetek félfolyamatos öntésének szimulációja, az öntési paraméterek hatásának vizsgálata	139

Az acél kovácstűzbeli elégésének metallurgiai háttere – damaszkolt anyagokon kialakuló felületi hibák magyarázata	141
Járműipari lemezek elvékonyodásának vizsgálata	142
Tetoválótűhegyek károsodása.....	143
Többkomponensű ötvözetű vékonyrétegek elektrokémiai leválasztása és mikroszerkezetének jellemzése	144
Ultravékony fémüveg szalag mechanikai tulajdonságainak jellemzése	145
Zárványok az acélban különös tekintettel az ISD Dunaferre acélgyártási folyamatára	146
FÉMEK VIZSGÁLATA 2	147
Adhéziós kötéstechológia szilárdságnövelése a topográfia módosítása és határfelület aktiválása által..	148
Alumínium mátrixú, kerámia gömbhéjjal töltött bimodális fémhabok gyártása és vizsgálata	149
Dekarbonizáció mérése roncsolásmentes módszerrel-, avagy a központ nélküli diffraktométerek új alkalmazása.....	150
Betétédzés kísérleti és numerikus vizsgálata	151
Járműipari vékonylemezek anizotróp szilárdsági és képlékenységi jellemzőinek vizsgálata	152
Melegalakító szerszámacélon kialakított karbonitridált réteg mikroszerkezetének optimalizálása további PVD bevonatoláshoz	153
Replika alkalmazása és fejlesztése ipari kazánok roncsolásmentes vizsgálatánál.....	154
Vasúti sín head check repedéseinek vizsgálata végeselemes módszerrel.....	155
FÉMES ANYAGTUDOMÁNY	156
Alumíniumolvasztási salakokból történő termo-mechanikus fémkinyerés karbonát adalékos sókeverékek alkalmazásával.....	157
Hőkezelés hatása funkcionális szintaktikus fémhabok tulajdonságaira	158
Központ nélküli röntgen diffraktométerek alkalmazása felületkezelési eljárások minősítésére	159
Különböző összetételű homokkeverékek vizsgálata Cold-box eljárás esetén	160
Roncsolásmentes vizsgálatok a vegyiparban.....	161
Szemcseszórás és plazmanitridálás, mint duplex felületkezelési technológia.....	162
Térben középpontos kockarácsú fémek fülesedésének becslése röntgendiffrakciós textúramérések alapján	163
Titán mentes szemcsefinomítási technológia fejlesztése Al-Si öntészeti ötvözetek számára	164
FORGÁCSOLÓ TECHNONLÓGIÁK.....	165
Esztergálási folyamat stabilitása periodikus axiális erővel terhelt, karcsú munkadarabok megmunkálása esetén	166
Korrózióálló duplex acél forgácsolhatósági vizsgálata korszerű PVD bevonatos szerszámmal	167
Minimális leválasztható rétegvastagság meghatározása ellenirányú marással.....	168
Nikkel-bázisú szuperötvözetek megmunkálhatósága	169
Szerszámtartam előrejelzések kísérleti és analitikus módszerek alapján	170
Tömbelektródás szikraforgácsolás kísérleti vizsgálata mikrogeometriai jellemzők alapján	171
UD-CFRP kompozitok furatforgácsolási technológiáinak fejlesztése és kísérleti vizsgálata	172
Újrahasznosított és újonnan gyártott szénszál erősítőanyagú polimer kompozitok összehasonlító forgácsolhatósági vizsgálata	173
GEODÉZIA	174
A balatonakarattyai magaspart állékonyságának elemzése	175
Ingatlan-nyilvántartási térkép felújítása pontfelhő segítségével.....	176
Mobil térképező platform építése és programozása	177
Nagyméretarányú térképezés mérési technológiáinak összehasonlító vizsgálata	178
Rézsűk állékonyságának vizsgálata statisztikai módszerekkel.....	179
Szenoidmeghatározás GRAIL Mérések Alapján.....	180
Tárgyszkenelési technológiák összehasonlító elemzése.....	181

Útburkolat felmérés pontfelhő technikákkal	182
GÉPÉSZETI ENERGETIKA ÉS ÁRAMLÁSTAN.....	183
Aeroelasztikus szárnymodell analitikus és numerikus vizsgálata	184
Bemenő paraméterek részletezettségének hatása az épületenergetikai szimulációk eredményére.....	185
Biológiai folyamatok modellezése vízellátó rendszerekben.....	186
Mérés-alapú előtervezési irányelvek axiális ventilátor-lapátokról leúszó örvények figyelembe vételére.	187
Műanyag hulladék keverékek pirolízise folyékony üzemanyagok előállítása céljából.....	188
Organikus Rankine körfolyamat érzékenységvizsgálata	189
Pirolízis olaj szakaszos, vákuum rektifikáló berendezésének beüzemelése és vizsgálata.....	190
Propilén-propán szplitterek hőszivattyús kialakításainak vizsgálata.....	191
GÉPGYÁRTÁSTUDOMÁNY ÉS TECHNOLOGIA 1.....	192
Abrázív vízvágás numerikus modellezése.....	193
Alkatrész gyártási idejének becslése neurális háló segítségével	194
Aszinkron motorok diagnosztikai módszerei	195
Evolvens csiga gyártási pontosságának vizsgálata kinematikai modell segítségével.....	196
Fúrás optimalizálás a "myNCT" fejlesztésével	197
Hajtott szerszámtartó tervezése	198
Hegesztő robotok telepítésének biztonsági kérdései	199
Homlokmarási technológia hőkamerás elemzése a fordulatszám változtatásával.....	200
GÉPGYÁRTÁSTUDOMÁNY ÉS TECHNOLOGIA 2.....	201
A Creality Ender-5 3D nyomtató szerkezeti hibái, és ezek korrigálása	202
Axiális csapágyszerelésének optimalizálása turbófeltöltő összeszerelő soron.....	203
Fröccsöntő gyártócella ciklusidejének csökkentése	204
Gyártásfejlesztés a 8D és FMEA összekapcsolásával.....	205
Inverz posztprocesszor fejlesztése, programozása és validálása 2D-s esztérgálási és 2,5D-s marási környezetben.....	206
Lokális hálónomítási eljárás fejlesztése fröccsöntési szimulációs alkalmazásokhoz.....	207
Szerszámgéprezések csillapítása passzív piezoelektromos rendszerrel.....	208
GÉPI TANULÁS ÉS KÉPFELDOLGOZÁS	209
An End-to-End Deep Learning Model for Copy-Move Forgery Detection and Localization.....	210
Arcfelismerő rendszer kliens-szerver architektúra alapon	211
Deep Learning alapú P300 jelfeldolgozás beágyazott környezetben	212
Kézgeometria és tenyérfelismerés alapú biztonsági beléptetőrendszer.....	213
Különböző gépi tanulási algoritmusok optimalizálása és összehasonlítása napelemparkok statisztikai alapú termelés előrejelzésére.....	214
Optikai karakterfelismerő mesterséges intelligencia és szöveganalitika alapú intelligens rendszer megvalósítása banki környezetben	215
Polimer felület spektrális reflexióján alapuló anyagfelismerés, gépi tanulás használatával	216
Térfogati égés optikai vizsgálata és mesterséges intelligencia alapú elemzése.....	217
Városi buszok útvonaltervezése mesterséges intelligencia módszerekkel	218
GÉPTERVEZÉS 1.....	219
Anguss eltávolító szerszámgép tervezése.....	220
Automatizált stiftelő sor koncepcionális tervezése.....	221
Bemutató és oktató robot tervezése elmozdulás arányos vezérléssel	222
Dobkemenye futógyűrűjének javítására alkalmas célgép tervezési kérdéseinek kutatása.....	223
Iveco Trakker tehergépjármű felépítményének tervezése	224
Kerámiaipari robot gépészeti tervezése	225
Rugalmasan elhelyezhető tengelyű sűrített levegős motor tervezése	226

GÉPTERVEZÉS 2.....	227
CNC vezérelt prototípusgyártó berendezés tervezése	228
Energiahatékony és moduláris felépítésű pneumatikus töltőállomás tervezése	229
Házi ponthegeztő berendezés tervezése és gyártása	230
Hengeres porleválasztó hatékonyságának növelése	231
Kis teljesítményű lineáris hajtásrendszer fejlesztése és megvalósítása	232
Napkövető napelem mozgó szerkezet tervezése.....	233
Szövetekercselő egység tervezése	234
HABOK ÉS KOMPOZITOK	235
Alumínium habbal erősített szerkezeti anyago fejlesztése	236
A töltőanyag méretének és térfogatarányának hatása a bimodális kompozit fémhabok mechanikai tulajdonságaira.....	237
Bazaltszál és kompozitjai emelt hőmérsékletű környezetben történő alkalmazhatóságának elemzése.....	238
Biopolimer alapú habok tulajdonságainak módosítása hőkezelési eljárással.....	239
Egyéjcellából felépített próbatest mechanikai vizsgálata	240
Hőaktuált alakváltó kompozitok fejlesztése	241
Geopolimer-duzzasztott perlit kompozit előállítása és tulajdonságainak vizsgálata.....	242
Üvegszövet erősítésű kompozit lapok deformációjának és tönkremenetelének szálkötegcella-alapú modellezése	243
IPARI TERMÉK- ÉS FORMATERVEZÉS.....	244
Alternatív fogkrém csomagolások.....	245
Az Arduino elektronikai fejlesztőplatform oktatási lehetősége a terméktervező képzésben	246
Egészségügyi távfelügyeleti karpánt megvalósítása LoRaWAN technológiával.....	247
Első szoftverhasználatot segítő (user onboarding) megoldások hatékonyságának vizsgálata.....	248
Inhalátor design	249
Kollekció a slow fashion jegyében.....	250
Reflexiók beltéri lámpa.....	251
Tovább, tovább, elfogadom, futtatás, avagy az egyetemi licenszű szoftverek telepítési nehézségei	252
IVÓVÍZELLÁTÁS ÉS SZENNYVÍZ-KEZELÉS	253
Csongrádi szennyvíztelep üzemeltetési kihívásai.....	254
Egészségügyi intézmény belső vízhalózatának mikrobióta vizsgálata API teszttel	255
Házi szennyvíztisztító tisztított vizének ökotoxikológiai vizsgálata	256
Különböző szennyvíz iszapok agglomerálhatóságának vizsgálata a termikus hasznosíthatóság vonatkozásában.....	257
Kereki-Pusztaszemes települések regionális rendszerre történő rákötésének megvalósíthatósága	258
Potenciális kezelési megoldások elemzése háztartási mosóvizek újrahasználata céljából	259
Sőripari szennyvíztisztító állomás matematikai modellezése.....	260
Szén nanocső kompozitokkal módosított membránfelületek alkalmazása az olajszennyezett vizek hatékony tisztítására	261
JÁRMŰGÉPÉSZET.....	262
Első szárny tervezése egy Formula Student versenyautóra	263
Gázturbinák befecskendezés vizsgálata – magas nyomáson	264
Indirekt gumiabroncs-nyomás monitorozó rendszerek vizsgálata.....	265
Kapacitásbővítés öves légrugó termékekkel.....	266
Kisegítő berendezés ergonómiai szempontjai	267
Lengéscsillapító vizsgálata személygépjárműben	268
Motorkerékpár futóművének vizsgálata	269
Szilikonolaj alkalmazása torziós rezgéscsillapítókban	270

KÖRNYEZETMÉRNÖK 1.....	271
Biogázüzemi technológia biológiai aktivitásának nyomonkövetése enzimaktivitás vizsgálatokkal	272
Debreceni útszakaszok zajtérképes vizsgálata.....	273
Homokszórási hulladék felhasználási lehetőségeinek kutatása	274
Li-ion akkumulátor bioszolubilizálásának kísérleti vizsgálata.....	275
Napelem park környezeti hatásai.....	276
Autóiparból származó hulladék polimer szálak és pernye előkészítése és szinergikus hasznosítása.....	277
Városi és háttérterületekről származó aeroszol minták izotópanalitikai vizsgálata.....	278
KÖRNYEZETMÉRNÖK 2.....	279
Az extenzív zöldtetők vízminőséget befolyásoló hatásának vizsgálata.....	280
A zöldtetők mint csapadékvíz visszatartó közegek vizsgálata	281
Egy Duna-parti olajszennyezés kármentesítési eljárásainak vizsgálata	282
Elmosódó guminyomok: mennyiségi adatok az útfelületekről a felszíni élővizekbe kerülő autógumi szemcsékkel kapcsolatban	283
Kezelt és kezeletlen szintetikus előállított fürdővizek elemzése és fehér mustármag csírákra gyakorolt hatásuk vizsgálata.....	284
Kisvízfolyások ökológiai állapotának értékelése biológiai vizsgálatok alapján.....	285
Makó és környéke ivóvizének szervesanyag tartalom meghatározása.....	286
Szürkevíz kezelési módszerek műszaki tervezése és gazdaságossági elemzése	287
KÖTÉSTECHNOLÓGIÁK ÉS VIZSGÁLATAIK.....	288
Az ultrahangos hegesztés és a diszlokációk	289
Csavarbiztosítások hatása rezgés során a csavarkötések szorítóerejére	290
Erősen ötvöztött vastaglemez X-varratos hegesztésének kiváltása egyoldali V-varratos kötéssel, alacsony energia bevitelű eljárással.....	291
Kerámia szemcsékkel erősített alumínium kompozit hegesztése kavarási dörzshegesztéssel.....	292
Lézersugaras hegesztés paramétereinek hatása ausztenites lemezek szövetszerkezetére.....	293
Nikkel fólia lézerhegesztése kis teljesítményű dióda sugárforrással.....	294
Növelt szilárdságú járműipari acélok ragasztástechnológiájának fejlesztése femtoszekundumos lézersugaras felületkezeléssel.....	295
Öntöttvas műhelysatu javítóhegesztése	296
KÖZLEKEDÉSÜZEM 1	297
Adatgyűjtés fontosságának, lehetőségének vizsgálata a városi tömegközlekedésben.....	298
A korszerű konvolúciós tárgy detektorok értékelése a forgalomfigyeléshez	299
Forgalmi adatok közösségi gyűjtésének módszertana és alkalmazása	300
Gyalogos biztonsági intézkedések vizsgálata az autonóm járművek megjelenésével.....	301
Haladó jármű környezetének adaptív maszkolása optical-flow technikák használatával	302
Közúti vasúti járművek összehasonlító futástechnikai vizsgálata okostelefonok inerciális szenzoradatainak mérés technikai alkalmazásával.....	303
Mikromobilitás	304
KÖZLEKEDÉSÜZEM 2	305
A nyomtávolság paraméter statisztikai eloszlása és időbeli változása a MÁV vasútvonalain, több kis- és nagy forgalmú vasútvonal figyelembevételével	306
Fordulási ráták becslése körforgalmakban, különböző becslési módszerekkel.....	307
Gyűjtőpont kereső módszer kidolgozása autonóm járműves gyűjtő-elosztó jellegű szolgáltatáshoz	308
Hibrid vasúti járművek üzemeltetési módszereinek fejlesztése	309
Keresletbecslő statisztikai és adatbányászati modellek fejlesztése a vasúti személyszállítás számára	310
Teherszállító repülőgépek kiszolgálásának vizsgálata a BUD Cargo City gyakorlatában	311
A városi térgazdálkodás átalakulása az önvezető járművek használatának következményeként.....	312

LOGISZTIKA.....	313
A városi közúti-vasút áruszállításban betöltött szerepének újragondolása a városi ellátási láncban.....	314
Drónok integrációs lehetőségeinek vizsgálata a dokumentumok kézbesítési folyamataiba.....	315
Konszolidáció mérésére alkalmas módszer kidolgozása a piacok city logisztikai rendszerében.....	316
Létesítmény üzemeltetésének fejlesztése intelligens technológiákkal	317
Milkrun anyagellátási rendszer tervezése.....	318
Szolgáltatás-logisztika az egészségügyben: analógiák keresése a sürgősségi betegellátás példáján keresztül az SBO-k hatékonyságának növelése érdekében.....	319
Tablettázógép átállási idejének csökkentése	320
Üzemi anyagmozgatás gépeinek vizsgálata	321
MÉRÉSTECHNIKAI ESZKÖZÖK 1.....	322
Aszinkron motorok csapágydiagnosztikája	323
Egy új, az APLL akvizíciós tulajdonságait alapvetően meghatározó jelenség.....	324
Elektronikai termékek előállítása során használt tömítőanyagok és gyanták minőségi vizsgálata	325
Ipari automatizálásban alkalmazott IMU szenzorok szenzorfüzítő és jelfeldolgozás alapú funkcionális kiterjesztése a prediktív karbantartás érdekében	326
Napelemek vizsgálata drónra integrált hőkamera segítségével	327
Sportpálya burkolat és edzőcipő közötti súrlódási tényező meghatározása	328
Vákuummérő jelének feldolgozása és továbbítása, valamint a rendszer távoli elérésének megvalósítása	329
Védekezés egy leendő mérnök szemével	330
MÉRÉSTECHNIKAI ESZKÖZÖK 2.....	331
A mérési bizonytalanság összetevőinek azonosítása és meghatározása szintartósági vizsgálatoknál	332
Automatikus kártevőazonosító és számláló mezőgazdasági célra.....	333
Ferofluidum maggal ellátott differenciál transzformátor felbontásának növelése	334
Forgógépek diagnosztikai eljárásai és alkalmazási lehetőségük felmérése.....	335
Kétdimenziós elektrongáz alapú elektromechanikus érzékelők	336
Levegő szennyezettség mérése alkalmazott szenzorikai eszközökkel	337
Műanyagok szakitószilárdságának mérésére alkalmas berendezés tervezése és kivitelezése	338
MÉRÉSTECHNIKAI ESZKÖZÖK 3.....	339
Aszinkron motorok mechanikai eredetű jellemzőinek diagnosztikai vizsgálata áram jelalak-analízis módszerével.....	340
Biológiai mérőlabor középiskolásoknak	341
CAN BUS COMMUNICATION DEMONSTRATION TOOL FOR EDUCATION	342
Erőmérő cellákkal felépített súlymérő rendszer fejlesztése.....	343
Horizontális penetrométer és elmozdulás mérő fejlesztése talajmodellek kalibrációihoz.....	344
KO-pot, a növénygondozás jövője	345
Méréstechnikai eljárások javítása piezoelektromos energiagyűjtőkhöz	346
Mérőpad tervezése hajtáselemek fárasztásos vizsgálatához.....	347
MÉRNÖKI MATEMATIKA 1.....	348
A Möbius-szalag alakjáról.....	349
Folyadékdinamikai jelenségek modellezése és vizsgálata kétfázisú cseppek mikrofluidikai rendszerekben	350
Hatékony programcsomag fejlesztése nagy számú késleltetett differenciálegyenlet numerikus megoldására	351
Húzószilárdság és lágyuló anyagmodell figyelembevétele a teherbírási vonalban.....	352
Ionhajtómű szimulációja és optimalizációja.....	353
Ivóvízhálózatok nyomásérzékenységen alapuló topológia optimalizációja	354
Szupravezető szalagtekercsek kritikus áram modellje homogenizálás alkalmazásával	355

MÉRNÖKI MATEMATIKA 2.....	356
Állandó mágneses motorok szabályozásának matematikai modellezése	357
Diszkrét idejű Kuramoto oszcillátorok dinamikája	358
Elektromágneses szóródási modell gömbszimmetrikus problémák számításához.....	359
Általános, tartós hibajelzés az elosztórendszerekben hálózati áramláselmélet alkalmazásával	360
Heterogén anyagok termikus modellezési lehetőségeinek a vizsgálata.....	361
Kollokációs módszer alkalmazása sztochasztikus késleltetett differenciálegyenletekre.....	362
Monte-Carlo szimulációval támogatott üzleti folyamatfejlesztés	363
Nagyméretű paramétert tanulmányok hatékony megoldása CPU-n és GPU-n	364
MINŐSÉGÜGY	365
Egy nehézgép gyártó vállalat által előállított termék folyamatközi és végellenőrzése során felmerülő hibáinak elemzése.....	366
Gyártási folyamatok átállási veszteségeinek feltárása túlélés elemzéssel	367
Munkafolyamati veszteségfeltárás a makói Continental Kft.-nél.....	368
Recycling technológia anyagáramlási folyamatának hatékonyságának fejlesztése.....	369
Számítógéppel támogatott tervezés szerepe a rugalmas gyártásban.....	370
Szerelési folyamatok hatékonyságának javítása	371
TPM rendszer bevezetésének kezdeti lépései adott termelő cégnél	372
MŰSZAKI FÖLDTUDOMÁNY	373
A felületi érdekesség és nyírószilárdság változása ismételt nyírószilárdsági vizsgálat során Mórágynál Grániton	374
A közép-magyarországi pannon réteg előkonszolidáltsága.....	375
Alakhatás vizsgálatához létrehozott zúzottköveket modellező mesterséges szemcsék anyagjellemzőinek laboratóriumi vizsgálata	376
Az Ybl komparáló alapvonalának ellenőrző mérése	377
Diatomaföld és kaolin keverékek mechanokémiai aktiválása és puccolános reaktivitása	378
Gátak földrengés méretezésének lehetőségei Magyarországon	379
Teherösszegyűjtési pont optimális meghatározása a bányászatban, a szállítási munka kamatosított értékének értelmezésével	380
Vízáteresztő burkolatok infiltrációs kapacitás változásának vizsgálata	381
MŰSZAKI MECHANIKA	382
Aktuátor dinamika hatása az adaptív sebességtartó automatika stabilitására.....	383
A pókhálók szerkezetének dinamikai vizsgálata	384
Billegő oszlopok térbeli mozgásának kísérleti vizsgálata	385
Hőmérséklet hatásának vizsgálata squash labdák becsapódási és visszapattanási jellemzőire, nagysebességű videófelvevételek és numerikus szimuláció segítségével.....	386
Lengésfojtó felütközés hatásának vizsgálata belső furateszterga stabilitására.....	- 387 -
Numerikus modális analízis izogeometrikus analízis segítségével	388
Vontatmányok nemlineáris rezgései.....	389
X-LAM tartószerkezeti elemek modellezése Python környezetben.....	390
MŰSZAKI MENEDZSMENT	391
A bizalmi faktor teljesítménymutatója, azaz hogyan tudunk bizalmi szintet mérni egy projekt esetében	392
A minőségbiztosítás fontossága a projektszervezésben	393
Az FMEA Kézikönyv változásának hatásai és gyakorlati alkalmazása a Harman/Becker Kft. gyártási folyamataiban	394
Képekkel támogatott rendszer használhatósági skála (P-SUS) szoftveres változatának kialakítása és megbízhatósági vizsgálata	395
Múzeumlátogatási szokások vizsgálata a koronavírus idején - A virtuális múzeumok felhasználói megítélése.....	396

Szolgáltatási folyamat automatizálása egy kis- és középvállalkozásnál	397
Tanúsító rendszer fejlesztése egy nagyvállalatnál.....	398
MŰSZAKI OPTIKA	399
A szemre és környezetére ható dinamikus hatások vizsgálata	400
A szórt fény láthatósági vizsgálata	401
Digitális légifényképező kamerák kalibrációi	402
Élelmiszeripari színminták spektrális tulajdonságainak időfüggés vizsgálata	403
Gépjármű világítóberendezésének fejlesztése izzócserével	404
Signal processing for visual electrophysiology	405
TiO ₂ rétegleválasztás paramétereinek optimalizálása MWAR rétegek kialakításához	406
ORVOSI INFORMATIKA	407
Adaptív lakásvilágítás tervezése glaukómás felhasználó igényeit figyelembe véve	408
Az emberi nyaki gerinc sérülése.....	409
Élettani folyamatok paraméterbecslése mesterséges intelligencia használatával.....	410
Élettani paramétereket monitorozó, viselhető orvostechnikai eszköz.....	411
Hat hónapos csecsemők agyi MRI felvételeinek atlasz alapú szegmentálása	412
Intelligens orvosi diagnosztikai támogató rendszer fejlesztése /Objektum lokalizálása CT felvételeken képfeldolgozási módszerekkel/.....	413
Kiváltott agyi válaszreakciókat érzékelő rendszer fejlesztése	414
Vesecsere programokban használt algoritmusok programozása és elemzése	415
ORVISTECHNIKAI ANYAG-TUDOMÁNY	416
A csontvégek szivacsos szerkezetének mechanikai vizsgálata	417
Biológiai szeparációs műveletekre alkalmazható mágneses nanorészecskék szintézise és jellemzése.....	418
Csípőimplantátumok és bevonataik végeselemes modellezése	419
Élet korona nélkül.....	420
Ín szakadásának végeselemes szimulációja.....	421
Kiterjedt csonthiányos környezetben alkalmazott vápakosarak rögzítését szolgáló csavarok végeselem vizsgálata	422
Koszorúérszent bevonatok fejlesztési lehetőségei.....	423
POLIMER ANYAGTUDOMÁNY ÉS VIZSGÁLAT	424
CNT adalékolt kenőanyag viszkozitásának vizsgálata	425
EPDM gumi újrahasznosítása extrúziós devukanizáció útján	426
Femtoszekundumos lézerrel létrehozott mikrostruktúrák hatása polimer termékek mechanikai tulajdonságaira.....	427
Gumi próbatest mechanikai hiszterézis tulajdonságának numerikus modellezése.....	428
Kőolaj alapú polimerrel szennyezett biopolimerek komposztálhatóságának vizsgálata	429
Műanyagipari gyártástechnológiák vizsgálata az ütemmunka tükrében	430
Nagy energiájú sugárzással kezelt gumiőrlemény alkalmazhatósági lehetőségei gumikeverékekben és hőre lágyuló polimerekben	431
Textilhulladék feldolgozásának vizsgálata geopolimer szálerősítő anyag előállítása céljából	432
POLIMER ÉS KOMPOZIT SZERKEZETEK.....	433
Anyaghibát tartalmazó rétegelt kompozit lemezek modellezése Python környezetben.....	434
Kompozitok végeselemes szimulációja.....	435
Önerősített polimer kompozitok ciklikus dinamikus vizsgálata.....	436
Polimer mátrixú vezetőképes kompozitok fejlesztése.....	437
Poliuretán habképződés virtuális és ipari optimalizációja.....	438
Többtengelyű terhelésnek kitett egyirányban erősített polimer kompozitok szilárdsági paramétereinek meghatározása genetikus algoritmus segítségével.....	439

Trasparenens bio-kompozit előállítás, PLA felhasználásával	440
RENDSZER- ÉS IRÁNYÍTÁS-TECHNIKA 1.....	441
Állandó mágneses szinkron motor paraméterbecslése és szabályozása	442
Hőmérséklet szabályozás PID szabályozással.....	443
Inverz inga egyensúlyozása tintasugaras nyomtató mechanizmusával	444
Jármű fékezése PD szabályozó segítségével	445
Járművek gumiabroncs és útfelület között fellépő súrlódási együtthatójának indirekt meghatározása	446
Komplex kiberfizikai rendszerek állapotalapú megbízhatósági modelljeinek szimulációja, statisztikai inferenciája és verifikációja.....	447
Mintavételezés által keltett rezgések és az emögött húzódnó dinamika vizsgálata mechatronikai rendszerekben	448
Statisztikai hipotézisvizsgálaton alapuló repülőgép pozíció szenzor hibadetektálás valós repülési adatok felhasználásával.....	449
Számítógép vezérelt hőgradiens rendszer tervezése és kivitelezése.....	450
RENDSZER ÉS IRÁNYÍTÁS-TECHNIKA 2	451
The Effect of Discrete Time Delay in a Remote Controlled Car's Lane Keeping Control.....	452
Elektromechanikus szelep nem lineáris modellezése	453
Írányítástechnikai megoldások önvezető járművek mozgásszabályozásában	454
Design and validation of a two-degrees-of-freedom controller for mechatronic systems.....	455
Self-Learning Control of a Mechatronic System Using Gaussian Process	456
Mintavételes nemlineáris rendszerek stabilitásvizsgálata	457
Neurális hálózat alapú irányítások modellezése és analízise lineáris rendszerelméleti megközelítésben ..	458
Development of an Attitude Determination and Control System for CubeSats on LEO orbits	459
Paraméterérzékenységi vizsgálat adaptív back-EMF állapotbecslőn alapuló sebességérzékelő nélküli állandó mágneses szinkron gép sebességszabályozásához.....	460
ROBOTIKA.....	461
Eldobott tárgyak elkapására alkalmas robotkar alapú rendszer megvalósítása	462
Intelligens Humanoid Robot.....	463
Játssz stratégiai játékot egy delta robot ellen!	464
Kábelrobot modell tervezése	465
Mobilis robot parancsszavas vezérlése neuronhálós megvalósítással	466
Mobilis robotszakaszok irányítása.....	467
Terep osztályozásra alkalmas rendszer megvalósítása mobil robot segítségével.....	468
Tűzserész robot.....	469
TELEKOMMUNIKÁCIÓ.....	470
A Föld körüli, űrbéli rádiófrekvenciás szennyezettség ábrázolása a SMOG projekt mérései alapján	471
Egészségfelügyeleti és biztonsági karpánt LoRaWAN technológiával.....	472
Elektromágneses elrejtés tranziens szimulációja az FDTD módszerrel	473
Erősített spontán emisszió alapuló kvantum véletlenszám-generátor	474
Innovatív fejlesztések az emberiség jövőjének és biztonságának az érdekében II.	475
LSTM-based anomaly detection on time-series data.....	476
Specific sensor development for the GRLSAT, the "satellite" built for the 2019 Cansat Competition	477
URBANISZTIKA ÉS TELEPÜLÉS-TUDOMÁNYOK	478
A Budapesthez kapcsolódó területi rendszer elemzése	479
A co-housing, mint a szociális lakhatási krízis lehetséges megoldása	480
A játékhoz való jog.....	481
A városi kulturális örökségvédelmi zónák és a városi megújulási zónák értékelése a láthatósági elemzés segítségével.....	482

EGY NAP - A hajléktalanok térbeli és időbeni mozgása.....	483
Közösségi élet a lakótelepen – Az Újpest-városközponti lakótelepek szabadter-értelmezése	484
#participáció - Z generációs közösségi tervezés az Instagram virtuális terében	485
Téri és emberi dinamikák	486
Zöldterületek funkciójának és elérhetőségének felmérése és értékelése Debrecenben, valamint településtervezési ajánlások megfogalmazása	487
VILLAMOS ENERGETIKA.....	488
Állapotbecslő algoritmus fejlesztése villamosenergia-rendszerek elosztóhálózatára.....	489
A Magnetic Pulse Compressor működésének vizsgálata, különös tekintettel a terhelés alatti viselkedésére.	490
Felhőátvonulások hatása az elosztóhálózat feszültségére.....	491
Háromfázisú féligvezérelt egyenirányító tervezése és implementálása	492
Modeling and analyzing a Grid connected PV system by Matlab/Simulink.....	493
Porok dielektromos jellemzőinek és nedvességfüggő paramétereinek vizsgálata elektrosztatikus porleválasztó leválasztási fok javítása érdekében.....	494
Az ajánlat-összevonás módszere villamosenergia-piaci aukciók esetén	495
Út a járvány okozta válságból egy fenntartható energiagazdálkodásba	496
Villamos autó töltőállomások sztochasztikus modellezése	497
VÍZ- ÉS KÖRNYEZETMÉRNÖKI MODELLEZÉS	498
A szén-mikrobiális sejt kölcsönhatásainak fizikai modellezése	499
Csapadékesemények szabad felszínű víztartókra és próbaszivattyúzásra gyakorolt hatása	500
Épületek szélterhelésének becslése GPU alapú nagyörvény szimulációval numerikus szélcsatornában..	501
Folyók dinamikus egyensúlyi állapotát becselő eljárás kidolgozása és alkalmazása a magyarországi Felső-Dunán	502
Hidrometeorológiai adatok összehasonlító elemzése eseményalapú hidrológiai modellezés esetén	503
Hullámzaskeltette turbulens impulzus- és hőáramok becslése tavi légkör-víz határfelületen.....	504
Mezőgazdasági melléktermék és tiszta cellulóz biogáz termelésének modellezése laboratóriumi kísérletben	505
VÍZMÉRNÖKI TUDOMÁNYOK	506
A Molnár János barlang vízkészletének vizsgálata ivóvízként történő felhasználásra.....	507
Árvízi tetőzések statisztikai módszerekkel történő előrejelzésének vizsgálata a Marcal vízgyűjtőjén	508
A Tisza esetleges csongrádi duzzasztásának hatása a talajvízviszonyokra	509
Hőcsere folyamatok vizsgálata sekély tavak meder-víz határfelületén	510
Különböző típusú csapadékadatok használatának összehasonlító elemzése	511
Kúthidraulikai vizsgálatok kisminta- és numerikus modellezéssel	512
Rövidebb folyószakasz lebegtetett hordalékvándorlási dinamikájának térbeli elemzése különböző vízjárási állapotokban	513
Szennyvíztisztító kisberendezések tervezése anyagforgalmi modellek segítségével	514
KÖSZÖNET A ZSÚRÍZÉSÉRT ÉS BÍRÁLATOKÉRT	515

REKTORI KÖSZÖNTŐ

Kedves Kollégák!

Győrben folyton épül valami, történik valami, és mindig valami más, jelentős dolog. Ezért szoktunk úgy fogalmazni: „A jövő Győrben épül“, vagy kicsit másként, a „jövő épül Győrben“. A fejlődés motorja az a szellemiség, melyet Győr város polgárai, a régió gazdaságának meghatározó szereplői és a győri felsőoktatás képvisel: az együttműködés, egymás tisztelete, a társadalmi és gazdasági felelősségvállalás. Ezt a szellemiséget jelenítjük meg, közvetítjük a 35. Országos Tudományos Diákköri Konferencia Műszaki Tudományi Szekciójának előkészítése, rendezése során is. A mindennapok munkájában ezzel a várakozással fogadjuk, képezzük hallgatóinkat, s szervezzük munkaerőpiaci környezetünket. Városunkról mondták, hogy Győrnek nem lakosai, hanem polgárai vannak. A Széchenyi István Egyetemnek sem egyszerűen egyetemi hallgatói vannak, hanem egyetemi polgárai, akik büszkéik intézményükre, akik a szűken vett tanulmányi kötelezettségek mellett elkötelezetten és eredményesen vesznek részt a jövő alakításában. A Győrben, az intézményünkben rendezendő 2021. évi, 35. OTDK Műszaki Tudományi Szekció eseményei a pandémia miatt mégis más rendszerűek lesznek.

Többségükkel nem találkozunk személyesen, nem jönnek el Győrbe, csak a digitális világban találkozunk. Törekvésünk, hogy a verseny során három mérnöki karunk, egyetemünk színes tevékenysége, Győr város gazdasági és kulturális értékei is szerepeljenek, legyenek ismertebbek a szekció résztvevőinek körében is. Kívánom, hogy a győri szekció erősítse felkészültségüket, gyarapítsa tudásukat és elkötelezettségüket, járuljon hozzá szellemiségük gazdagodásához, tudományos pályájuk megalapozásához! Önök a jövő, s ez sokrétű felelősséggel és lehetőséggel jár. Számunkra megtisztelő, hogy a szekció eseményeinek megrendezésével hozzájárulhatunk az Önök sikeréhez!



PROF. DR. FÖLDESI PÉTER

rektor

Széchenyi István Egyetem

AZ OTDK, AZAZ AZ ORSZÁGOS TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI KONFERENCIA

A magyarországi és a határon túli felsőoktatási intézményekben évente több ezer fiatal vesz részt a tudományos diákköri tevékenységben, végez kutatómunkát, hogy aztán annak eredményeit az intézményi/kari TDK-konferencián is bemutassa. Ezeken a konferenciákon a legjobbak szereznek jogosultságot az OTDK-ra, ahol a különböző intézményekből jövő, hasonló területen kutató fiatalok megismerik egymás eredményeit, valamint visszajelzést kapnak a szakma legjobbjaitól és egymástól. A tudományos diákkörök (TDK) közel 70 éve látnak el tehetséggondozó feladatokat a felsőoktatásban. A két évente 16 tudományterületi szekcióban megrendezett Országos Tudományos Diákköri Konferencia a felsőoktatás legnagyobb hallgatói tudományos rendezvénysorozata, amely egyszerre fórum és verseny.

Az OTDK tagozatainak első helyezettjei pályázhatnak a Pro Scientia Aranyéremre, amellyel a teljes hallgatói életpályát ismeri el az Országos Tudományos Diákköri Tanács. Az OTDK évében legfeljebb 48 Pro Scientia és művészeti tevékenységért legfeljebb két Pro Arte Aranyérem, illetve a középiskolai kimagasló eredményekért egy Junior Pro Scientia Aranyérem ítélhető oda. A kitüntetést 1989-ben adták át először, azóta összesen 759 fiatal nyerte el. A hallgatók mellett fontos az oktatók megbecsülése is, amelyet a Mestertanár Aranyérem jelent. Feltétele a legalább 10 éves eredményes tehetséggondozó tevékenység a felsőoktatásban és a TDK-ban.

A TDK és az OTDK az elmúlt években jelentős minőségi és mennyiségi fejlődésen ment keresztül. Ennek köszönhetően egy-egy OTDK időszakában 12 000-nél több pályamunkát mutatnak be az intézményi TDK-konferenciákon, az OTDK-n pedig 2011-től 4000 fölé emelkedett az elhangzó előadások száma, amelyek értékelésében több mint 3000 bíráló és 1500 zsűritag vett részt. Az OTDK funkciói is bővültek: 2019-től középiskolások is jelentős számban vesznek részt az OTDK szekciók programjain, ezzel segítve, hogy megismerkedjenek fiatal kutatókkal és a kutatói életpálya kezdeti szakaszával. Szintén 2019-től a kutatóvá válás következő lépcsőjének bemutatására elindította az OTDT a Roska Tamás Tudományos Előadást, amelynek megtartására a doktori képzésben részt vevő fiatalok pályázhatnak, és szekciónként egy fő nyerheti el az előadás jogát. Az OTDK-n tehát megjelent a tehetséggondozás kontinuitása, azaz a középiskolás diákok, az egyetemi és főiskolai hallgatók, valamint a doktori képzésben részt vevők találkozása.

A 35. OTDK-t megelőzően összesen 1858 TDK-konferenciát rendeztek.

Az intézményi TDK-konferenciákon bemutatott pályamunkák száma 12 736 db.

Az OTDK-ra benevezett pályamunkák száma: 4 726 db.

A 2021 tavaszára tervezett 35. Országos Tudományos Diákköri Konferencia a pandémiára tekintettel online zajlik. A személyes találkozásokat, sajnos, egy időre el kell felejtenuünk, de kihasználva az online tér előnyeit, az OTDT és a rendező intézmények a teljes konferenciát elérhetővé teszik az érdeklődők számára. Olyan soha nem látott nyilvánosságot teremtve, amire eddig nem volt lehetőség. Ezzel a TDK, a fiatalok és a társadalom digitális kultúrájának fejlődésében is példát mutathat. A részt vevő hallgatók előadásait így láthatják a barátok, az évfolyamtársak, a családtagok is – akiknek eddig nem volt lehetőségük a konferencia helyszíneit személyesen meglátogatni.

A TDK tehát hagyományaihoz híven a kényszer hatására is a hátrányokból előnyt formálva, remélhetően új működési kultúrát épít. Nem hagyjuk magunkat, hiszen a TDK örök!

PROF. DR. SZENDRŐ PÉTER

az OTDT elnöke

„ÉNEKELJETER AZ ELMÉTEKKEL”

A „Roska Tamás Tudományos Előadás” bevezetéseként próbáljuk meg felidézni, ki volt ő, mire tanít életpéldája?

Nem véletlen, hogy ezt a rangos díjat Roska Tamásról nevezték el.

Roska Tamás Széchenyi- és Bolyai-díjas akadémikus, professzor, a celluláris hullám-számítógép architektúrájának megalkotója, a Pázmány Péter Katolikus Egyetem Információs Technológiai és Bionikai Karának alapító dékánja, a hazai bionikai képzés megteremtője.



Tudományos tevékenységét számtalan hazai és nemzetközi díjjal ismerték el.

A száraz adatok ugyanakkor nem adják vissza az embert, a tudóst, aki fiatalok generációit indította el a világszínvonalú kutatómunka felé.

Tudós és kutató volt a szó teljes értelmében, s erre a „szellemi kalandra” hívta tanítványait, munkatársait. „Valami egészen új kell!” – vallotta mindig. Fontosnak tartotta ugyanakkor, hogy a teljes emberhez forduljon – a minőségi, a „legkiválóbb amerikaival, indiaival és kínaival is versenyző”, kitartó munka mellett az igazi erkölcsi hozzáállást is próbálta élővé tenni. Meggyőződése volt, hogy az ember megértéséhez az „igaz” három különböző dimenzióját együtt szemlélve kerülhetünk közelebb. „Hajlamosak vagyunk a mai korban azt hinni, hogy csak az az igaz, amit a természettudományok megmutatnak. Úgy gondolom, hogy nem. Ha meghallgatjuk Mozart Requiemjét, akkor tudjuk, hogy ez igaz. Vagy, ha elolvassunk egy Arany-verset, vagy ránézünk egy Munkácsy-képre, akkor tudjuk, hogy ez igaz. Vagy, ha látunk valakit, aki a családját nemes értékekre neveli, akkor tudjuk, hogy igaz.”

Hite, lelkesedése a segítőtársakra is, akiket hívott, villámgyorsan átragadt. Megérintette őket alázatos, önzetlen munkája, elkötelezettsége, s a teljes bizalom, amivel feléjük fordult. Mély emberséggel megélt szolgálatával az egyetemes tudományt és mindenkit, aki találkozott vele, személyesen is gazdagított élete során.

Mindig meglátta a lehetőséget a fiatal tehetségekben és teret adott nekik, hogy kibontakoztathassák a bennük rejlő képességeket.

Fontosnak tartotta, hogy „olyan kutató legyen, akinek kaland egy új minőség létrehozása”. „Közben bent van az ember a világ élvonalának a történeteiben.”

Sosem a saját, önös érdekei mozgatták – a tudomány és egy erkölcsi alapokon nyugvó, az embert szolgáló új társadalom építésén dolgozott.

Saját szakmai területén messze túlmutató tevékenysége legyen inspiráció és példakép az Önök számára, akik a jövő tudósai! Ebben a szellemben hallgassuk üzenetét:

„Ti vagytok családoknak és a nagy közösségnek, ennek a nemzetnek a reménységei. Itt ülnek köztetek a jövő sikeres kutatói, feltalálói, tanárai, felelős vezetői. A család, a tudás, az igazi művészet és a nemes erkölcsi értékek megbecsülése és támogatása a ti boldogulásotok és az ország felemelkedésének sarkköve. Sokan küzdünk ezért az értékrendért, és bár nem tudjuk mindig elég hitelesen felmutatni, de az értékek tisztelete kötelez bennünket. ... A fenti értékekre épül a XXI. század új gazdasága, a koncepció vezérelte gazdaság. A sikeres szakemberek felkészülésében, a szakmai ismeretek mellett a klasszikus értékek mentén található humán műveltségnek, az irodalomnak, a zenének, a képzőművészetnek ugyancsak fontos szerepe van. Csodálatos élmény e két világ összekapcsolása. Mindezt egy szép Szent Pál-i hasonlattal kifejezve: énekeljete az elmétekkel! ... Kívánom, hogy sikerüljön nektek. A marsallbot a zsebetekben van.”

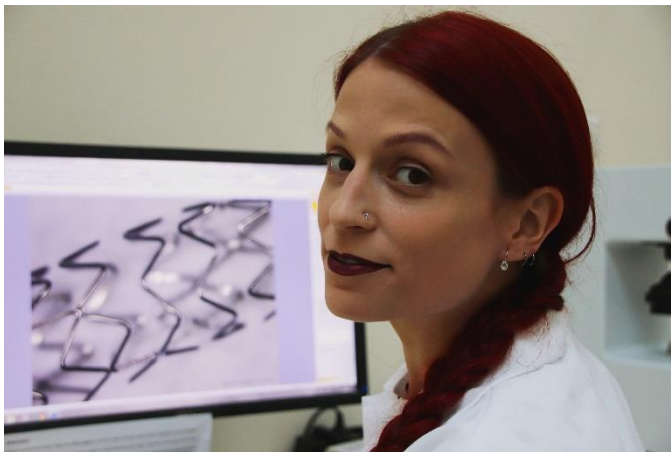
A 2021-ES DÍJ NYERTESE

ASZTALOS LILLA

lilla@eik.bme.hu

Pattantyús-Ábrahám Géza Gépészeti Tudományok Doktori Iskola

Asztalos Lilla 1992-ben született Győrben. Már egészen kicsi korától érdeklődött az anyagtechnológiák iránt, a szakma szeretetét mondhatni az anyatejjel szívta magába, szülei mindketten öntész végzettségűek. A családi hagyományt folytatva középiskolás tanulmányait a Jedlik Ányos Gépipari és Informatikai Szakközépiskolában folytatta, majd a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen szerzett okleveles gépészmérnök végzettséget. Jelenleg a doktori képzés utolsó félévét tölti a BME-n.



Az egyetemi évek alatt a tanulás mellett aktív részese volt a szakmai diákéletnek is, először a BME Hegesztési Szakosztályához, majd az Orvostechnikai Szakosztályhoz csatlakozott, a doktori éve alatt pedig alapítója volt a Gillemot László Szakkollégiumnak. A hegesztés és orvostechnika területén összesen 8 TDK dolgozatnak volt szerzője, társszerzője. A szakdolgozatának, diplomamunkájának és később a doktori kutatásának is az orvostechnikai témakört választotta, ugyanis fontosnak érezte, hogy mérnökként olyan kutatásokat végezzen, amelyekkel a társadalom számára is kiemelkedően hasznos eredményeket tud nyújtani. Az elsődleges kutatási területe, az érsebészeti implantátumok, pedig hazánkban különleges jelentőséggel bírnak, ugyanis az érszűkület okozta szívinfarktus az egyik vezető halálozási ok.

Kutatói pályája eredményességének köszönhetően számos elismerésben részesült: a 2017-es OTDK Műszaki Tudományi Szekciójában egy első, egy második és egy különdíjas helyezést ért el, valamint a legjobb előadásért járó díjjal részt vehetett az OTDK Prezentációs-díj versenyen is, ahol szintén első helyezést ért el. 2016 óta 4 alkalommal nyert ÚNKP ösztöndíjat. A tudományos publikációk mellett nagy hangsúlyt helyezett a tudománynépszerűsítő előadásokra és cikkekre is: 2019-ben a Famelab tudománykommunikációs verseny magyarországi győztese volt, több alkalommal jelent meg cikke és interjúja az Élet és Tudomány című folyóiratban is. Legkiemelkedőbb eredményei közé tartozik továbbá, hogy két alkalommal is DAAD ösztöndíjasként Németországban az OTH Regensburg orvostechnikai kutatócsoportjában dolgozhatott innovatív gyártástechnológiával előállított érsebészeti implantátumok vizsgálata témakörben.

Asztalos Lilla a BME Anyagtudomány és Technológia Tanszék oktatási tevékenységében is aktívan részt vesz, a hallgatók között nagy népszerűségnek örvend, számos szakdolgozat, diplomamunka és TDK dolgozat készült témavezetésével.

A doktori képzés végzésével párhuzamosan folyamatosan ipari munkákat is végzett, a B.Braun Medical Kft.-nél dialízisgépek és infúziós pumpák szoftverfejlesztésének minőségirányításán dolgozott, 2020 óta pedig a CE Certiso Kft.-nél auditori és termékértékelői feladatokat lát el. A magyar orvostechnikai iparral kialakult kapcsolata így a kutatási eredményeinek hasznosítását is elősegíti, valamint a munkája során tapasztaltak a kutatásai előrehaladását is támogatják.

Előadásában valós és laboratóriumi körülmények között károsodott érsebészeti eszközök vizsgálatát mutatja be.

Szentek mechanikai és korróziós károsodásának vizsgálata

A szív- és érrendszeri megbetegedések vezető halálozási oknak számítanak hazánkban, viszont sem a megelőzésre, sem a kezelés fontosságára nem helyeznek elegendő hangsúlyt. A szív- és érrendszeri megbetegedéseken belül az érszűkület az egyik legveszélyesebb és leggyakrabban előforduló betegség, amelynek leghatékonyabb módja egy hálószerű fémes eszköz, ún. sztent beültetése. A sikeres implantációt követően a sztent a páciens élete végéig az érben marad, így kiemelkedően fontos annak tanulmányozása, hogy pontosan milyen hatások is érik az implantátumot annak teljes élettartama alatt, és azok milyen hatást gyakorolnak a sztent teljesítőképességére. Ilyen igénybevételek lehetnek az érmozgásból adódó mechanikai igénybevételek, valamint a vér okozta korrózió.

A kutatásom célja az, hogy többféle módszerrel tanulmányozzam a sztentek, és a sztenten található bevonat tágitás közbeni károsodásait, a bevonat hatását a korróziós tulajdonságokra, valamint elhunytakból explantált mintákon a laborkörnyezeti (in vitro) méréseken túl, valós körülmények közötti (in vivo) károsodásokat is vizsgáljak. A műszaki területen egyre nagyobb teret hódító additív gyártástechnológiák is megjelentek a sztentgyártás területén, így igazodva a nemzetközi trendekhez, az eredetileg hagyományosan gyártott eszközökre fókuszáló kutatásomba bevontam az additívan gyártott eszközök vizsgálatát is.

A különböző alapanyagú sztentek vizsgálatával összehasonlítottam azok korrózióval szembeni ellenállását, valamint megfigyeltem, hogy a bevonat milyen hatással van a korróziós folyamatokra. Az in vivo károsodott mintákon a bevonat leválását figyeltem meg. In vitro vizsgálatokkal azt a megállapítást tettem, hogy a bevonatkárosodás már a beültetés során megkezdődik, mértéke pedig nagyban függ a beültetés során alkalmazott tágitási nyomástól. Az additív gyártással előállított minták kisciklusú fárasztási vizsgálatát elvégezve többek mellett arra a következtetésre jutottam, hogy a gyártási folyamat sajátossága, azaz a rétegről rétegre építkezés miatt ilyen kis méretű eszközöknél nem alakul ki minden ponton megfelelő kapcsolat az egyes rétegek között, ezek a réteghatárok pedig rontják a szerkezet fárasztó igénybevétellel szembeni ellenállását, így ez az eljárás még nem alkalmas arra, hogy kiváltsa a jelenlegi gyártástechnológiát.

Témavezető: Dr. Dobránszky János, tudományos tanácsadó, MTA-BME Kompozittechnológiai Kutatócsoport

ADDITÍV TECHNOLÓGIÁK



**Műszaki Tudományi
Szekció**

3D nyomtatott PLA és ABS kompozitok hőtani és elektromosságtani vizsgálata

A 3D nyomtatásban a leginkább elterjedt, széleskörűen használt technológia az FFF (Fused Filament Fabrication), mely legtöbbször ABS és PLA filamenteket használ alapanyagként. A piacon megtalálható karbon szálakkal vagy porral összekevert változata, mely vezeti az elektromos áramot. Az egyes alkatrészekbe speciális kompozitokat felhasználva közvetlenül, gyártás közben belenyomtathatjuk a vezető tulajdonsággal rendelkező struktúrát. Ez a módszer gyorsítja és optimalizálja a prototipizálási folyamatot.

Célunk egy standard mérési folyamat összeállítása volt, annak érdekében, hogy pontosan megismerjük a hőmérsékletre adott ellenállásérték változásokat, illetve a kapott adatokat felhasználva egyedi szenzorok 3D nyomtatását tegyük lehetővé a közeljövőben. Célkitűzésünk, hogy a kompozitok tulajdonságait felhasználva elkészüljön egy hőmérő szenzor, mely egy 3D nyomtatott felső végtagi protézis ujjhegyének a belsejébe nyomtatódik a külső PLA burokkal együtt.

Az áramvezető ABS és PLA kompozitok áramvezetési vizsgálata érdekében, különböző nyomtatási paraméterekkel nyomtattunk próbatesteket. Az ellenállás (R) méréséhez figyelembe kell venni a két végpont között lévő hosszúságot, rétegvastagságot, rétegek számát, érintkezési felületeket és kitöltöttséget is. A próbatestek hőmérsékletre adott ellenállásváltozását egy Arduino Uno segítségével mértük. A mikrovezérlő egyszerre mért ellenállást és hőmérsékleti értéket 10 Hz-es mintavételezési sebességgel. A kapott eredményekből megállapítható a konduktancia mértéke is. A törési felszíneket pásztázó elektronmikroszkóppal vizsgáltuk meg.

A vizsgált kompozitok között szignifikánsan eltérő a konduktancia nagysága. Az áramvezetés függ a nyomtatási paraméterektől, elsősorban rétegvastagságtól, belső kitöltéstől. Az ESD-ABS kompozitnak nagyságrendekkel alacsonyabb az ellenállása az PLA kompozithoz hoz képest, viszont a hőmérséklet emelkedésével sokkal nagyobb ellenállás változás lép fel. A kompozit ABS alapanyaga révén magasabb hőmérsékletet képes elviselni, így az tervezett célokra felhasználható.

Az ABS kompozit egyedi szenzorok elkészítésére alkalmas, az adatokra illesztett egyenlet segítségével meghatározható a szenzorhoz szükséges nyomtatási beállítás. Az hőmérséklet érzékelő szenzorral kinyomtatott protézis az eredmények által optimalizált beállításokkal készült, ez pedig jól prezentálja az egyedi gyártású, 3D nyomtatott szenzorok működését a mindennapi felhasználás során.

3D nyomtatott rétegek közötti adhézió kísérleti vizsgálata

A 21. században méltán népszerűvé és elérhetővé vált a 3D nyomtatás a végfelhasználók számára is. Kutatások, korai projektek már az 1980-as évektől léteznek a témában, de a napjainkban elterjedt ráolvasztásos elven működő, úgynevezett FDM (Fused Deposition Modeling) eljárást 1992-ben a Stratasys cég fejlesztette ki. Az eljárás gyorsprotípus gyártásra, egyedi alkatrészek pótlására, vagy akár dísz tárgyak készítésére is alkalmazható, már otthoni körülmények között is. 2010-2012-től lehet otthoni, elérhető árú 3D FDM polimer nyomtatókat vásárolni, melyben a Prusa, egy cseh vállalat volt az úttörő.

Az FDM technológia lényegében rétegek egymáshoz kapcsolásából épít fel tárgyakat, néhány tized milliméteres rétegvastagságokkal. Az alapanyag megolvad, és nyomás hatására áramlik egy fűvókán át. A megolvadt anyagból vonalakat húznak a fűvóka alatti síkra, legyen az az asztal vagy egy korábbi réteg, és így az egy síkba húzott vonalak összessége alkot majd egy réteget. Az egymás mellé húzott vonalak kapcsolódnak - részleges megolvadással - a korábbi vonalakhoz, illetve az alattuk található réteghez, melyek között valamilyen szintű adhéziós kapcsolat alakul ki. Mivel viszonylag új eljárásról van szó, mind a technológia, mind az alkatrészek műszaki jellemzői számos kérdést vetnek fel. Egyik legfontosabb terület az alkatrészek tönkremenetelével foglalkozik.

Az FDM technológiával gyártott alkatrészek heterogén szerkezeti felépítése miatt különböző igénybevételek esetén nem alkalmazhatók megfelelő pontossággal a klasszikus tönkremeneteli elméletek. A rétegek szétválását okozó igénybevétellel járó folyamatok csak nagy bizonytalansággal írhatóak le homogén geometria alkalmazásával. A modern, numerikus eljárásokkal (mint a véges elem módszer) a réteges testek speciális tönkremeneteli folyamatai jól közelíthetőek, amit hagyományos kompozitok esetén már számos kutató bizonyított. Ebből kiindulva a munkám célja az FDM eljárással gyártott alkatrészek olyan tönkremenetelének numerikus modellezése, amely során a tárgyat felépítő rétegek szétválnak. Első lépésként tehát a különböző technológiai paraméterek nyomtatott rétegek közötti adhézióra gyakorolt hatásának kísérleti vizsgálatát végzem el. Ehhez a Savaria Műszaki Intézetben található univerzális szakitógéphez egy olyan nyírókészüléket tervezek, amellyel a nyomtatott alkatrészek rétegei közötti adhézió vizsgálható. Majd mérések sorozatával feltérképezzem a nyomtatási paraméterek és a rétegeket összetartó erő közötti kapcsolatokat.

Additív fémnyomtató szerszámgépek

Miként változtatják meg az ipart az additív fémnyomtató szerszámgépek?

Mekkora szemléletváltást jelentenek a forgácsoló szerszámgépekhez képest?

„Ez a technológia átírja a terméktervezés, a gyártástechnológia, a tesztelés eljárásait.”

Az ipar napjainkban számos változáson megy át, ami egyrészt jelent egy információs, másrészt pedig egy technológiai kihívást jelent. Korunk alkatrészeit egyre jobb minőségű, és nehezen megmunkálható, nagy szilárdságú anyagok, és nagyon sok precíz felületet tartalmazó komplex geometriák jellemzik. Számos területén keresik a megoldásokat az iparnak, és állnak át olyan technológiákra, melyek jellemzően már nem járnak forgácsolással.

Dolgozatom egyik célja, hogy az eredetüktől végigkövetve megvizsgáljam, hogy a jelenünkben a fémnyomtatás szerszámgépei, és technológiai mennyire kiforrottak, léteznek-e már ipari alkalmazásuk, és ha igen akkor jelenleg milyen lehetőségekkel és korlátokkal jár az ilyen eljárások használata.

A vizsgálatnak a lényege hogy egy körképet adjon arról, hogy jelenleg milyen fejlettségi szintet képviselnek a piacon kapható fémnyomtató berendezések, jelenlegi képességeiket és elterjedtségüket figyelembe véve, milyen hatásokat gyakoroltak eddig a gépészet különféle területeire, és a fejlesztések irányát tekintve milyen továbbiakat okozhatnak.

A dolgozat további célja, hogy összevessem ezeket a gépeket a szerszámgépekről jelenleg alkotott képünkkel, valamint hogy megvizsgáljam azt, hogy a szerszámgépek jelenlegi szemléletrendszerébe hogyan illeszthetők be.

Különböző összevetéseken keresztül kerül bemutatásra, hogy miért szerszámgépek ezek az additív berendezések, és miként kezelhetők rajtuk - korábban csak forgácsoló szerszámgépekre alkalmazható – leírási módok.

Az értelmezések, és a definíciók egy szélesebb értelmezésével a dolgozat megmutatja, hogy a forgácsoló és a fémnyomtató gépek részegységei között is vannak analógiák, hasonlóságok.

A fémnyomtató berendezésekről alkotott körkép megfelelő bemutatása érdekében, külön kiemelve, többféleképpen kerülnek ismertetésre a jelenleg elérhető, adott esetben már az iparban alkalmazott, additív fémnyomtató szerszámgépek, részletesen leírva, hogy milyen egyedi megoldásokat, eljárásokat, és különleges, vagy szokatlan részegységeket alkalmaznak a társaikhoz képest.

CZIRKÓ VIKTÓRIA
c.viki.968@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Építészmérnöki Kar

KLING ANNA
kling.anna7@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gépészmérnöki Kar

DELI CSILLA RITA
cincillacilla@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gépészmérnöki Kar

*Témavezető:
Pulay Márk
egyetemi tanársegéd, BME GTK*

Ergoterápiás segédeszköz fejlesztése 3D nyomtatott technológiával

Dolgozatunk témája egy olyan eszköz kifejlesztése, amely speciális felhasználók részére készül. Az Országos Orvosi Rehabilitációs Intézet (OORI) együttműködve fejlesztjük ki ezt a termékkonceptiót.

Az OORI-ban gyermekekkel és felnőttekkel is egyaránt foglalkoznak, vannak, akik gerincsérülés után nem tudtak lábra állni, de olyanok is akadnak, akiknek mind a négy mozgásszerve megsérült, ők a tetraplégék. Előfordul, akinek stroke következményeként alakult ki a rendellenesség, vagy valamilyen agysérülés következtében.

Szándékunk egy olyan termék létrehozása, amely mozgásszervileg korlátozott személyek mindennapi életét könnyítené meg, az egyedüli életethez szükséges önállóságot tenné lehetővé. Mivel sokan valamilyen szervük mozgáskoordinációjában akadályozottak, így ennek a kiküszöbölésre törekszünk.

Fontosnak tartjuk, hogy könnyen és olcsón hozzáférhető legyen, ezért 3D nyomtatott terméken gondolkodunk. Ez a technológia ma könnyebben elérhető, mint akár 5 évvel ezelőtt.

Vizsgálatunk során fókuszcsoportos értékelést folytatunk több ergoterapeutával, és még továbbfejlesztjük a terméket az esetleges javításai alapján.

Célunk tehát egy könnyen megtanulható, kezelhető, tisztítható segédeszköz létrehozása. Szeretnénk, ha tényleg egy olyan terméket tudnánk megalkotni, amely a későbbiekben hasznos lehet a rászorulóknak.

FDM 3D nyomtatott alkatrészek gyártásának szoftveres optimalizálása

A gyors prototípus gyártás és az egyedi alkatrészyártás esetében meghatározók additív technológiák, amelyeket egyre szélesebb körben használnak, példának említhetjük az FDM (Fused Deposition Modelling) technológiát. Lényege, hogy az általunk CAD szoftverben megtervezett testek geometriáját rövid idő alatt, egy hőre lágyuló polimer megolvasztásának majd újra megszilárdításának segítségével érjük el.

Az FDM technológiával készült alkatrészek mechanikai tulajdonságaira a meglévő szoftverekben található sok száz paraméter mind hatással van. Az FDM nyomtatott alkatrészeknél megfigyelhető, hogy az anyagszerkezet belső feszültséggyűjtő pontjai a leggyengébb pontok, emiatt pedig itt megy végebe leghamarabb a tönkremenetel. A feszültséggyűjtő pontok csökkentését illetve azok hatásának csökkentését célozza meg szoftveres fejlesztésem.

A szoftver a belső kitöltés szélességének lineáris megváltoztatására lesz képes a belső kitöltés hosszában. Az így létrejövő új geometria képes a feszültséggyűjtő pontok hatásainak csökkentésére, a belső kitöltés és a külső fal rétegek között. A létrehozott szoftver konfiguráció nem lesz hatással a többi paraméter beállításaira, azonban azoktól függetlenül képes lesz a mechanikai feszültség gyűjtő pontok hatásait csökkenteni.

A szoftver fejlesztésének fizikai korlátai maga a 3D nyomtató, és annak felépítése, működése. Matematikai és logikai oldalról a 3D nyomtató vezérlése, illetve a felhasznált szoftver interfacének konfigurálhatósága. Szeretném bemutatni magának a szoftvernek a felépítését illetve fejlesztését. A szoftver teljes kidolgozása után a módosított belső geometriával elkészített próbadarabok szoftveres és mechanikai vizsgálatra kerülnek.

A mechanikai és szoftveres vizsgálat eredményei alapján szeretném meghatározni a szoftver fejlesztés sikerességét. Sikeresség esetén a fejlesztés további irányait, felhasználási területeit és optimalizációját.

Hangszóró forma- és akusztikai tervezés 3d nyomtatás segítségével

Manapság a 3d nyomtatás a legelterjedtebb gyorsprototípus gyártási technológiák közé sorolható. Ez köszönhető annak, hogy az FDM típusú nyomtatókat már nem csak iparban használják, hanem otthoni környezetben is.

Kutatásom célja arra irányul, hogy egy átlag FDM típusú nyomtatóval rendelkező személy képes-e olyan hangrendszereket tervezni, melyeknek formája és akusztikája versenyre tud kelni, a piacon fellelhető hangrendszerekkel. Alapesetben PLA műanyagot használtam a prototípusok készítésére, de néhány helyen ABS műanyagot, fát, szivacsot és gumivegyületeket is alkalmaztam.

A hangszórókat egyedi formavilággal láttam el, a teljesítményükhöz mérten. Célom, hogy versenyképes terméket hozzak létre 3d nyomtással, mely különleges formavilággal és akusztikával rendelkezik.

Ráfröccsöntéssel készült alkatrész szimulációs modelljének létrehozása

Manapság az autógyártás területén fontos a súlycsökkentés, és még fontosabb szerepet kapott az újrahasznosíthatóság. A T-RTM technológia segítségével nagyméretű, hőre lágyuló mátrixú kompozit alkatrészek gyárthatók. Az így létrehozott termékek újrahasznosíthatók és fém alkatrészeket kiváltva jelentős súlycsökkentés érhető el. A T-RTM technológiával létrehozott alkatrészek egyszerű kialakításúak, ezért a nagyméretű termékek merevsége utólagos bordázással növelhető. A bordák ráfröccsöntés segítségével alakíthatók ki, ha a két anyag között megfelelő hegedés jön létre [1,2].

A fröccsöntési technológiák vizsgálati lehetősége a fröccsöntési szimuláció, amellyel fejlesztési folyamatok meggyorsíthatók, illetve olcsóbbá tehetők. Segítségével sok olyan hasznos információ kinyerhető, amelyet a gyakorlatban nem, vagy csak nagyon költségesen kaphatunk meg. Egy jól beállított szimulációval a továbbfejlesztés iránya is megállapítható. A fröccsöntési szimulációs programokkal lehetőség van ráfröccsöntés vizsgálatára is, bár csak korlátok között. A hegedés erősségének leírása szimuláció segítségével még nem megoldott, így azt előre jósolni ilyen módon nem lehet.

A TDK dolgozatom célja megállapítani azokat a tényezőket, amelyek befolyásolják a szimulációk eredményeit. Az így kapott információk alapján létrehozok egy olyan szimulációs modellt, amely a valósághoz legjobban hasonlít, így az érintkező felületen létrejövő állapotokat megfelelően leírja, és a kötés erősségének vizsgálatához a későbbiekben jól használható.

Irodalom:

[1] R. Boros, P. K. Rajamani, és J. G. Kovács, „Thermoplastic Overmolding onto Injection-Molded and In Situ Polymerization-Based Polyamides”, Materials, köt. 11, sz. 11, okt. 2018.

[2] „Multicomponent Technologies | Request PDF”, ResearchGate. [Online]. Elérhető: https://www.researchgate.net/publication/289229299_Multicomponent_Technologies. [Elérés: 19-márc-2019].

RepRap 3D nyomtató tervezése, kivitelezése, tesztelése és minőségi vizsgálata

A dolgozatomban először bemutatom a RepRap és az FMD technológiát. A RepRap szerkezetek általában FDM nyomtatók, amelyek a szálolvasztásos elven működnek, ezért részletesebben leírom ezeknek a gépeknek a működési elvét, melyeket ábrákkal illusztrálok. Mozgásuk szerint hat típust különböztetünk meg, melyekből kettőt alkalmaznak leginkább az önreplikáló nyomtatóknál: a derékszögű X-Y-t és a deltát. Műanyagok széles skáláját használják ebben az iparban, ezeket pontosabban be is mutatom. A háromdimenziós nyomtatás nem merül ki a műanyagok terén. Folyamatos kutatásokat és kísérleteket végeznek új anyagok nyomtatásával is.

A gyakorlati részben kiválasztottam hatféle anyagot, amelyekkel próbanyomtatásokat és kísérleteket végeztem. Az általam kiválasztott anyagok: PLA, PET-G, R-PLA, fa tartalmú PLA, szénttartalmú műanyag és TPU.

A dolgozatom célja egy RepRap nyomtató elkészítése, amihez az egész tervezést dokumentáltam. Minden egyes alkatrész áttervezésre szorult, mert ezek eredetileg fémből készülnek én viszont 3D nyomtatással állítottam őket elő. Végeztem szilárdsági analízist is kettő darab, nagyobb erőnek kitett alkatrészen, hogy megvizsgáljam a kritikus pontokat. A nyomtató kinyomtatása több mint 300 órába telt. Összeszerelés után a nyomtató az elvárásoknak megfelelően működött, az általa készített nyomtatokat összehasonlítottam az eredeti gép által elkészített nyomatokkal. Az eredményeimet összefoglaltam, javaslatokat tettem a továbbfejlesztésre.

ALKALMAZOTT SZÁMÍTÁSTECHNIKA



**Műszaki Tudományi
Szekció**

Automatizált Gyógyszer Adagoló

A mai felgyorsult világban az emberek sokszor elfeledkeznek egyes dolgokról, melyek akár az egészségüket is befolyásolhatják. Gondolok például a rendszeresen szedett tablettás gyógyszerek bevitelére, főleg, ha több időpontban és többfélét kell szedni. Nem csak a felgyorsult világ miatt feledkezhetnek meg az emberek a gyógyszer-bevitelről, hanem az idősebbek a korral kialakuló szenilitásuk miatt is. Egy olyan eszközt szeretnék bemutatni, melyben a felhasználónak az összes tablettáját bele kell helyeznie egy nagyobb tárolóba, melyből azok az eszköz „gyomrába” kerülnek. Az eszköz magától szétválogatja a tablettákat, majd ezután kiporciózza a megfelelő adagokat. Ezeket a „fejadagokat” előre meghatározott időpontokban egy kis tálcán, vagy dobozban a felhasználó részére kibocsátja, hangjelzés és üzenetküldés kíséretében. Háromféle megoldási módszert fogok bemutatni a dolgozatomban. Az egyik megoldási módszer az, amikor a készülék egy kamerával megvizsgálja a tabletták színét és formáját, emellett a tömegét is megméri. A második módszer szerint – amikor pontos emberi közreműködés is szükséges – a megvásárolt tablettákat előre meghatározott helyekre a felhasználónak kell behelyeznie, majd beállítania, hogy mikor kell ezeket bevennie. A harmadik megoldási lehetőség – amelyet én is alkalmazok – hogy egy Deep Machine Learning útján tanított Mesterséges Intelligenciát használ az eszköz. Itt fényképekből képzett adathalmazokból képes magától tanulni az alkalmazott algoritmus, és így nagyon nagy biztonsággal fogja felismerni és szortírozni a készülék az ömlesztett tablettákat. Ezzel a módszerrel ki lehet váltani a tömeg mérést, a külön szín- és forma felismerést, illetve a felhasználónak sem kell folyamatosan kalibrálnia az eszközt. A tervezett készülékház háromszintes, amelynek első szintje szolgál a tabletták felismerésére. Innen a tablettákat a második szintre mozgatja a berendezés a megfelelő tárolókba. Amikor az összeset szétválogatta a gép, és minden tablettát a második szinten helyezkedik el, akkor a felhasználó által meghatározott időpontok és mennyiségek szerint kezdi el porciózni a gyógyszereket. Így kerülnek a harmadik szintre, ami a „földszint” az eszközben. Amikor elérkezik a tabletták bevitelének ideje, a gép a felhasználó részére kibocsátja egy kis tálcán az akkor esedékes gyógyszereket, emellett hangjelzéssel figyelmezteti a felhasználót, vagy mobil applikációból küld egy üzenetet, hogy bevitelre készen állnak a gyógyszerei.

Egyetemi hallgatók lemorzsolódásának vizsgálata asszociációs szabályokból visszavezetett túlélés elemzéssel

Mióta a bolognai rendszer bevezetésre került egy hallgató életútja számtalan alternatív változatban térhet el a mintatantervtől. Ezeknek a variációknak általánosan két kimenetele van. A hallgató elvégzi az egyetemet valamelyik félévben, vagy a hallgató kibukik az egyetemről valamelyik félévben. Ebben a tanulmányban egy adat alapú módszertant javaslok kritikus bukási folyamatok azonosítására, amiket a hallgatóknak mindenképpen el kell kerülniük annak érdekében, hogy minimalizálják a lemorzsolódásuk valószínűségét.

A kibukások vizsgálata során túlélés elemzéssel egy átlagos időbeli eloszlás függvény határozható meg, ugyanakkor csak nagyon körülményesen és pontatlanul vagy egyáltalán nem képes összefüggést adni arra, hogyan befolyásolják a túlélési eloszlás függvényt a csak bizonyos tárgyakból való megbukások, illetve azok felhalmozódása. A lemorzsolódás folyamata tehát láthatóan rendkívül összetett, és a félévek közötti átmenetek szabályainak azonosítása esszenciális lépése a módszertannak.

A javasolt módszertanban a hallgatók életútjai tárgynemteljesítések kapcsán eseményekként vannak reprezentálva minden egyes félévben. Ebben a megjelenítésben gyakori elem halmaz kereséssel felfedezhetőek az ismétlődő mintázatok. A bukással kapcsolatba hozott asszociációs algoritmusokkal pedig meghatározhatóak az egyes szabályokat támogató hallgatók száma, illetve azok konfidenciái. A konfidenciák kulcselemek lesznek a félévek közti átmenetek meghatározásához, amiből egy jóval pontosabb túlélési eloszlásfüggvény generálható. A különböző bukási mintázatok megléte egy adott hallgatónál más és más jellegű eloszlás görbét eredményez. Az eloszlás görbét elemezve meghatározhatóak a kritikus bukási folyamatok, amiket megelőzve a bukási ráta csökkenhet. Az elkészült célértéket adó modell továbbá olyan eszköz is lesz, ami megbecsli, hogy egy hallgató milyen sikerességgel fejezi be az egyetemet az addigi életútja alapján. A módszertan a Pannon Egyetem vegyészmérnök hallgatóinak adatai alapján került kifejlesztésre.

Mikroglia sejtek automatizált morfológiai elemzése mikroszkópos rétegfelvételeken

Az emberi agy működésének feltérképezése és a különféle idegrendszeri funkciók megértése igen aktívan kutatott terület. Az orvos-informatikai fejlesztések nagymértékben elősegítik ezeket a kutatásokat, melyek gyakori eleme a számítógéppel történő sejt- és szövetanalízis. A területen alkalmazott elemző szoftverek folyamatos fejlődése mellett, a korábban manuálisan végzett kiértékelések mind nagyobb részét képes egy-egy célszoftver eredményesen elvégezni, sok esetben a humán szakértőkével összevethető megbízhatósággal, azonban számottevően gyorsabban.

Jelen projekt célja egy olyan mikroszkópos rétegfelvételek kiértékelését végző szoftver fejlesztése, amely kifejezetten a központi idegrendszerben található speciális immunsejtek, a mikroglia sejtek automatizált szegmentálását és szerkezeti analízisét képes elvégezni. A mikroglia sejtek többek között védelmező szerepet töltenek be a központi idegrendszerben, és jelenlegi tudásunk szerint, ezen sejtek alaki és szerkezeti jellemzőinek változása összefüggésbe hozható bizonyos betegségekkel és traumákkal.

A dolgozat áttekinti a mikroglia sejtek alapvető biológiai jellemzőit, valamint részletezi a sejt morfológiáját és annak szerepét, illetve kitér néhány hasonló vagy azonos célú, automatikus sejtanalízist és kvantifikációt segítő szoftver vizsgálatára és összevetésére. Továbbá részletesen bemutatja a kialakítandó szoftver alapját képező elemző eljárást, a szoftver felépítését és funkcióit, a fejlesztés során implementált algoritmusok működését és elvi háttérét. A szoftver létrehozásakor kiemelt szempont volt a minél hatékonyabb és gyorsabb adatfeldolgozás, valamint az elemzés során előállított és vizualizált eredmények minél könnyebb interpretálhatósága. Az előzetes teszteredmények alapján az azonos célú elemző szoftverekhez képest nagyságrendi javulást sikerült elérni a feldolgozás sebességében, a létrehozott egyszerű felhasználói felület pedig megkönnyíti a programozói ismeretekkel nem rendelkező szakemberek munkáját is.

Folyamat teljesítmény mérő keretrendszer és folyamat bányászat

Process mining has become a very important point for every organization and Organizations have to do mining to survive in this competitive world. The same case for PPMF because organizations wants to know how much they are producing where the lagging occurs. What are the draw backs or bottle necks which are effecting our performance? Measuring performance of an organization is the key task and same like process mining. A better and efficient method or process needed when there is less performance and it is only achievable by PPMF and the idea comes into mind that why not try to combine these two processes to achieve efficient results. There is not a lot of data about present on the internet because people are realizing now how much performance is important in the process. The process mining manifesto was released by IEEE task force to educate the people about process mining. The mining manifesto was supervised by Wil van der Aalst which identifies the key benefits the approaches which are discovered till now and what are the key challenges which they are facing now. For management of activities, we need measurement for better production. "Performance measurement Framework is to provide a consistent approach for systematically collecting, analyzing, utilizing and reporting on performance of activities and programs". These two are different approaches but when they use KPIs why not we try to combine and measure real-time performance. Our Strategy is to find KPIs which are similar for both cases. We cannot dig deep because of less data and focus on basic KPIs use this combination for overall performance improvement. We identified the KPIs and Event logs that we will use. The following algorithm and actions are available to calculate the KPIs: state chart workbench (for time based KPIs, and loops) Inductive visual miner (for quality and time based KPIs) Petri net (for TPT and TPC) and Handover for quality indicators. The kpis which are selected or determined for general process are cycle time, total process time, Duration, takt time, quality cost, number of errors. The selected Event logs are Event ID, Timestamp, Activity Name. For future we will perform calculation on data and compare weather is it successful or not.

Statikus keverő GPU-val gyorsított DEM szimulációja

A statikus keverők megjelenése Arthur D Little Inc. 1965-ös szabadalmához vezethető vissza, használatuk az ipari gyakorlatban azóta egyre inkább kezd elterjedni. Fő előnyük, hogy nem tartalmaznak mozgó elemeket, így a forgó, egymáson súrlódó elemek kopása megszűnik. Jobb az energia hasznosítási hatásfokuk, mivel a keveréshez az energia átadás főként az álló keverőelem és a mozgó keverendő anyag között történik, ellentétben a hagyományos keverőkkel, ahol a mozgó keverő elem és a keverendő anyag, valamint a keverendő anyag és az álló berendezés fal között is jelentős az energia átadás. A statikus keverők kialakításából adódóan, beruházási és üzemeltetési költségük is kisebb a hagyományos keverőkhöz képest. Nagyobb anyagmennyiségek kezelésére alkalmas változataik is kezdenek megjelenni, további előnyük, hogy folyamatos technológiákban is működtethetők. Statikus keverőket használnak fluidumok és szilárd szemcsés anyagok keverésére is.

A berendezések kísérleti vizsgálata sokszor nehézségekbe ütközhet, mivel a méréshez használt eszközök befolyásolhatják a szemcsék áramlását ezáltal megváltoztathatják a berendezések működését. A Diszkrét Elem Módszer segítségével a szilárd szemcsés anyagok viselkedése jól szimulálható, vizsgálható, ugyanakkor a számítási igénye jelentősen növekszik a szimulált szemcseszám emelkedésével. A napjainkban egyre inkább fejlődő, viszonylag olcsón és egyszerűen elérhető videokártyák segítségével ezek a szimulációk a berendezés komplexitásától és részecskeszámától függően gyorsan elvégezhetők, a korábbi soros végrehajtású programok több hetes futási ideje néhány órára rövidíthető párhuzamos végrehajtású programok alkalmazásával. A statikus keverők működése szilárd szemcsés anyagok esetén jóval kevésbé kutatott és megértett terület, mint fluidumok esetén, valamint a halmazok diszkrét és folytonos jellegéből adódóan a keveredés is másképpen játszódik le a két esetben. A munkám során ezért statikus keverőben lejátszódó keveredés vizsgálatát végeztem különböző keverőelem szám és geometriák esetén állandó tömegáram és keverőcső átmérő mellett folytonos üzemen. A szimulációkat általam fejlesztett GPU-ra optimalizált programmal végeztem.

Tereptárgy digitalizálása ipari drón segítségével

A pilóta nélküli légitárműveket kezdetben a hadiiparban alkalmazták nehezen megközelíthető küldetések során. Napjainkban a drónok szinte az összes iparágban előfordulnak és egyre összetettebb szerkezetűek. A felhasználáshoz mérten eltérő nagyságú, felépítésű és típusú repülő egységeket alkalmaznak. A kutatás témája egy ipari drónnal segített 3D digitalizálás. A folyamat során egy geodéziai mérőtornyot digitalizáltunk, majd a felvételek segítségével 3D modellalkotást végeztünk különböző szoftverek teljesítményét összehasonlítva.

Xilofon rezgésakusztikai modellezése

Új hangszermodellek tervezése, optimalizálása során egyre fontosabb szerepet kap a számítógéppel segített tervezés, szimulációkon alapuló virtuális prototípuskészítés. E módszerek segítséget nyújtanak a precízen behangolt, minőségi termékek hatékony kialakításában és megkönnyítik a sorozatgyártás előkészítését is.

A xilofon esetében a hangszer hanglesugárzásában két elem játszik döntő szerepet: a hanglap és a rezonátor, melyek egymással illetve az őket gerjesztő kalapáccsal is kölcsönhatásban vannak. Ezen elemek lesugárzott hangterét és mechanikai rezgéseit a hangszer valós geometriája mellett nincs lehetőségünk analitikusan kiszámítani. Ezért valószerű elrendezések (szabálytalan hanglapkivágások, különböző alakú rezonátorok) modellezéséhez érdemes valamilyen közelítő módszerrel – például a végeelem-módszerrel – végezni a számításokat.

Dolgozatomban egy xilofon hanglapjainak és rezonátorainak rezgésakusztikai viselkedését vizsgálom először egymástól függetlenül, majd csatolt modellben az egymásra gyakorolt kétirányú kölcsönhatások figyelembevételével. E hatások elemzéséhez a modell bemenetén mind pontszerű, mind modális gerjesztést, mind pedig a kalapács dinamikáját leíró nemlineáris gerjesztést is megvizsgáltam. A vizsgált hangszerről rendelkezésre állnak mérések is, így eredményeimet a mérési adatokkal is össze tudtam hasonlítani.

Eredményeim, amellet, hogy a hangszer tervezése során virtuális prototípuskészítéshez alkalmazhatóak, használhatóak xilofonhang szintetizálására is, ugyanis a hanglapon bármilyen pozícióban elhelyezett, tetszőleges nagyságú kalapácsgerjesztés esetén meghallgatható a hangszermodell által szimulált lesugárzott hang. Dolgozatomban azt is bemutatom, hogy a hangszer egyes elemeinek változtatása hogyan befolyásolja a megszólaló hangot.

ÁLTALÁNOS ANYAGTUDOMÁNY



**Műszaki Tudományi
Szekció**

Átmeneti fémekkel adalékolt vegyesoxidok szintézise katalizátorhordozók fejlesztése céljából

A hatékonyabb környezetvédelem, a kevesebb hulladék és a különféle melléktermékek keletkezése miatt a katalitikus módszerek alkalmazása egyre inkább előtérbe kerül az ipar számos területén. Az ipari szintézisek jelentős százaléka, a költséghatékony termelés biztosítása érdekében katalizátor jelenlétében játszódik le. A katalizátorok a kiindulási anyagokkal reakcióba lépve gyorsítják a reakciót. A megfelelő katalizátor kiválasztása, annak elválasztása és végül visszanyerése a reakcióelegyből kulcsfontosságú része minden katalitikus eljárásnak. Olyan mágneses tulajdonságú fém-oxidok fejlesztése a célom, amelyek kitűnően alkalmazhatók nemesfémtartalmú katalizátorok előállítására. Az általam előállítani kívánt vegyes oxidok mágneses tulajdonságuknak köszönhetően mágneses elválasztással egyszerűen visszanyerhetők a folyadékfázisból mágneses tér alkalmazásával így gátat szabva a katalizátorok visszanyerése okozta problémáknak. Ezek a mágnesezhető átmeneti fémekkel adalékolt vegyesoxidok optimális hordozóanyagok lehetnek a katalizátorgyártás területén. Kutatómunkám során olyan szintézis módszer kidolgozása és optimalizálása a cél, amellyel mágnesezhető fémoxid nanorészecskék hatékony szintézisét valósíthatom meg. Az eljárás alapjául a hagyományos égetési módszer szolgál, melyet szonokémiai aktiválással egészítek ki. A folyamatban a fém-sók poliol közegű oldatát nagy energiájú ultrahangos besugárzással kezelem. Az ultrahangos homogenizátor alkalmazása során fellép a kavitáció jelensége. A folyadék sebessége nyomásesés közben hirtelen megnő. A folyékony közegbe bejutó hanghullámok frekvenciától függően nagy, illetve alacsony nyomású ciklusokat generálnak. Az alacsony nyomású ciklus alatt a nagy intenzitású ultrahangos hullámok kis vákuum buborékokat (üregeket) hoznak létre a folyadékban. Amikor a buborék eléri azt a térfogatot, amelyen már nem képes elnyelni az energiát, összeroskad a nagynyomású ciklus alatt, így „megszakítva” a szilárd részecskéket. A felszabaduló energia eredményeképp a poliolok reagálnak a fém prekursorokkal és fém-oxid, valamint fém-hidroxid részecskék keletkeznek. A következő lépés a poliol fém-oxid vagy fém-hidroxid felületéről történő leégetése Bunsen-égő lángját használva. A visszamaradt nanopor így mágneses tulajdonságokra tesz szert, amit aztán használhatunk mágneses tulajdonságú katalizátorok hordozójaként.

Hőhatásövezet direkt és indirekt szerkezetvizsgálata amorf lágymágneses anyagok lézeres vágása után

A járműiparban jelenleg az új kibocsájtási előírások következtében folyamatosan csökken a belső égésű motorral gyártott autók piaci részesedése. A hibrid és a tisztán elektromos hajtások fokozatosan nyernek teret a piacon, aminek legnagyobb előnye a lokális emissziómentesség. Ezen cél elérése végett igény lett az elektromos autók nagyobb volumenű gyártására.

A nagy ipari gyártók folyamatosan keresik a megoldásokat az egyszerű konstrukciójú és nagyobb hatásfokú elektromotor minél termelékenyebb és olcsóbb gyártásához.

Az elektromotorokban található álló rész (sztator) és forgó rész (rotor) hagyományosan, túlnyomóan FeSi ötvözetek, melynek szegmenseit jelenleg stancolással készítik.

Feladatomban volt egy korszerű lágymágneses anyag, a METGLAS alkalmazásának vizsgálata elektromotor részegységének gyártásához. A kiinduló alapanyag szerkezete amorf, ennek köszönhetően nagy keménység és ridegedésre való hajlam jellemzi. A stancoló prés szerszámát nagyon koptatná az üvegfém, és a kivágott termék is könnyen megrepedhet, így más gyártási technológia bevezethetőségét kellett megvizsgálni. A választás a lézersugaras vágásra és a szikraforgácsolási technológiára esett. A lézersugaras vágásnak hátránya a hőhatás, ami az amorf anyagok jelentős szerkezetváltozását okozhatja a hőhatásövezetben. Ezzel kedvezőtlen irányba módosulhatnak a mágneses és mechanikai tulajdonságai a legyártott lemezszegmensnek. A szikraforgácsolás bár nem egy produktív technológia az iparban, a vágás során elvileg kisebb hőhatásövezetet hoz létre, így szerkezetvizsgálati szempontból érdekes lehet a lézeres vágással történő összehasonlítása.

Mérési ütemterv alapján meghatározott méretű lágymágneses próbatestek lézeres vágás utáni hőhatásövezetének mikrokeménységi, törékenységi, metallográfiai, illetve röntgendiffrakciós és nagy felbontású, pásztázó elektronmikroszkópos vizsgálatát hajtottam végre. Az eredményeket összesítettem és feldolgoztam, ezáltal lehetett következtetni az ipari gyártásban való bevezethetőségére.

Nedvesítési szög vizsgálata víz esetére csendes villamos kisüléssel kezelt fém es műanyag felületeken, valamint magvakon

Materials such as copper, glass, and aluminum, as well as different plastics were treated with silent discharges and the contact angles were investigated for water. These materials are very important as they are very useful in the industries and in our domestic homes as well. The type of treatment used was dielectric barrier plasma discharge and treatment was done considering time, speed, and voltage parameters. Contact angle methods was evaluated to determine the optimum best method which produces the most accurate results. The methods used were a software [ImageJ] with computer java-based plugin which measure contact angles and other parameters from an image of a droplet. My findings indicated that generally the surface energy increases significantly with initial time of treatment, but the properties change and begin to decrease rapidly to almost half with increasing time. The hydrophilic state by plasma irradiation is not permanent and the surface returns gradually to the original hydrophobic state. Also, there was evidence of the fact that silent discharges increase the surface energy of glass material thereby increasing the hydrophilic behaviour of the droplet on the glass surface. There is also a relation between voltage and diameter. Diameter of the droplet was found increasing with further increase in voltage. This behaviour can be attributed to the fact that rising external voltage is increasing additional micro discharges which occur at new positions because the presence of residual charges on the dielectric has reduced the electric fields at positions where micro-discharges have already occurred. Comparing the results of contact angle from each of the four methods, the only deviation seen was measurement done with ImageJ without a plug in extension. This can be since this method is prone to errors as measuring the contact angle can be very difficult and the application does not account for non-horizontal or tilts in the image. The average contact angles for Drop-snake, contact-angle and the drop calculations were very similar so can be said that these are very good and accurate methods for measuring drop contact angles. The research was supported by EFOP-3.6.2-16-2017-00018 “Produce together with the nature-agroforestry as a new out breaking possibility” project.

Mágneses ioncserélő gyanta adszorpciós tulajdonságainak vizsgálata

Az adszorpció világszerte széles körben használt ipari művelet, de a mindennapi élet során is gyakran találkozhatunk vele. Adszorpciós folyamatnak számít, ha textilfesték fogja meg ruháinkat, ha papírtörölővel felitatunk egy folyadékot, ha hajfestékekkel festjük be hajunkat. Ipari felhasználását tekintve alkalmazzák gáztisztítási eljárások során, de gyakran alkalmaznak adszorpciós módszereket a gázkeverékek komponenseinek szétválasztására is.

Részletes irodalomkutatást követően a feladatom az volt, hogy egy Amberlit ioncserélő gyantából készített mágneses gyöngy (MPB) adszorpciós vizsgálatait elvégezzem. Ennek során szervetlen ionok (nehézfémek: Pb^{2+} , Cd^{2+} , Ni^{2+} és Cu^{2+}), illetve szerves anyagok (metilénkék) kötődését is vizsgáltam a mágneses adszorbensen.

Az adszorpciós méréseimet Batch, azaz szakaszos mérési módszer szerint végeztem. Eszerint a szorpció során a koncentráció az egyensúly beálltaig folyamatosan változik, miközben az ismert tömegű szilárd minta a szintén ismert összetételű folyadékfázissal érintkezik.

Az adszorpciót követően az egyensúlyi oldatok koncentrációjának méréséhez ICP (induktív csatolású plazma atomemissziós spektrométer), valamint UV-VIS spektrofotométert használtam. Az oldatokban maradt, nem adszorbeált szervetlen ionok mennyiségét ICP-vel, a metilénkék maradékösszetételét pedig UV-VIS-sel mértem.

Az adszorpciós eredményekre izotermákat illesztettem Origin program alkalmazásával. Munkám során a klasszikus izotermákra fókuszáltam, mivel ezeket alkalmazzák leggyakrabban az irodalmi forrásokban, így az általam kapott eredményeket könnyen össze tudtam hasonlítani korábbi tanulmányokkal.

Magnetit és maghemit nanorészecskék szintézis módszerének optimalizálása

Eddigi kutatásaim során eredményesen kombináltam a szonokémiai és égetéses (combustion) módszereket a mágneses nanorészecskék előállításához. A szintézis során vas-oxid prekursorokat használtam fel, melyeket polietilén-glikolban diszpergáltattam egy nagy hatékonyságú ultrahangos technikával (Hielscher-homogenizátorral). Bunsen égő segítségével a PEG alapú diszperziót hevítve elégettem a poliólt, így létrehozva a mágneses nanorészecskéket. Ezeket a részecskéket DNS tisztítási műveletekben használtam fel. TDK dolgozatomban az előző évben megkezdett kísérleteimet úgy viszem tovább, hogy vas (II)-acetátból a fent említett módon mágneses nanorészecskéket állítok elő. Az elkészített termékből egy mintasorozatot készítek, amelyeket O_2 atmoszférán, csökemencében oxidálok különböző hőmérsékleteken. Az oxidáció következtében változtatható a széntartalom a mintában. Az oxidációs utókezelés elsődleges célja, hogy a széntartalmat a lehető legkisebb értékre korlátozzuk annak érdekében, hogy azok a nanorészecskék legyenek maximális mennyiségben, amelyek mágneses tulajdonságokkal rendelkeznek. Ezek a magnetit és maghemit. Az előállított részecskék vizsgálatát transzmissziós elektronmikroszkóppal, röntgendiffrakcióval és infravörös spektroszkóppal, valamint CHNS elemanalízissel tervezem végezni. A részecskék felületét különböző stabilizátorokkal módosítom a hatékonyabb diszpergálhatóság céljából. Az így kapott terméket tesztelem DNS szeparációs műveletekben, mely célra jól alkalmazható az E. coli baktériumokból kinyert plazmid típusú DNS.

Mikroszerkezeti folyamatok vizsgálata deformált polikristályos alumínium rendszerekben

A TDK munka keretei között a szakirodalmi áttekintésben összefoglaltam a vizsgált témához kapcsolódó szakirodalmi forrásokat. Ismerttettem a képlékeny alakításhoz, különösen a hideghengerléshez kapcsolódó eredményeket, a deformációk leírását, a dolgozat vizsgálatának fókuszpontjaként az aszimmetrikus hengerlést, az aszimmetriát jellemzőnkülönböző paramétereket. Áttekintettem a polikristályos anyagokra vonatkozó legfontosabb ismereteket, a képlékeny deformációt leíró paramétereket, közöttük felismerhető összefüggéseket, számítási módokat. Röviden összefoglaltam a szimmetrikus hideghengerlésre kidolgozott numerikus modellt, amit a dolgozat eredményeivel bővítettem. A numerikus modell kidolgozásában elsőként a számítás alapjául használt végelelemes modellezést (FEM módszer) és a használt geometriát mutattam be. A szimmetrikus numerikus felépítése fejezetben meghatároztam a modellben szereplő paraméterek értékét. Összehasonlítottam a különböző modellekkel számított eredményeket mérésből származó értékekkel. Az aszimmetrikus hengerlés modellezése fejezetben az azonos geometriai kialakítású, de eltérő sebességgel végzett szimmetrikus, illetve aszimmetrikus hengerléssel végzett hengerléseket hasonlítottam össze. A FEM szoftverrel számított deformációs eredmények alapján kiszámítottam a mikroszerkezetet leíró diszlokációsűrűséget és átlagos szemcsenagyságot. A szimmetrikus hengerléshez kapcsolódó eredményeket összefoglaló cikk megjelenése folyamatban van. Továbblépési lehetőségnek a szimmetrikus hengerlésre vonatkozó modell kiterjesztését aszimmetrikus hengerlésre gondolom. Továbblépés lenne még az eddigi eredmények összevetése további mérési adatokkal.

Témavezetők:
Kovács Kinga Dóra
doktorandusz, ELKH-EK MFA,
Nanobioszenzorika Lendület Kutatócsoport
Dr. Bonyár Attila
egyetemi docens, BME VIK
Dr. Horváth Róbert
tudományos főmunkatárs, csoportvezető, ELKH-EK MFA,
Nanobioszenzorika Lendület Kutatócsoport

PHSRN polipeptid oldat hatása a HeLa sejtek adhéziójára

A gyakran szinergiapeptidként is emlegetett PHSRN egy 5 aminosavból felépülő szekvencia (prolin, hisztidin, szerin, arginin, aszparagin), amely a fibronektinen található. Ezen oligopeptid az RGD jelenlétében a sejtek adhézióját segíti elő, önmagában nem elég a sejtek letapadásához, míg az RGD önmagában is képes a sejtadhézió előidézésére. [1, 2]

A PHSRN peptid szinergikusan fokozza a sejtadhéziót, ha az RGD kis koncentrációban van jelen, tehát amikor a sejtek csak gyengén tapadnak a felülethez. Nagy RGD koncentráció esetén a szinergiapeptid jelenléte negatívan befolyásolja a sejtek tapadását. A PHSRN lehetővé teszi a sejtek adhézióját és osztódását alacsony RGD sűrűségű felületeken. [1]

Szignifikánsan magasabb a sejtek osztódása PHSRN-G6-RGDS együttes használatával, amely közel kétszer akkora denzitást okoz, mint az RGDS vagy akár a PHSRN-RGDS együttes használata. Az RGDS és a PHSRN közötti távolság és orientáció is fontos tényező e két motívum számára a sejtosztódás fokozásának szempontjából. [2]

A PHSRN hatásait korábban kizárólag felületen alkalmazva, mikroszkóppal vizsgálták, ezzel szemben dolgozatomban fő célja különböző koncentrációjú PHSRN oligopeptid oldatok HeLa sejtekre gyakorolt hatásának vizsgálata. A kísérletekhez jelölésmentes optikai bioszenzort használok, amely kitűnően alkalmas a sejtadhézió időbeni monitorozására.[3] Kutatómunkám fő kérdése, hogy a PHSRN peptid oldatban is ugyanazt a szinergikus hatást fejtje-e ki, mint felületen alkalmazott formájában.

[1] Franziska C. Schenk, Heike Boehm, Joachim P. Spatz, and Seraphine V. Wegner, „Dual-Functionalized Nanostructured Biointerfaces by Click Chemistry”, Langmuir 2014, pp. 6987-6905

[2] Mitsuhiro Ebara, Masayuki Yamato, Takao Aoyagi, Akihiko Kikuchi, Kiyotaka Sakai, and Teruo Okano „A Novel Approach to Observing Synergy Effects of PHSRN on Integrin–RGD Binding Using Intelligent Surfaces”, Advanced Material 2008, 20, pp. 3034–3038

[3] Norbert Orgovan, Beatrix Peter, Szilvia Bősze, Jeremy J. Ramsden, Bálint Szabó & Robert Horvath „Dependence of cancer cell adhesion kinetics on integrin ligand surface density measured by a high-throughput label-free resonant waveguide grating biosensor”, Scientific Reports volume 4, Article number: 4034 (2014)

Speciális hengerlési technológia jellemzőinek feltárása

A Miskolci Egyetem és a CERN között 2019-ben létrejött kutatási együttműködés keretében speciális, úgy nevezett keresztghengerlési technológiával állítunk elő nióbbium lemezeket, melyek szupravezető alapanyagként fognak szolgálni. Ezen lemezek szerkezetvizsgálatait szintén a Miskolci Egyetem végzi. A technológia újszerűsége miatt rendkívül kevés ismerettel rendelkezünk e területen. Annak érdekében, hogy megtudjuk, a keresztghengerlés milyen különbségeket okoz az előállított lemez anyagtulajdonságaiban a konvencionális hengerléshez képest, kísérletsorozatot végeztem a nióbbiumhoz hasonló mechanikai jellemzőkkel rendelkező 5042 típusú alumínium lemezekben. A kísérletben azonos paraméterekkel végeztünk egyirányú és keresztghengerléseket. A hengerelt lemezek anizotrópia vizsgálatai magába foglalják a kristálytani és mechanikai anizotrópia jellemzését, melyet a Fémtani, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet által kifejlesztett módszerrel végeztem, illetve csészehúzó vizsgálatokkal validáltam. Eredményeim alapul szolgálnak a nióbbium lemezek fülesedésének becslésére alkalmas módszer kifejlesztésére.

Szimulált radioizotópok immobilizációjának vizsgálata alkáli aktivált szervesetlen polimerekben

A nukleáris energiának a világ energiaellátásában való egyre nagyobb térnyerése miatt folyton felmerül a radioaktív hulladékok kezelésének kérdése. A jelenlegi, radioaktív hulladékok (a kimerült fűtőelemek kivételével) beágyazására használt anyagok – a cement és a bitumen – kioldódási tulajdonságai, tűzállósága, savakkal szembeni ellenálló képessége, stb. korántsem ideális. További probléma a radiolitikus hidrogéntermelődés, ami hosszútávon jelentős károkat okozhat a beágyazóanyag szerkezetében, így megkönnyítve a radioaktív izotópok kijutását a környezetbe.

Ezekre a problémákra megoldást jelenthet alkáli aktivált szervesetlen polimerek használata, melyek kémiai és termikus stabilitása felülmúlja a közönséges portland cementét, valamint immobilizációs képességük is több nagyságrenddel jobb. Ezen anyagrendszerek nagy előnye, hogy a portland cementtel ellentétben nem tartalmaznak szerkezeti vizet, és az egyéb módon megkötött víztartalom hőkezeléssel eltávolítható, így a víz radiolízise miatt felmerülő nehézségek nem jelentkeznek a radioaktív hulladékformában.

A kutatásom célja az alkáli aktivált kötőanyagok összetételének optimalizálása az immobilizáció szempontjából, valamint az alkáli aktivált rendszerek összehasonlítása a portland cementtel. E cél teljesítéséhez kioldódáskísérletek elvégzésére van szükség, melyek során cézium-kloridot ágyazok be a változatos összetételű mátrixokba. A választott anyagokkal az egyik leggyakoribb U-235 hasadványterméket, a Cs-137 izotópot kívánom szimulálni.

AUTONÓM JÁRMŰVEK 1



**Műszaki Tudományi
Szekció**

Autonóm járművek navigációja vizuális odometrián alapuló SLAM algoritmus segítségével

Az autonóm és magas szinten automatizált járművek fejlesztése napjaink egyik leginkább kutatott tudományos területe. A számítógépek, valamint az információs és szenzor technológiák rohamos fejlődése előre vetíti az autonóm járművek megjelenését az utakon. A technológia elterjedésének egyik alapfeltétele a robusztus és nagy pontosságú környezetérzékelés, ami jelen pillanatban is nagy kihívást jelent a terület kutatói számára. A fő nehézséget az ember és a gép környezetérzékelési képességeiben megnyilvánuló különbség okozza. Amíg az ember képes érzékelni, rendszerezni, felismerni a környezetét az abban található objektumokkal együtt, szélsőséges feltételek mellett is, addig az autonóm járművek, robotok érzékelési és döntési képessége erősen korlátozott. Az ember érzékszervei kapcsolatban állnak az előzetes tudásával, ismereteivel, így egy idegen helyre belépve szinte azonnal elő tudja állítani az adott környezet virtuális térképét és lokalizálni tudja magát ezen a térképen belül. Autonóm járművek számára egy ilyen térkép elkészítése nem triviális. Annak ellenére, hogy az emberi és gépi környezetérzékelési módszerek gyökeresen eltérőek, a megoldandó navigációs probléma mindkét esetben ugyanaz. Ez a probléma három részfeladatra bontható le, amelyek átfedésben vannak egymással. Ez a három részfeladat a helymeghatározás térképezés és útkeresés. Kutatásom során az előbbi három részfeladat közül a helymeghatározással és térképezéssel, mint szimultán problémával foglalkozom, amelyet a vonatkozó szakirodalomban SLAM (Simultaneous Localization And Mapping - szimultán helymeghatározás és térképezés) problémának neveznek. A SLAM algoritmusok arra a kérdésre keresnek választ, hogy egy ismeretlen helyen, ismeretlen kezdőpontban elhelyezett objektum képes-e mozgása során térképet létrehozni a környezetről, és ezzel egy időben a térkép felhasználásával saját pozícióját is meghatározni a térben. A kutatás célja egy olyan vizuális odometrián alapuló algoritmus megalkotása, amely csupán egyetlen kamera és a környezetről előzetesen rendelkezésünkre álló alapvető információk segítségével képes megoldani a SLAM problémát, valamint az algoritmus tesztelésére szolgáló jármű megtervezése és megépítése.

Autópálya haladás megvalósítása megerősítéses tanulás alkalmazásával

A mesterséges intelligencia és gépi tanulás napjainkban egyre jelentősebb szerepet tölt be. A világ szinte minden területén megjelenik, hogy a legkülönbözőbb problémákra, feladatokra megoldást nyújtson. Az autópálya is nagy erővel próbálja felhasználni a tanuló algoritmusokat a legnagyobb kihívást jelentő absztrakt problémák megragadására és megoldására. A gépi látás, az objektum felismerés, különböző irányítási feladatok megfelelő adat és kód segítségével, részben vagy egészben megoldhatók. Munkám során egy olyan tanuló algoritmust hoztam létre, mely képes megtanulni szimulált autópályán való közlekedést, és ebben a környezetben úgy navigálni, hogy azon baleset nélkül végig tudjon haladni az általa irányított járművel. Az algoritmus egy Multi Layer Perceptron struktúrával megépített neurális hálózat segítségével és megerősítéses tanulást használó algoritmussal alkottam meg. A kialakított szimulációs környezet egy nyílt forráskódú forgalom szimulátorral integrált Python kóddal reprodukálja a folyamatosan változó autópályás forgalmat. Több vezetési stílussal rendelkező vezetőt és autót implementáltam, hogy minél nagyobb véletlenszerűséget biztosítsak a tanulás folyamán. A dolgozatban a projekt implementálása során felmerülő nehézségek és a tanulási folyamatban megfigyelt tanulást lassító vagy azt megakadályozó hibák is megfogalmazásra kerülnek, illetve a különböző forgalmi helyzetekben elért eredményeket részletesen ismertetem.

Cél megközelítés lidar szenzor információk alapján gépi tanulással

A gépi tanulás napjaink egyik fontos kutatási területe. Sok más iparág mellett az autópárhban is egyre több bonyolult problémára próbálnak megoldást találni mesterséges intelligencia használatával. A gépi tanulás egyik népszerű formája a megerősítéses tanulás, aminek eredményeként az ágens képes a környezetet leíró információk alapján döntést hozni. Munkám során egy ilyen ágens elkészítése és betanítása volt a cél, aminek feladata az, hogy egy differenciális robotmodellt irányítva eljuttassa azt a kijelölt célpontba.

Ehhez először elkészítettem egy robot, valamint a célpontokat meghatározó objektumok OpenAI Gym osztálystruktúrájának megfelelő környezeti modelljét, majd felépítettem a neurális hálózatot és a tanuló algoritmust. Különböző paraméterek mellett elvégzett tanítások során vizsgáltam az elért eredményeket, majd véletlenszerű célpontelrendezések esetén teszteltem őket szimulációs környezetben. Miután a tanítások eredménye a szimulációk során megfelelőnek bizonyult, az ágens működőképességét valós környezetben vizsgáltam. Ehhez egy lidar szenzorral felszerelt differenciális robotmodellt használtam, aminek működtetése Robot Operating Systemen keresztül történik. Ahhoz, hogy a szimulációs környezetben betanított ágens valós körülmények között is működőképes legyen, a valós környezetből is elő kell állítani a szimulációk során alkalmazott állapotvektort. Ennek érdekében egy algoritmus feldolgozza a lidar szenzor információt, majd a detektált pontfelhőből meghatározza a mindenkori célpontot, mely robothoz képest vett helyzete alapján előállítható az ágens működéséhez szükséges állapotvektor.

A dolgozatban ismertetésre kerül az algoritmusok implementálásának folyamata, a projekt során szerzett tapasztalatok, valamint az elért eredmények is.

Development of cell phone application to improve pothole detection system

The purpose of my research is to create a mobile application, which anyone can download, and store the detected pothole locations in the cloud, without human interaction. The importance of the topic is high, because of the number and the continuous presence of road faults on public roads. In many cases, the potholes are hard to get noticed in time, and it could seriously damage the vehicle. In fatal cases, personal injuries could be caused. The most vulnerable parts of vehicles are the tires, the suspension, and the chases. These parts are essential elements of safe driving, for this reason a pothole prediction system is needed to alert the drivers in time.

Maimakova (2019) developed a standalone pothole detecting measuring system, which was based on a spider8 measuring device, and three accelerometers. My aim is to improve the prototype measurement circuit and develop a handheld and more compact detecting system, based on the previous results. Both the old and the new processes' biggest challenge is in the sensing method. Thus there are a wide variety in size of potholes, and vehicles, which make the sensing difficult.

Since the system must prove itself in everyday life, I had to select a device and a system that is found in most peoples' pocket. For this reason, I chose phones with Android operation system. Android systems are widely used on the globe. Android can be found for example in handheld devices and vehicles. The hardware, and the operation system is already available, only one part is missing, the right software. There are applications already, what helps driver to navigate. These apps are really useful, and can be easily upgraded with new functions. My application is a demonstration to show another usage of GPS location and accelerometers for the purpose to avoid major potholes and poorly maintained roads.

Járműtesztelésben használatos zavarócélú objektum vezérlése járműipari szimulációs szoftver alapján

Az önvezető járművek terjedésével újabb ipari és kutatás-fejlesztési probléma-halmaz képződik, amely többek között ezen járművek tesztelését, valamint az ezt lehetővé tevő fizikai- és szoftveres környezet megalkotását jelenti.

A dolgozatomban a fejlett járműfunkciók tesztelésénél használt zavaró célú objektumok ipari járműszimulációs szoftverek segítségével történő vezérlésének módjait vizsgálom, amely meghatározó elem az önvezető járművek vizsgálati keretrendszerének szempontjából is. Az Autóipari Próbapálya Zala Kft. duális hallgatójaként az Intézményi Tudományos Diákköri Konferencia dolgozatom témája is ezen ipari és kutatás-fejlesztési probléma köré épül.

Munkám során először a témához kapcsolódó irodalmakat dolgozom fel, továbbá bemutatom a ZalaZONE Járműipari Tesztpálya fejlett vezetéstámogató rendszerekre és önvezető járművek vizsgálatára irányuló koncepcióját, a Scenario-in-the-Loop (SciL) tesztelési keretrendszert. A jelenlegi megítélésünk szerint a SciL tesztelési környezetben adaptív vezérléseknek van létjogosultsága, amely azt jelenti, hogy a tesztcélú zavaróobjektumok aktiválási feltételeinek nem statikus, állandó paramétert választunk, hanem dinamikus, időben folyamatosan változó értéket. Az általam elkészített szimulációs modellben ilyen, a tesztelt jármű viselkedésén alapuló adaptív vezérlést valósítok meg egy iparban is használt járműszimulációs szoftver segítségével. Munkám második felében ismertetem a felhasznált szoftvereket, melyek elengedhetetlenek a fejlesztés és a képviselt irány szempontjából, továbbá bemutatom az elkészített koncepciót, annak alelemeit, azok felépítését, egymással való kapcsolatát. Munkám utolsó részében az elkészített adaptív vezérlést különböző forgatókönyvek (úgynevezett szenáriók) futtatásával végzett méréseken keresztül ellenőrzöm és validálom.

Megerősítéses tanulás és MCTS integrálása trajektória követés esetére

Napjainkban az autóipar egyik kiemelt célja a magasszintű automatizáltságot biztosító önvezető rendszerek fejlesztése. Ezeknek a törekvéseknek a legfőbb akadálya a közlekedéssel kapcsolatos irányítási feladatok sokfélesége és komplexitása, amely nem csupán a fejlesztéseket lassítja, hanem új megközelítések és algoritmusok használatát igényli, ennek köszönhetően egyre nagyobb a gépi tanulás szerepe a klasszikus algoritmusok mellett. Járműirányítási feladatok megoldására gyakran használnak felügyelt tanulást, ahol a bemenet és kimenet közötti kapcsolat reprodukálása a cél, ilyen rendszerek segítségével több jelentősebb eredményt is sikerült elérni, azonban ezeknek a megoldásoknak több hátránya is van, ilyen a nagyméretű címkézett adathalmazok szükségessége és az elérhető eredmény korlátozottsága. A megerősítéses tanulást a gépi tanulás másik ágát azonban egyik említett hátrány sem érinti, ezért és a szabályozási feladatok területén elért eredményei miatt vált népszerűvé a kutatók körében az elmúlt néhány évben, viszont az algoritmusoknak ez a csoportja sem mentesül a gépi tanulást sújtó általános problémáktól, melyek a nem megfelelő robusztusság, illetve a gyakran felmerülő rossz konvergencia tulajdonságok. A klasszikus algoritmusok problémája, hogy ugyan képesek optimális vagy szuboptimális megoldásokat biztosítani, azonban gyakran nem áll rendelkezésünkre olyan számítási kapacitás, amellyel ezek elérhetőek lennének valós időben, vagy ha elérhetőek a túl nagy költségek miatt nem tudunk ilyen eszközöket használni. A kereső algoritmusok területén az említett gyengeségeket a Monte Carlo Tree Search algoritmus mérsékeli, amely lehetőséget ad egy aszimmetrikus keresőfa felépítésére egy domén specifikusan hangolható egyensúly kialakításán keresztül a mohó és nem informált keresési technikák között. A dolgozatom célja, egy olyan algoritmus fejlesztése, mely az MCTS által biztosított eredményeket felhasználva növeli a tanuló algoritmusokkal elérhető eredmény robusztusságát, javítja a konvergencia tulajdonságokat és eközben a valós idejű felhasználást is lehetővé teszi. Az algoritmus tesztelését egy kinematikai bicikli modell trajektória követési feladatán keresztül végzem el, amely során több algoritmus által biztosított eredmény minőségét hasonlítom össze.

Moduláris szenzorfüzió fejlesztése autonóm járművek környezetérzékelésének támogatására

Az autonóm és egyéb magasan automatizált járművek terjedése napjaink során egyre inkább előrevetíthető és érzékelhető. A bekövetkező pozitív hatások, több kulcsterületet is érintenek: a gazdaság, a közlekedésbiztonság, a környezetvédelem és a társadalom. Ezért közkeletű kutatási témát is képez különböző szakterületeken is.

Az elterjedés feltétele, a megfelelő funkcionális biztonság elérése, melynek egyik alappillére, a megbízható és robosztus környezetérzékelés. Ez különböző szenzorok segítségével valósul meg. Minden szenzor típusnak megvan a működési sajátosságából származó előnye és hátránya. A szenzorfüzió általános célja, hogy az összes szenzor adatát felhasználva felépítsen egy egységes környezeti modellt, amely megbízhatóbb, mintha bármelyik szenzor önmagában került volna alkalmazásra.

Az automatizáltság növekedésével a funkcionális biztonság és ezzel a környezeti modell felé támasztott elvárások is növekednek, ezért sok gyártó alkalmaz egyre diverzifikáltabb szenzorklasztereket. Ez a szenzorfüzió fejlesztése kapcsán kihívást jelent, ugyanis moduláris architektúrát követel meg. A szenzorfüggetlen fúziós algoritmus feltétele a magas absztrakciós szintű bemenő adatok előállítása, amely azonban információvesztéshez vezethet. Kutatásom célja az volt, hogy az ilyen típusú szenzorfüziót úgy támogathassam, hogy a modularitás és a magas absztrakciós szint mellett, robosztus és megbízható környezetérzékelést valósítson meg. Ezt a célt a hagyományos moduláris szenzorfüziós algoritmusokból kiindulva egy új architektúra tervezésével értem el. Továbbá fontos szerepet kaptak a kutatás során az objektumkövető és állapotszűrő algoritmusok. Ezáltal a továbbfejlesztett szenzorfüzió képes az autonóm járművek robosztus környezetérzékelésének támogatására változatos szenzorklaszterek esetén is, ezzel is hozzájárulva azok terjedéséhez.

Vezérlőegység ADAS fejlesztéshez

A közúti forgalom egyre sűrűbbé válásával a balesetszám progresszíven növekedne, ha a közlekedéssel és a járművek biztonsági rendszereivel kapcsolatban nem születnének mindig újabb és szigorúbb előírások. A fejlett országokban egyre kevesebb mód van az úthálózat bővítésére, így a növekvő forgalommal csak a meglévő infrastruktúra egyre hatékonyabb kihasználása tud lépést tartani. E hatékonyságot és biztonsági szintet napjainkban a vezetőt segítő rendszerek és az autonóm járművek egyre nagyobb mérvű bevetésével lehet elérni.

E rendszerekben közös, hogy a jármű környezetét és mozgásállapotát megfigyelő szenzorok jeleit összetett algoritmusok dolgozzák fel, melyek fejlődéséhez elengedhetetlen a valós adatok gyűjtése. A tudományos diákköri tevékenység célja egy olyan hardver eszköz kialakítása, ami a vezető által adott beavatkozásokat naplózza. Az így gyűjtött információ segítségével elemezhető, hogy a vezetést támogató rendszer aktuális verziója milyen hatással van a vezetőre. Az adatokat visszajátszva, azokkal irányítható a tesztjármű, így teljesen reprodukálhatóvá válik a teszt.

A dolgozatban meghatározásra kerülnek a fő- és részfunkciók, a megvalósításhoz szükséges koncepció, valamint megtervezésre kerül az eszköz.

AUTONÓM JÁRMŰVEK 2



**Műszaki Tudományi
Szekció**

UGRAI MÁRTON
ugraimarton@gmail.com

Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem
Kolozsvári Kar

ZSIGMOND ANDOR-ATTILA
zsigmond.andor@yahoo.com

Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem
Kolozsvári Kar

*Témavezető:
dr. Domokos József
egyetemi docens, RO EMTE MVK*

Autonóm vonalkövető és útvonaltervező mobilis robot tervezése és kivitelezése

Napjainkban a közlekedés forradalmát éljük. Ez igaz több szempontból is mivel a technológia rohamos fejlődésével egyre több elektromos hajtású autó jelenik meg a piacon valamint egyre több gyártót foglalkoztat az önvezető autó fogalma. Valószínűleg ez ihlette a nagyszebeni Continental nevű céget is, amikor 2017 december közepén kihirdette a 2018-as műszaki versenyét. A verseny lényege röviden az volt, hogy a csapatoknak építeniük kellett egy-egy olyan autonóm járművet, ami képes egy vonalat (utat) követni valamint útelágazások esetében döntéseket hozni egy rövidebb útvonal, vagy köztes pontok érintése érdekében, ahol az állomásokat vonalra ragasztott QR kódok jelölték. Dolgozatunk ezen feladatok teljesítésének során akadt kihívásokat, problémákat és megoldásokat tartalmazza, valamint, hogy hogyan próbáltunk költséghatékonyan olyan robotot építeni, amely eleget tesz a követelményeknek. Bár belátjuk, hogy az általunk használt módszerek csak részben alkalmazhatóak az autóiiparban, összességében észrevehető ez a verseny és az autóiipar napjainkban foglalkoztató probléma közötti párhuzam.

Formula Student versenyautó nemlineáris trajektóriaszabályozása

Autonóm járművek esetén a megvalósítás egyik legfontosabb eleme az autó modellje és szabályozása, mivel ez határozza meg a vezérlőn futó algoritmusok pontosságát és gyorsaságát. Egy önvezető autó mozgásának szabályozása általában két részből áll: kereszt-, illetve hosszirányú szabályozás. Az autó viselkedését sebesség, illetve gyorsulás terén a hosszirányú modell határozza meg, ez tartalmazza többek között a hajtáslánc végáttételét, a sebességváltás logikáját, az autó tömegét és a kerek paramétereit. Ehhez társul hozzá az autó keresztirányú viselkedését leíró modell. Ez tartalmazza a kormányzást, a kerekek oldalirányú terheléshez kapcsolódó paramétereit és az autó főbb geometriai méreteit, például tengelytáv illetve nyomtáv. Mind a hosszirányú, mind a keresztirányú modell esetén nemlinearitások lépnek fel, amelyek főleg a dinamikus tulajdonságokból, illetve a trigonometriai összefüggésekből adódnak. Klasszikus esetben ezeket a nemlinearitásokat linearizálás segítségével küszöbölik ki, azonban a megfelelő linearizálás feltétele, hogy a rendszer rendelkezzen egy munkaponttal, amely környékén állandóan és stabilan üzemel. Ettől a munkaponttól eltérve a linearizált modell pontatlanná válik, így az esetek nagy részében nem alkalmazható. A dolgozatban alkalmazott módszer alapja egy olyan Lie-algebrán alapuló módszer megalkotása, amely lehetővé teszi az autó mozgásának szabályozását nemlineáris visszacsatolással és transzformációval. Ennek segítségével lehetővé válik a hosszirányú és keresztirányú modell pontos lineáris szabályozása. Az elkészült modell alkalmazásra kerül egy optimális szabályozásban. Ennek a szabályozásnak a szimulációja CasADi segítségével kerül megvalósításra MATLAB környezetben. A rendszer bemenete egy versenypálya trajektóriája, kimenete pedig az autó középpontja által leírt nyomvonal, amely összehasonlításra kerül a referenciával, így megkapható a szabályozott modell hibája.

Járművek sávváltási manőverének tervezése autópálya felhajtó környezetében prediktív irányítással

A 21. század járműipara a fenntartható közlekedés és az elektromos autózás mellett kiemelt figyelmet szentel az aktív vezetéstámogató rendszerek fejlesztésére is. A cél a teljesen önvezető autó létrehozása, amely minden körülmények között felismeri az adott szituációt és a legjobb döntéseket tudja meghozni, vezetői beavatkozás nélkül. Ehhez azonban az egyes, gyakori esetek tökéletes megvalósítása elengedhetetlen. Járműmechatronikai tanulmányaim során úgy tapasztaltam, hogy ezeket a kérdéseket több szempontból is érdemes megvizsgálni. Bár a modell prediktív irányítás (MPC) teoretikusan megvalósítható és vonzó megoldása sok irányítási problémának, azonban diszkrét rendszerről lévén szó – amellyel egy időben folytonos rendszert irányítanánk (a jármű) - mindenképp meg kell vizsgálni a megvalósíthatóságát konkrét esetekben. Az autó fedélzeti számítógépének számítási kapacitásának véges mivolta és a konkrét ipari alkalmazáshoz erőforrás felhasználás szempontjából hatékonyak, valamint a hardvernek megfizethetőnek kell lennie.

Egy ilyen gyakori eset a gyorsításávból egy (általában) gyorsabban haladó forgalomba való becsatlakozás. A dolgozat célja egy modell prediktív irányítás létrehozása és vizsgálata, amely a céljárművet hosszirányú és keresztirányú beavatkozó jellel irányítva képes teljesíteni a manővert, különböző sebességű forgalomnál. Hosszirányban egy referencia sebesség tartása, oldalirányban pedig referencia pozíció elérése a cél, miközben figyelembe vesszük a környező forgalmat és tartjuk a biztonságos távolságot. A szimulációkat MATLAB Simulink környezetben futtattam, az itt kapott eredményeket, valamint az MPC felépítését mutatja be a dolgozat.

BARÓTHY LÁSZLÓ DÁNIEL
barlac98@gmail.com

Óbudai Egyetem
Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki
Kar

SARUSI-KIS JÓZSEF
sarusi24@gmail.com

Óbudai Egyetem
Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki
Kar

*Témavezető:
Prof. Dr. Szabolcsi Róbert
egyetemi tanár, OE BGK*

Mezőgazdaságban használt autonóm robotok felszíni navigációjának lehetőségei

Egy mezőgazdasági kollaboratív és autonóm járműnek a helyzet változtatásához, útvonal lekövetéséhez elengedhetetlen, hogy ismerje a környezetét és annak valamilyen modelljét. Az ehhez szükséges adatokat célszerű előre megismerni, azokat a legkevesebb időigénnyel feldolgozni. Sok esetben ezt az adott gépnek valós időben is kell tudni végezni, más eszközök segítségével, hisz bármikor találkozhat egy olyan környezeti hatással/elemmel, amelyet az előre betáplált program nem tud helyesen kezelni. Erre számos megoldás létezik, akár útvonal tervezési eljárások, trianguláció (trigonometriát alapul vevő algoritmusok), téradatokat szolgáltató adatbázisok felhasználása. E módszerek és egy időbeni felhasználásuk exponenciálisan növeli az adott feladat végrehajtását.

A robotika nem csak ezen adatok felhasználására, de beszerzésére, létrehozására is alkalmazható más technológiákkal felszerelve. Ez lehetséges egyszerűbb szenzor csoportokkal, légi felvételekkel, illetve autonóm repülő járművekkel a lehetőségek tárháza tárul elénk. E munka e módszerek/eszközök és felhasználásuk leírásával, jellemzésével foglalkozik, a mezőgazdasági környezetben.

Önvezető versenyautó környezetérzékelésének fejlesztési kamera alapon, konvencionális megoldásokkal

Dolgozatom témája egy Formula Student versenyautó önvezető funkciójának kialakítása, azon belül is a rendszer térérzékelő moduljának fejlesztése a versenykiírás szabályait figyelembe véve. A dolgozatban az objektum felismerő modul fejlesztését mutatom be, a követelmények megfogalmazásától a megvalósításig. Elsősorban a pálya szélét jelző bóják felismerése a cél, mely egy mono-kamerás képfelismerő rendszerrel történik.

A számítási igény, továbbá a végfelhasználás szempontjait figyelembe véve az algoritmus konvencionális megoldásokon alapszik. A bóják színét használjuk fel a környezettől való megkülönböztetésükre, majd további folt-detektáció segítségével képezek egy ponthalmazt, melyek a bóják pixel-koordinátáit határozzák meg. A pályaszél görbe illesztéséhez a vetületi képet felülnézetbe projektálom. A pályaszél meghatározása görbe illesztésével nem része ennek a szoftver modulnak, így a dolgozatnak sem.

A fejlesztés során több megközelítést is megvizsgáltam, ezek összehasonlítása alapján választottam ki a szín alapú detektálást. Az algoritmust először gyors-protípusként Matlabban implementáltam, ahol a végső megoldás után refaktorizáltam a kódot, hogy futásidőre optimalizáljam. Ezek után beágyazott környezetbe helyeztem a kódot (Labview). Validációs méréseket végeztem, ahol a referenciát az offline Matlab tesztek adták. A valódi, beágyazott rendszert valós-autós tesztek alapján kalibráltam.

Error-state Kalman Filter Based Runway-Relative Positioning of Aircraft with IMU-Camera-Barometric Data Fusion

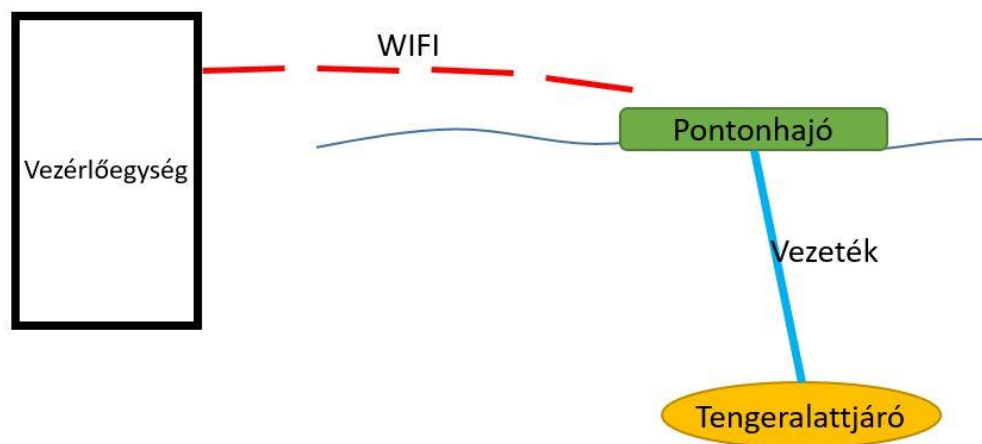
A dolgozat során a célom egy olyan navigációs algoritmus létrehozása, amely képes leszállások során a repülőgépek pályához viszonyított helyzetét és orientációját kellő pontossággal meghatározni. A repülőgép állapotainak meghatározásához egy inerciális szenzor, egy monokuláris kamera illetve egy barometrikus magasságszenzor adatait használok fel. Az inerciális szenzor a repülőgép adott pillanatbeli gyorsulását és szögsebességet adja meg, a monokuláris kamera által készített képen a futópálya küszöb jelölés sarokpontjainak, illetve a futópálya oldalvonalak virtuális metszéspontjának képsíkbeli koordinátáit használok fel, végül pedig a barometrikus magasságszenzor a repülőgép abszolút magasságát adja meg. A különböző szenzorok által adott mérési adatokat egy Error-State Kalman Filter segítségével hangolom össze, amihez a megvalósítás során modellezem a különböző szenzorokat terhelő lehetséges hibákat és zaj paramétereiket. A dolgozat során azzal a feltevéssel élek, hogy a futópálya küszöb jelölés sarokpontjainak távolsága ismeretlen paraméter. Egy megelőző munka során a probléma megoldására egy hasonló módszert dolgoztam ki, azzal a különbséggel, hogy a futópálya küszöb jelölés sarokpontjainak távolsága ismert volt, barometrikus szenzor nem állt rendelkezésre, illetve a választott szűrő algoritmus egy Extended Kalman Filter módszer volt. Azon kutatás során a teszteléshez használt adatokat egy Matlab/Simulink szimulációs környezet segítségével generáltam. Ezek az eredmények egy IFAC ACA 2019 konferencia cikként voltak publikálva. A dolgozatban először az új ESKF algoritmus tesztelése történik az említett szimulált adatokkal, annak érdekében, hogy megbizonyosodjak annak működéséről. Ezután egy megfigyelhetőségi vizsgálatnak vetem alá az új rendszert, hogy megállapítsam, az új rendszer segítségével is képes vagyok meghatározni a repülőgép keresett állapotváltozóit. Végül az elkészült algoritmust tesztelem a VISION EU H2020 kutatási projekt keretében mért valós repülési adatok segítségével.

Robot tengeralattjáró építése

A projektem egy robot tengeralattjáró tervezéséről és megépítéséről szól, amely a hazai természetes vizekben található történelmi kutatások elvégzése mellett biológiai felhasználásra is alkalmas. A három részegységből felépülő rendszer a vezérlőből, az adatközlő hajóból és a többek közt szonárral, kamerával és robotkarral felszerelt tengeralattjáróból áll. Az eszközt robotkarral is ellátom, mellyel víz alatti műveletek is elvégezhetők, például biológiai mintavétel, kisebb régészeti leletek felszínre emelése. A tengeralattjáró a vízpartról vezérelhető és felügyelhető, élő kameraképet, és szenzoradatokat közvetít, melyeket egy általam készített grafikus felületen lehet felügyelni. A vezérlését a partról lehet elvégezni, többek közt joystick, kapcsolók gombok, és gázkar segítségével.

Jelen dolgozatomban a végleges hajó terveit és az első prototípusomat mutatom be, az egyedi megoldásokkal és a felépítés fázisaival.

A projektem megvalósítását a MOL Alapítvány támogatta.



BIOMECHNANIKA, BIOMECHATRONIKA



**Műszaki Tudományi
Szekció**

Az emberi futás szabályozott tömeg-rugó modelljének stabilitásvizsgálata

Érdemes az emberi futás mechanikai modellezésével foglalkozni, hiszen az emberi mozgásszabályozás mélyebb megértése által növelhetjük a sportolók teljesítményét, segíthetjük a műtéten átesett betegek rehabilitációját, illetve hatékonyabb robotokat tervezhetünk stabilitási, energetikai és terepalkalmassági szempontból. A téma izgalmas, mert a futás során az ember statikusan instabil állapotok sorozatán keresztül mozog, mégis, stabil periodikus mozgás alakul ki. Az egymást követő támasz- és repülési fázisok modellezése a hibrid dinamikai rendszerek világába vezet (szakaszonként sima differenciálegyenlet-rendszerek diszkrét leképezésekkel összekapcsolva), amelyek matematikai leírása korántsem triviális feladat.

Munkánk során az emberi futást a legelterjedtebb módon, egy tömegpontból és egy rugóból álló inverz ingával (Spring-Loaded Inverted Pendulum) modelleztük. Ennek a rendszernek az érdekessége, hogy passzív, konzervatív mechanikai rendszer, és a mechanikai összenergia egy adott szintjéhez tartozhat egyszerre stabil és instabil periodikus pálya is. Ezeket a periodikus pályákat az Adolfsson-Dankowicz-Nordmark által bemutatott iteráció általunk adaptált változatával találtuk meg. Kiegészítettük az eredeti iterációt egy mechanikai összenergiát rögzítő egyenlettel, így a kibővített iteráció konzervatív mechanikai rendszerekre is alkalmazhatóvá vált. A stabilitásvizsgálatot egy Poincaré-leképezés, valamint a monodrómia mátrix segítségével végeztük el. Továbbá munkánk során meghatároztuk a rendszer minimális paramétereinek a számát a Buckingham-féle Pi tétel segítségével, valamint felderítettük a szabályozatlan modell teljes paramétertartományát stabilitási szempontból. Ilyen jellegű átfogó képet a szakirodalomban nem találtunk.

A valóságot jobban közelíthetjük, ha a szabályozatlan modellel ellentétben a láb földet érési szögét nem rögzített paraméterként tekintjük, hanem lépésről-lépésre szabályozzuk (stride-to-stride control). Munkánk másik célja egy olyan szabályozó megalkotása volt, amely az átlagsebességet kívánja szabályozni a láb földet érési szögének változtatása által, és stabil viselkedést mutat. A láb szögét egy lineáris visszacsatolás állítja be a haladási sebességre vonatkozó hiba függvényében. Meghatároztuk a szabályozással ellátott modell különböző előírt átlagsebességekre és erősítési tényezőkre vonatkozó stabilitási térképét. Arra a következtetésre jutottunk, hogy a különböző átlagsebességekhez érdemes specifikus erősítési tényezőt választani.

Daganatos csigolya eltávolítását követő műtéti rekonstrukciók végeselemes vizsgálata

A daganatos megbetegedések komplex egészségügyi, szociális és gazdasági problémát jelentenek a társadalom számára, ezért a probléma hatásainak csökkentése össztársadalmi érdek. A gerinc primer daganatos elváltozásainak gyakorisága alacsony, azonban a másodlagos elváltozások esetén a leggyakoribb előfordulási helynek számít. A gerinc daganatos elváltozásainak kezelése elsősorban onkológiai ellátást igényel, de a gerincsebészeti beavatkozás is része lehet a kezelési stratégiának. A daganatos elváltozással rendelkező csigolyák sebészi kezelése történhet teljes eltávolítás formájában, melynek célja, hogy a daganatot és környezetét izoláljuk és eltávolítsuk az egészséges gerincszakaszból. A csigolya eltávolítását követően rekonstruálni kell a gerincoszlop stabilitását. Jelenleg több műtéti megoldás áll rendelkezésre, azonban minden rendszer más stratégia mentén lett kifejlesztve. A gerincsebész számára jelenleg nincs egyértelmű indikáció, hogy melyik rendszer biztosítja a legjobb primer stabilitást egy adott életkornak megfelelő csontsűrűség esetén.

Kutatásunk célja egy olyan végeselem módszerre épülő vizsgálat létrehozása, amelynek az eredményei alapján a különböző rekonstrukciós műtéti technikákat az életkornak megfelelő csontsűrűség függvényében lehetne összehasonlítani.

A vizsgálatokhoz elsőként egy egészséges, fiatal férfiról készült kvantitatív komputertomográfiás (QCT) felvételek alapján elkészítettük az L2-es és az L4-es csigolya egyszerűsített, valamint az L3-as csigolya pótlására szolgáló távtartók 3D geometriáját. Ezt követően virtuálisan létrehoztuk a műtéti összeállítást és az ennek megfelelő végeselem modellt. A vizsgálatok során az életkor előrehaladtával megfigyelhető anyagminőségi változások alapján a csigolyák anyagi tulajdonságait több lépésben változtattuk. Mivel a vizsgált biológiai anyagok anyagjellemzői valószínűségi változók, ezért tanulmányunkban azokat az irodalomban megadott átlagokkal jellemeztük.

Az eredmények alapján az egyes rekonstrukciós megoldások esetén a megtámasztás helyén észlelt feszültségek közt szignifikánsak az eltérések, a változó csontminőség mellett is. Ezen információk segítséget nyújthatnak a kezelést végző orvosnak a páciens kora alapján feltételezhető csontminőség mellett a legjobb pótlási megoldás kiválasztásában, aminek eredménye a megfelelő terhelések következtében a jobb csontosodás, a szomszédos csigolyák beroppanásának és az implantátumok lazulásának, törésének kisebb esélye.

CSÓTI ÁDÁM ÁGOSTON
csotiadam@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gépészmérnöki Kar

RIESING JOZSEF
jozsefriesing@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gépészmérnöki Kar

Témavezetők:
Pálya Zsófia
doktorandusz, BME GPK
Dr. Kiss Rita
egyetemi tanár, BME GPK

Edzőtermi sportolóknak szánt mérőeszköz fejlesztése, a gyakorlatvégzés minőségi javítására

Manapság egyre népszerűbb az edzőtermi erőfejlesztő edzés, ennek az egyik oka, hogy nincs fix időponthoz kötve, egyedül is szabadon végezhető az edzések. Van, aki személyi edzőhöz fordul, de sok embernek erre nincs lehetősége. Napjainkban már egyre több segédanyag (pl.: edzésterv, szakkönyv) elérhető, viszont az edzés minőségének értékelése és a hosszabb távú fejlődés nyomon követése amatőr sportolóknak nagy kihívást jelent. A nem megfelelő gyakorlatvégzés, esetleg túl nagy súly használata, csökkenti az edzés hatékonyságát, extrém esetben sérüléshez is vezethet. Kutatásunk célja, hogy az általunk fejlesztett eszközzel effektív, biztonságos és hosszútávon, nyomon követhető legyen a sportoló edzésmunkája.

Dolgozatunkban kábeles erőfejlesztő gépeken végzett gyakorlatokhoz szeretnénk erőmérő eszközt fejleszteni, amelyhez egy KERN HCB99K50 típusú digitális függőmérleget alakítottunk át. Az erőmérő egység kialakításkor elsődleges célunk volt, hogy az általunk fejlesztett eszköz bármilyen fogantyúval rendelkező általános erőfejlesztő géphez rögzíthető legyen, ezzel szélesítve a felhasználási lehetőségeket. A mérleg eredeti nyúlásmérő bélyegei által mért analóg értékeket egy HX711-es ADC-vel konvertáljuk egy ATmega328P mikrokontroller számára értelmezhető adatsorrá, és küldjük el egy számítógépnek USB-n keresztül. Ezt követően egy python nyelven írt programmal dolgozzuk fel és értékeljük ki a beolvasott adatsort. A feldolgozás után értelmező grafikonokat, jellegzetes értékeket (pl.: maximális erő, gyakorlat végzés időtartama) bocsátunk a felhasználó rendelkezésére.

A dolgozatunkban bemutatott mérőeszközzel szeretnénk a felhasználóknak olyan erő mérésen alapuló visszajelzést nyújtani, amivel hosszútávon követhetik a biztonságos fejlődésüket, mindezt egy laikus által is elérhető formában. Továbbá a mért adatok és szakirodalmi javaslatok alapján szeretnénk egy egyszerűen alkalmazható javaslatot tenni a gyakorlatvégzés minőségét illetően.

Elektromechanikus kézfej protézis elektronikai fejlesztése, működésének tesztelése, fogások vizsgálata

A XXI. században egyre gyakoribbak a végtagvesztéssel járó élethelyzetek, melyet okozhat a gyorsan megváltozott életmód, a felgyorsult életvitel. Ilyen helyzetben jogos elvárás az emberektől, hogy a modern technológia felhasználásával az ép testrészt működését utánzó, hasonló kinézetű, tapintású, könnyen használható és nem mellesleg anyagilag megengedhető protézissel a lehető legpontosabban visszakapják az elvesztett végtagot.

A dolgozat célja, hogy a szakdolgozatom keretein belül elkezdett, jelenleg másfél éve fejlesztett, tervezett antropomorf kézfej protézis elektronikai tervezését, megépítését és tesztelését összefoglaljam, továbbá a kész prototípus mechanikai és elektronikai működését szimultán vizsgáljam.

A dolgozatban röviden szó lesz a protézis mechanikai tervezéséről és prototípusáról, mivel egy egységet képez a protézisben a mechanika és az elektronika, így nem választható szét teljesen a két témakör. Az irodalomkutatásban már meglévő protézis elektronikai háttérét mutatom be, valamint a protézis fő funkcióját, a fogásokat tanulmányozom, azok fajtája és alkalmazási gyakoriságuk alapján.

A tervezési fejezetben bemutatom a protézis működési elvét, a szükséges bemenetek és kimenetek. A hardver felépítésében azonosítom a fontos részegységeket és azok működését. A legyártott nyomtatott áramkör (NYÁK) összeszerelését követően a tervezés helyességének ellenőrzése történik. Következő lépésként a szoftver megtervezése és implementálása szükséges. A program megkapja a protézist használó embertől a vezérlő jelet, valamint saját működésével és a környezettel kapcsolatos információkat szenzorokon keresztül. A bemeneti jelek függvényében szabályozza a mikro motorokat a kívánt helyzetbe. A protézis mechanikai és elektronikai egyesítése lehetőséget ad a megtervezett fogások, funkciók ellenőrzésére. A szoftver tartalmazza a NYÁK és szoftver helyes vagy hibás működésének vizsgálatát segítő függvényeket a gördülékenyen fejlesztés érdekében.

HERKE GYÖRGY
herkegyorgy33@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gépészmérnöki Kar

SZIGETI TAMÁS
szigetitamás94@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gépészmérnöki Kar

*Témavezető:
Tóth András
tudományos munkatárs, BME GPK*

Felső végtag antropometriai paramétereinek meghatározása és mozgásának modellezése két robotkaros gyógytornáztatás esetében

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gyártástudomány és -technológia Tanszékén több éve futó REHAROB robotos gyógytornáztató projekt keretében stroke-os betegek rehabilitációjának kutatása zajlik. A projekt során korábban gyógytornászokkal együttműködve a betegek aktív és passzív mozgásgyakorlatai is aktív markeres mozgásmérő és kétrobotos gyógytornáztató rendszerrel is rögzítésre kerültek. Kutatási célkitűzésünk az volt, hogy a felvett mérési adatokból meghatározzuk a felső végtag (váll-felkar-könyök-csukló-kézfej lánc) anatómiai hossz- és ízületi pozícióparamétereit, valamint vizuálisan megjelenítsük a felvett mozgásokat. A karméreteket és az anatómiai szögek szokásos manuális meghatározásának a hátránya, hogy a gyógytornászoktól nagy szakértelmet igényel, hosszadalmas és pontatlan az eljárás. Ennek kiküszöbölését célozza meg dolgozatunk a kar anatómiai-geometria paraméterek automatikus meghatározásával. Az irodalomkutatás során világossá vált, hogy hasonló célú kutatások külső eszközök (pl. gyorsulásmérők, markerek, kamerák) használata nélkül vagy a felkar és alkar hossza, a csukló helyzete és további kényszerek bevezetése nélkül, két robot használatával nem ismertek.

A közvetlenül a gyógytornáztatást végző robotok segítségével történő paraméteridentifikáció rendkívüli előnyökkel járna: biztonságosabb és nagyobb mértékben automatizált, személyre szabott, aktívan segített rehabilitációt eredményezhetne, ahol a gyakorlatokat az egyének folyamatosan monitorozott állapotához igazíthatnánk.

A mérések feldolgozása a paraméteridentifikáció valós körülmények közötti validálása mellett további kutatások alapjául is szolgálna, így többek között a gyógytornáztató robotok sok problémát okozó térbeli elhelyezésének optimalizálását is segítené.

Magyar néptáncosok biomechanikai vizsgálata: fáradás hatása kalocsai mars táncra

A táncosoknak foglalkozásukból adóan rengeteg terhelés éri a testét, így kifejezetten nagy figyelmet kell a testük kímélésére fordítaniuk. A testük a munkaeszközük is, így minden azt megkímélő eszköz (cipők, bokarögzítők, stb.) a segítségükre van. Ilyen eszközök fejlesztéséhez azonban szükség van a táncosokat érő terhelések széles körű ismeretére. Ezen ismeret megszerzéséhez a biomechanika számos eszközt nyújt, például mozgáselemzés, reakcióerők meghatározása, ízületi szögek kiszámítása a mozgáselemzés adataiból. Ezek alapján a tánc, mint mozgásforma elemezhető, a kinematikai és kinetikai jellemzők meghatározhatók. Az elemzés során következtetéseket vonhatunk le, hogy minél behatóbban megismerjük a táncosokat érő megpróbáltatásokat. Minél több információval rendelkezünk, annál több és pontosabb eszközt, például cipőt lehet számukra fejleszteni, hogy a sérülés kockázata csökkenjen. A mozgáselemzés másik célja a mozdulatsorok hatékonyságának növelése.

Dolgozatom célja a kalocsai mars tánclépés mozgáselemzése, a mérési adatok feldolgozása, értékelése, melyekből statisztikai elemzések során következtetéseket teszek. A kutatás során egy tánclépést (kalocsai mars tánc) kell végrehajtaniuk a táncosoknak, így a mozgásuk kvalitatívan és kvantitatívan elemezhető. A tánc közben egyidejűleg rögzítettem a táncosokra helyezett markerek térbeli helyzetét optikai alapú mozgásvizsgáló rendszerrel, valamint a talajra eső reakcióerőket erőmérő platformmal. A méréseket a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Mechatronika Optika és Gépészeti Informatika Tanszékén (továbbiakban MOGI Tanszék) található Mozdulatlaboratóriumban végeztük, közel azonos környezeti viszonyok mellett (21 °C - 23 °C, mesterséges világítás).

Nanomágneses oszcillátorok neuromorfikus számításokhoz

Mivel a hagyományos, CMOS technológián alapuló számítás már egyre nehezebben tud felmutatni jelentős fejlődést, megnövekedett az érdeklődés újfajta számítási módszerek, technológiák kutatására. Továbbá az elmúlt évtizedben a neurális hálók használata is rendkívüli mértékben elterjedt a legkülönbözőbb alkalmazásokban. Munkám ehhez a két igényhez kapcsolódik, hardveres neurális hálóknak egy újfajta módszerét kutatom. A majdani neurális háló neuronjaiként egy nanomágnes rendszer sajátregzései, módusait fogják szolgálni, s kölcsönhatásaik lesznek a neuronok közötti szinapszisok, így a számítás térben nem lesz szétválasztva. A téma jelentőségét mutatja, hogy a kutatására nagy Európai Unió pályázatot nyert el egy nemzetközi konzorcium, aminek része a PPKE is.

A kutatásomat elsősorban egy ittrium-vas-gránát (YIG) film mumax³-mal való szimulációjával végzem. Először sikerült különféle módokon gerjesztem a mágneses film módusait (a "neuronokat"). Aztán megvizsgáltam kis amplitúdók esetén lineáris, független illetve nagy amplitúdóknál nemlineáris viselkedésüket. A linearitást a módusok gyenge gerjesztéseinek különféle szuperponálásával igazoltam. A kimért hiszterézis karakterisztika fundamentális eleme lehet majd a rendszer memóriájának. A nagy amplitúdós dinamika vizsgálata során csináltam még egy nutációs szimulációt, amivel az első, Kittel módus körüli nutációs csúcsokat megkaptam.

Következő lépésként elsősorban a módusok csatolását, illetve ezek külső térrel irányíthatóságát tervezem mélyrehatóbban elemezni, ami az utolsó építőeleme egy számító eszköznek. Azután az eredményeim validálására egy alapszámításra képes eszközt fogok tervezni. Ha lehetőség adódik rá, akkor fizikailag is megvalósítom a PPKE nanomágnes laborjában.

PELYVA DÁVID LÁSZLÓ
davidpelyva@gmail.com

Pázmány Péter Katolikus Egyetem
Információs Technológiai és Bionikai Kar

TASI BENEDEK JÓZSEF
4benedictus4@gmail.com

Pázmány Péter Katolikus Egyetem
Információs Technológiai és Bionikai Kar

Témavezetők:
Cserey György
egyetemi docens, PPKE ITK
Tihanyi Attila
laborvezető, mérnöktanár, PPKE ITK

Viselhető, exoskeleton-alapú humán-gép interfész tervezése a kéz mozgásának kódolására, ügyes robotok teleoperációjához

Napjainkban a komplex, direkt emberi munkavégzésre alkalmatlan, veszélyes környezetben végzendő feladatoknál egyre nagyobb teret nyer a teleoperációval vezérelt robotok használata. Ezekben az előre nehezen kiszámítható helyzetekben komoly előnyt jelentene, ha az operátor kihasználhatná a tapasztalataiból és kiképzéséből adódó intuitív, ösztönös döntéshozói képességeit, eszközhasználati szokásait, következőképp emberi kézügyességet egy, az emberi felső végtag részletes funkcionalitását és aktív-passzív tulajdonságait megfelelő pontossággal utánzó manipulátor teleoperációs vezérlésével. Bár az efféle, megfelelő képességű robotmanipulátorok fejlesztése önmagában is komoly kihívás, néhány megoldás már jelenleg is elérhető. Telerobotikai alkalmazásukhoz viszont szükség van egy, a mozgás akadályozása nélkül viselhető bemeneti vezérlőrendszerre, mely rögzíti, és a kéz organikus anatómiai felépítését, biomechanikai tulajdonságait és izomműködését is figyelembe véve, a mozgástatómányok és eszközhasználat akadályozása nélkül enkódolja a felhasználó mozgását, és motoros parancsokká alakítja azokat a manipulátor számára. Ebben a tanulmányban részletesen elemezzük és modellezzük az emberi kéz kapcsolódó biomechanikai működését, és bemutatjuk egy, a fenti feltételeknek megfelelő, passzív, érzékelő exoskeleton-kesztyű koncepcióját, mely egy Bowden-szerű mechanikai struktúra és inkrementális enkóderek használatával képes dinamikusan mérni az elfordulást kezünk szabadsági fokai körül, ezáltal leképezve a kézügyességet előidéző aktivitást. Részletezzük az elektromos komponensek (enkóderek és feldolgozóegységek) egyedileg és célirányosan tervezett kialakítását, illetve a kapcsolódó adatfeldolgozó szoftveres architektúra működését. Végezetül pedig bemutatjuk az eszköz működő, viselhető, különböző 3D nyomtatási technológiák felhasználásával készített, teleoperációs alkalmazásra szánt prototípusát, egyéb továbbfejlesztési tervekkel egyetemben, és teszteljük a mozdulatok megfelelő szintű rögzítését egy Matlab-alapú szimulációs környezetben.

ELEKTRONIKAI ÉS SZÁMÍTÁS- TECHNIKAI ESZKÖZÖK



**Műszaki Tudományi
Szekció**

Akusztikus tesztberendezés

A projekt célja egy olyan gyártástámogató, akusztikus tesztelésre alkalmas berendezés elkészítése, amely teljes hangfrekvenciás tartományban képes szinusz jelek generálására és feszültség mérésre, hangszórók tesztelése céljából. A projekt kivitelezése szempontjából fontos tényezők, az ipari környezetben való alkalmazás, a könnyen kezelhetőség, az egyszerű felépítés, és a továbbfejlesztés lehetőségei. Ezen feltételeknek eleget téve a berendezés fő egységét egy Raspberry PI 4 B egykártyás számítógép szolgálja, melyen egy saját fejlesztésű szoftver kerül futtatásra. A felhasználó egy grafikus felületen keresztül tud interakcióba lépni a programmal, ahol több funkció alkalmazására van lehetősége. A generátor funkció, ahol meg lehet adni a legenerálandó szinuszjel amplitúdóját illetve frekvenciáját. A sweep funkcióban, a hangszóró tesztelése, egy megadott kezdő és végfrekvencia közötti előre meghatározott jelszinten való logaritmikusan legenerált sweep jellel valósul meg. Illetve egy hangszóró impedancia mérésére alkalmas felület, ahol egy paraméterezett mérési ciklus lefutása után a program meghatározza és kijelzi a vizsgált hangszóró minimum impedanciáját, maximum impedanciáját és a hozzá tartozó rezonancia frekvenciát. Az eszköz gyakorlati alkalmazása szempontjából fontos tényező, hogy a berendezés kalibrálható legyen, erre egy kalibrálási menün keresztül van lehetőség, illetve egy olyan csomag összeállítása, mely tartalmaz az eszköz összeépítéséhez minden szükséges elemet, egy szoftvercsomagot, és egy részletes felhasználói segédletet.

Arduino alapú 2D számítógépes numerikus vezérlőgép fejlesztése

A TDK dolgozatomban egy multifunkciós rajzoló-, dekoráló-gépet tervezek meg és bemutatom annak működését, különböző alkotó elemeit és azok funkcióját, célját. Összefoglalom a történelmi előzményeit a hasonló tudású gépeknek és kiemelem azokat a részeket, ahonnan ötleteket merítettem a megvalósításhoz. Az arduino alapra épülő rendszer leginkább egy CNC-re, plotterre vagy egy 3D nyomtatóra hasonlít, a különbség az, hogy ez a gép tollat, filcet, vinly vágó pengét, egyéb rajzezközőket képes kezelni. Egy nyomtatótól abban tér el, hogy ez a gép bármilyen lapos felületre képes rajzolni, amíg a nyomtató, többnyire csak lapra képes nyomtatni. A projekt fő célja, hogy a gép segítségével életre keljenek digitálisan létrehozott képek, vagy már elkészült szabad kezes rajzok melyeket digitalizálva a gép újra reprodukálni tud. Mivel a gép fejet is tud cserélni, így akár több színből álló alkotást is képes lesz elkészíteni emberi beavatkozás nélkül, vagy egy vinyl vágó pengével vágni is tud. A gép által készített végeredményt összehasonlítom más modern nyomtatók által létrehozott replikákkal, hogy rámutassak a különbségekre. Bemutatom, hogy milyen szoftveres előkészítő lépések kellenek ahhoz, hogy a bemeneti képet a gép által értelmezhető nyelvre alakítsam át, valamint a telefonos applikációt, amellyel vezetékek nélkül, wifin keresztül lehet irányítani a gépet.

Beléptetőrendszer Arduino segítségével

A projektem egy teljes beléptetőrendszer elkészítéséről szól. Azért szerettem volna ilyet készíteni, mert egy, a projekthez tartozó saját fejlesztésű széfben már a rendszer elkészülte előtt is „titkos” tárgyak tárolását oldottam meg. Ezt a széfet a testvéreim feltörték, ezért azt találtam ki, hogy készítek egy teljes védelmi rendszert. A célom az volt, hogy a rendszerrel a széfet, a központot megvédjem attól, hogy azt észrevétlenül kinyissák, így megszerezzék a benne tartott tárgyakat. A legális belépések naplózását is meg szerettem volna oldani. Ennek az elképzelésnek a megvalósítását egy Arduino mikrokontroller, egy Raspberry Pi számítógép és több szenzor alkalmazásával (például SD kártya, RTC modul és mozgásérzékelők) szerettem volna megoldani. Végül a rendszer központja egy Arduino mega mikrokontroller lett, melyet C++ alapú egyedi programnyelvvvel lehet programozni. A későbbiek során Python programok is hozzájárultak a vezérléshez a Raspberry Pi operációs rendszerén futva.

Elképzeléseimet sikeresen megvalósítottam. Egy olyan, jól működő beléptetőrendszert sikerült megépítenem, amely megfelel az elvárásaimnak és használható a fent vázolt probléma megoldására. A rendszer az adatokat SD kártyára naplózza és az időponttal együtt menti el. A szabálytalan belépés lehetőségét kizártam szenzorokkal, melyek nagyon pontos érzékelést tesznek lehetővé. A legális belépésre pedig úgy van lehetőség, ha egy külső felületen keresztül jut a rendszerbe a jelszó, melyet természetesen szintén naplózni tud a rendszer. A fejlesztések során a rendszer továbbfejlődött, így az adatait már a világ bármely pontjáról (ahol rendelkezésre áll internetkapcsolat) élőben is el lehet érni, sőt távolról történő vezérlés is lehetséges.

A rendszer elkészítése után versenyeken prezentáltam első tudományos munkámat, melynek segítségével a későbbi projektjeimhez biztatást, a beléptetőrendszerhez pedig új ötleteket kaptam, az elismerések mellett.

Differenciálhajtású tereprobot szimulációs kérdései

Napjaink megszokott szereplőivé váltak a részleges vagy teljes autonómitást lehetővé tevő funkciókkal felruházott mobil robotok. Feladatuk, és ebből eredően kialakításuk is sokféle lehet, ipari, hadi és katasztrófavédelmi területeken belül is előfordulhatnak nagy teherbírású, gyors mobil robotok egyaránt. A mobil robotok közös jellemvonása vezérléstől függetlenül a magas reakcióidő. Távwézelte robotok esetében ezt a távoli kamera képének korlátozott látószöge okozza, teljesen autonóm robotok esetében pedig a környezeti paraméterek lassú feldolgozhatósága. Autonóm funkciók távwézeléssel történő kombinációja által olyan kollaboratív robot hozható létre, amely ötvözi a távwézelte és az autonóm robotok előnyeit.

Jelen dolgozat célja rugózott futóművel rendelkező, többtengelyes differenciálhajtású kollaboratív robot tervezési folyamatához szükséges számítógépes szimuláció készítésének bemutatása, a folyamathoz kapcsolódó geometriai, kinematikai és dinamikai modellekkel együtt. Továbbá bemutatom a robot egyes kitüntetett szerepű fedélzeti érzékelőinek modellezését, kiértékelem az így kialakult aktuátorokkal és szenzorokkal egyaránt ellátott robotmodell viselkedését a robot felépítésének szempontjából relevánsnak minősíthető modellezett tesztkörnyezetek alkalmazásával. A szimulációkat V-REP szimulátorral készítettem el, a robot irányítását és a fedélzeti szenzorok adatainak kiolvasását a ROS (Robot Operation System) rendszeren keresztül valósítottam meg.

A fent leírt számítógépes szimuláció elkészítésének célja a többtengelyes differenciálhajtású mobil robotok hardveres és szoftveres fejlesztésének megkönnyítése. Továbbá kiemelendő, hogy rugózott futóművel ellátott mobil robotok tervezése esetében kulcsfontosságú számítógépes szimulációk alkalmazása, ugyanis a robot karosszériájának függőleges elmozdulása, bólintása, dőlése kiegészítő intézkedéseket követelhet meg a robot fedélzeti szenzorainak rögzítése során.

Komplex jelek feldolgozása egyedi memrisztorok, és pár memrisztorból készített döntéshozó hálózatok szimulációjával

A tudomány és ipar számos területén kritikus problémát jelent a nagyméretű adathalmazok minél gyorsabb feldolgozása, és gyakran van szükség az adatokból valamilyen absztrakt információ kiszűrésére is. A hagyományos számítástechnikai platformok fejlődésének üteme azonban évtizedek óta először lassulóban van, ezért érdemes új módszerek kifejlesztésére, és azok használhatóságának vizsgálatára is figyelmet fordítani.

A közelmúltban felfedezett memrisztív eszközök kedvező tulajdonságaiknak köszönhetően ígéretes szereplői az ilyen irányú kutatásoknak. Ezek olyan állítható ellenállással rendelkező elektronikai elemek, melyek kisméretűek, egyszerű felépítésűek, és nemlineáris működésüknek köszönhetően változatos felhasználási módokat tesznek lehetővé.

Ezen felhasználási lehetőségek rövid áttekintését követően bemutatok egy egyszerű, de mérési eredmények alapján kifejlesztett matematikai modellt a memrisztorok leírására, amely jól követi az eszközök fontosabb tulajdonságait. A továbbiakban ezen modell alapján működő szimulációkkal vizsgálom meg, hogyan használható ki a memrisztív eszközök egyedi dinamikája. Elsőként egy tipikus fotodetektor tulajdonságai alapján generált feszültségjeleket használva kísérlem meg pár foton megkülönböztetését a háttérzajtól egyetlen memrisztorral. Ezután egy valódi neuron aktivitását rögzítő feszültségjelből [1] szűröm ki a neurális tüskék számát, szintén egyetlen memrisztorral. Végül egy időbeli dinamikus sorozat [2] előrejelzését végzem el egy, illetve több szimulált memrisztor segítségével is.

[1] Chao Du et al. “Reservoir computing using dynamic memristors for temporal information processing”. In: Nature communications 8.1 (2017), p. 2204.

[2] Isha Gupta et al. “Real-time encoding and compression of neuronal spikes by metal-oxide memristors”. In: Nature communications 7 (2016), p. 12805.

Látványtechnikai galvoszkenneres lézershow projektorok képalkotásának támogatása DSP processzorral

Korábbi munkahelyemen volt alkalmam néhány éven át közelebbről is megismerkedni gyakorlati oldalról a hazánkban elterjedt, lézershow lebonyolítására alkalmazott technológiákkal. Ezalatt azt tapasztaltam, hogy a lézershowprojektor gyártók az optikai paraméterekre helyezik a hangsúlyt a készülékben integrált „okosszolgáltatásokkal” szemben.

Munkámban azt vizsgáltam, hogy ezen a területen milyen előnyökre tehetünk szert, illetve ezzel együtt milyen korlátokkal, nehézségekkel kell szembenézni, ha a projektorba programozható, digitális jelátalakításra képes elektronikai áramkört építünk be. Mivel a hozzám közel álló téma már egyébként is régóta foglalkoztatott, egyetemi tanulmányaim kezdetén elhatároztam, hogy az áramkört fizikailag is megvalósítom, és egy hagyományos RGB lézershow-projektorba beépítem.

A bonyolultabb szoftver lehetősége és az egyszerűbb hardverkialakítás miatt mikrovezérlőt használtam jelfeldolgozónak. A célok meghatározása és a vezérlő típusának kiválasztása után a működtető program írásával párhuzamosan a sematikus kapcsolási rajzot és nyomtatott áramkört elkészítettem. A beültetett áramkörti lap elkészültéig a szoftver fejlesztését csak a gyártói prototípuskártyán végeztem, és a kimeneti eredményeket soros kommunikáción keresztül a fejlesztő számítógépre visszaküldve ellenőriztem. A program első megvalósításával a jelfeldolgozás sebessége az elvártnál jelentősen lassabbnak bizonyult, és a futási ciklusidő szórása is igen nagy volt. A szoftverteljesítmény javításához a háttérben zajló folyamatokat egy CLA vezérlésgyorsító perifériára helyeztem, majd a forráskód jelentős mértékű optimalizálását végeztem el, végül pedig a jelátalakítás alapját képező, már optimalizált függvényt kizárólagos feladatként a mikrovezérlő második magjára tettem. Ezek segítségével sikerült elérni, hogy a DSP-vel bővített projektorban a rajzolt kép átalakítása az elvárt 30 000 képpont/másodperc sebességgel működtethető legyen, így megfelelő beállításokkal a ferdén vetített képen nem voltak jelentős torzulások láthatók.

A fejlesztés során bebizonyosodott, hogy az eszköz praktikus gyakorlati felhasználásához szükséges lenne számos működési paraméter (pl képi torzítások mértéke) beállításának megkönnyítése, amelyre vezeték nélküli kapcsolattal (pl. bluetooth) történő kiegészítés és mobiltelefonos alkalmazás készítése további fejlesztési irányvonalként megfelelő megoldás lehet.

REINWARTH RICHÁRD
reinwarth.richard@gmail.com

Középiskolai hallgató
Budapesti Műszaki Szakképzési Centrum Puskás
Tivadar Távközlési és Informatikai Technikum

SZABADOS ÁRON
szabados45@gmail.com

Középiskolai hallgató
Budapesti Műszaki Szakképzési Centrum Puskás
Tivadar Távközlési és Informatikai Technikum

TERPECZ KRISTÓF BENCE
terpeczkb@gmail.com

Középiskolai hallgató
Budapesti Műszaki Szakképzési Centrum Puskás
Tivadar Távközlési és Informatikai Technikum

Témavezetők:
Fazekas Ákos
szakmai tanár, Budapesti Műszaki Szakképzési Centrum
Puskás Tivadar Távközlési és Informatikai Technikum
Dr. Tóth Zoltán
egyetemi docens, OE KVK

Mindenki számára elérhető okos otthon

Bizonyára mindenki gondolkozott már, hogy egy olyan otthonban éljen, ami automatikusan figyelve a környezet ingereit (napsütés és időjárás) algoritmusok szerint döntéseket hoz a kényelmi funkciók helyes működéséért (locsolórendszer, redőnyvezérlés és fűtés). Egy mobilalkalmazás segítségével ezeket a funkciókat konfigurálhatjuk, vezérelhetjük, illetve betekintést nyerhetünk a lakásunk állapotába a hálózaton keresztül. Távolról is felügyelhetjük azt, hogy otthon épp milyen nagyteljesítményű fogyasztó van bekapcsolva, mint például a villanybojler és a kímaberendezés, ezeket ki, illetve bekapcsolhatjuk, amikor szükségünk van rá, ezáltal rengeteg energiát megtakaríthatunk. Az okosotthon rendszer funkciói nagymértékben tovább bővíthetők, illetve otthonunkhoz optimalizálhatóak.

GÁLL JÁNOS
galljanos010@gmail.com

Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem
Marosvásárhelyi Kar

NAGY SERBÁN TÜNDE
nagyserbantunde@gmail.com

Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem
Marosvásárhelyi Kar

*Témavezető:
dr. Bakó László
egyetemi adjunktus, RO EMTE MVK*

Saját tervezésű, RISC processzor megvalósítása és tesztelése FPGA áramkörön

Napjainkban a számítógépek világa rohamosan fejlődik a különböző elemek újra tervezésével, optimalizálásával. A processzor a számítógép központi feldolgozó egysége, amely végrehajtja az utasításokat. Több típusú processzort terveztek meg, különböző architektúrákkal (Harvard-architektúra, Neumann-architektúra). Mi egy saját tervezésű processzort terveztünk és implementáltunk, a Harvard architektúra elveinek felhasználásával.

Kutatásunk célja összehasonlítást végezni az eredeti Xilinx PicoBlaze processzor és az általunk megtervezett processzor között, számítási teljesítmény és folyamatvezérlési alkalmazásokhoz való alkalmasság szempontjából. A teszteket benchmark kódok segítségével végezzük, melyek assembly nyelven íródtak. A tesztelés folyamata: a processzort feltöltjük az FPGA lapra, amelyen van egy analóg-digitál (AD) és egy digitál-analóg (DA) átalakító, amelyeken keresztül jeleket küldünk egy oszcilloszkópnak, majd innen leolvassuk az értékeket.

Színpadtechnikai fejlesztések

Dolgozatom témája a színpadi látványtechnikában használt megoldások alkalmazásai, azok saját megoldásokkal történő továbbfejlesztése vagy alternatívák tervezése. Több elektronikus eszközt terveztem, hozzájuk kommunikációs protokollkészletet (ez a „Stage Lighting and Laser Control Protocol” nevet kapta), és üzemeltetéséhez megfelelő fájlformátumot (Xc2: karakteres formában tömörített adatok). A fejlesztések ötleteinek többsége az ebben az iparágban folytatott munkám során megszerzett tapasztalatokból született, egy-egy hardveres megvalósítás során alkalmazott interfész felszereltség ezeket az igényeket tükrözi. A megoldásaim kivitelezését szimulációs- és valódi műszeres mérések előzték meg. Írtam több programozási nyelvet is felhasználva vezérlő programokat az eszközökhöz, kifejezetten a fejlesztés során tesztelést elősegítő alkalmazást is, és természetesen az eszközökön futó firmware-eket is én készítettem el. A munkámról készült dokumentációban bemutatom az ismertebb szakmai standard-eket (RS-422, R2-485, DMX, Art-Net, ILDA, MIDI), a lehetőségeiket és hibáikat, illetve az általam tervezett eszközöknél milyen igényeket vettem figyelembe, és azokat miképp oldottam meg. Ezen igények egy részére piackutatás során figyeltem fel, másrészt pedig magamtól észleltem.

ÉPÍTÉSZET



**Műszaki Tudományi
Szekció**

A 3D beton nyomtatási technológia összehasonlítása a monolit vasbeton építési móddal gazdaságossági szempontból

Mindennapjaink során egyre inkább törekszünk megtalálni az egyszerűbb, olcsóbb, gyorsabb megoldásokat minden téren, így az építőiparban is. Fejlődő világunkban a digitalizáció egy kiemelten fontos szegmenst képez, ennek megfelelően az építőipari szektor is átalakulásokon megy keresztül. Ma már számos folyamatot képesek vagyunk jelentősen meggyorsítani automatizálással, amellyel növekedés érhető el a piacon. Egy napjainkban kibontakozó innováció lehetőséget ad arra, hogy elérhető áron egyénre szabott épületeket alkossunk, ez pedig a beton nyomtatás. Kutatásom során a szakterület gazdasági előnyei mellett a szabadabb formavilágú épületek kivitelezhetőségét is szem előtt tartottam, hiszen így bonyolultabb építészeti elképzelések is valóra válhatnak.

Dolgozatomban a technológia hatékonyságát és lehetőségeit részletesen vizsgálom, majd összehasonlítom ezeket a hagyományos monolit építéssel. Míg az utóbbihoz számottevő élőkommunka szükséges, addig a nyomtatás lényegesen kevesebb emberi beavatkozást igényel. Ennek következménye, hogy gyorsabban és pontosabban lehet vele dolgozni, valamint, hogy kevesebb hulladékot is termel. Ezt továbbgondolva az építkezés hatékonyságát is növelhetjük, már csak az a kérdés, hogy mennyivel. Egy íves fal vagy egy pillér kivitelezése az egyeneshez képest extra költséget jelenthet a szaluzat szempontjából, viszont az új, innovatív módszernél nem mutatkozik ilyen különbség. A technológia bemutatása után részletesen kifejtem, majd összevetem az idő- és költségelemeket mindkét technikánál, melyekhez az aktuális normákat és az iparban jellemző árakat használom fel.

Talán az egyik legfontosabb kérdés megválaszolását tűztam ki célul, amit a mai piac figyelembe vesz egy új technológiánál: megéri-e alkalmazni? A probléma összetett, hiszen egy nagyobb összeget kell befektetni kezdetben az eszköz beszerzéséhez, ez azonban idővel többszörösen megtérülhet, ha megfelelő körülmények között alkalmazzuk a beton nyomtatást.

A Balaton mindenkié / A '60-as, '70-es évek balatoni szállodaépítészete

Az 1956-ot követő lazításoknak köszönhetően a magyar turizmus látványos fejlődésnek indulhatott. Habár eleinte a szezonális miatt a nagyobb beruházások csak Budapestet célozták, hamar felismerték a Balatonban rejlő potenciált: kedvező adottságai vonzották a nyaralni vágyókat, belföldről és külföldről egyaránt, nemcsak baráti, de tőkés országokból is. A magyar tenger idegenforgalmának fellendülésével szükségessé vált a férőhelykapacitás növelése, mely az alacsonyabb árfekvésű szálláshelyek létesítése mellett, a tőkés országokból érkezők igényeinek kiszolgálására szállodaépítéssel volt megoldható.

Az '50-es évektől a kedvezményes szociális üdültetés jegyében, „a Balaton mindenkié” jelszóval minden eddiginél többen juthattak el a magyar tenger partjára. De vajon tényleg mindenki egyenlő arányban részesülhetett a Balaton-part használatából? A dolgozat megírása során ennek a kérdésnek a megválaszolása vezérelt.

Kutatásom alapját archív folyóiratok és a téma szakirodalmának tanulmányozása adta, melyek segítségével képet kaptam a balatoni idegenforgalom kibontakozásáról. A dolgozat második felében Siófokot, mint esettanulmányt vizsgáltam meg, ennek eszköze a folyóiratokon túl az általam összeállított kérdőív volt. A kérdéssorra támaszkodva lehetőségem nyílt a korszak szállodaépítészetről alkotott, jelenkori vélemények becsatornázására, s nemcsak a siófokiak, de a városba csak nyaralni járók nézőpontjának is megismerésére.

A kihasználatlan és dekadenciára ítélt területek fejlesztése

Bolygónk védelmére egyre nagyobb figyelmet fordítunk a mindennapjaink során. Építésként a tervezés alatt foglalkoznunk kell azzal, hogy környezetünket miként tudjuk megóvni. Nap, mint nap valósulnak meg új épületek érintetlen zöldfelületeken, nem törődve a már meglévő, értékes területen elhelyezkedő, felhagyott rozsdáövezetekkel.

Kutatásom célja olyan területek vizsgálata, melyek Pécs és Tapolca, illetve ezen városi szövetek környezetében fellelhetők, azonban kihasználatlanul és elhagyatottan állnak egy új rendeltetésre várva.

Dolgozatom során különböző övezetek egykori és jelenkori működésébe nyújtok betekintést, mely területeknek az értéke és rehabilitációja egyre inkább elengedhetetlen szerepét képezi a fenntartható építészetnek.

Kutatásomban különféle példákkal is foglalkozom, hiszen a rozsdá- és barnamezős övezetek rehabilitációja egyre inkább meghatározó helyet foglalnak el az építészetben. A témával kapcsolatos legfontosabb megvalósult munkák bemutatása után- összegzésként eddigi rozsdáövezetekhez kapcsolódó munkáimat mutatom be azzal a céllal, hogy a rozsdáövezetekben rejlő szépségeket feltárjam és szélesebb körben is megismerhetővé tegyem.

A.U.T.O.N.O.M.I.A.

Az elképzelés, a győri szeszgyár ipari zárvánnyá való alakulásának megakadályozásával, valamint a város, városlakók, és a gyár, továbbá a mögötte lévő barna ipari terület közti konfliktushelyzet bemutatásával lett levezetve.

A témám, egy jelentős kérdéskörrel foglalkozik, ez pedig nem más, mint az öko, zöld innovációk bemutatása az emberek számára. Az építészetten keresztül, egy saját terv prezentálásával szeretném ismertetni. Az elképzelés, a győri szeszgyár ipari zárvánnyá való alakulásának megakadályozásával, valamint a város, városlakók, és a gyár, továbbá a mögötte lévő barna ipari terület közti konfliktushelyzet bemutatásával lett levezetve.

Egy olyan projekt megalkotása volt a cél, amely fejleszteni kívánta az alternatív urbanizációs tervezési eszközöket ezen a területen. Olyan foltként jelenne meg nagyvárosi környezetben, ahol a városi és az ipari, mezőgazdasági földhasználat egyidejűleg van jelen, és intenzíven keveredik egymással, a meglévő rendszert, intelligens mezőgazdasági, ipari, gazdasági és lakó hálózattá alakítva.

Az ötlet lényegét az adta, hogy a terület egy belső, kisebb léptékű ipari, mezőgazdasági, turisztikai és gazdasági körzetként, részleges autonómia behozásával, nagyobb zöld zónákkal lett megalkotva. Az éghajlat, a terület és az elképzelés szolgált ihletként a függőleges funkciók (lakóegységek, egészségügyi szolgáltatások, szórakoztatás, üzletek, kutatás stb.) tervezésekor. A víz- és energiaellátás tekintetében a rendszer önellátásra törekszik, köszönhetően a megújuló energiák felhasználásának. Tehát olyan dolgokról van itt szó, amik szervesen be tudnak kapcsolódni a város és a szeszgyár vérkeringésébe. Ilyen úton is közelebb tudja hozni egymáshoz a két területet, és így kapcsolódási pontot képes kialakítani nem csak a két szövet között, hanem egyfajta betekintési lehetőséget is kínál az innovációk bemutatására: ilyen módon is lehet élni, példaként szolgálva a világ számára.

Bár Országunk jelenleg nem áll kiemelkedő helyen ebben a témában, de miért ne változtathatnánk ezen? Akár Magyarország és azon belül Győr is válhatna ennek a jövőbe mutató elképzelésnek az úttörőjévé.

Formáljunk fejlesztéssel! Gyermek mozgásának fejlesztési lehetőségei építészeti téri elemek segítségével

A gyermekkorak kiemelt jelentősége van a fejlődés szempontjából. Egész életünkre hatással van, ekkor milyen készségeink alakulnak ki. Ha egy gyerek fejlődése lassabb, mozgási vagy készségbeli problémái vannak, születésekor sérül, akkor ebben a korai időszakban van a legnagyobb a lehetőség a fejlesztésre.

Erre irányul Pető András módszere, a konduktív fejlesztés, amiről kevesen tudják, hogy hungarikum. Központi idegrendszeri sérülés következtében mozgássérültekké váló gyerekeket a konduktorok oly módon oktatják (hangsúlyt fektetve a mozgásfejlesztésre), hogy a sérültek a későbbiekben a lehető legönállóbb módon élhessék mindennapi életüket. Ennek része lenne az érzékenyítés sérült és egészséges gyermekek között, mely véleményem szerint még kiaknázatlan lehetőségeket rejt magában.

Céлом feltérképezni annak lehetőségeit, hogy az építészet eszközeivel milyen módon lehet elősegíteni fejlesztő életterek alakítását oly módon, hogy ez egyben támogató, motiváló közeget biztosítson a gyermekek számára.

Milyen körülmények adóttak jelenleg, mik szükségesek az integrálás megkönnyítéséhez? Milyen korban érdemes hangsúlyozni az érzékenyítést? Meglévő oktatási intézményben hogyan lehet ezt megvalósítani, utólag a belső tereket átalakítani? Érdemesebb lehet kimozdulni a belső térből és a hangsúlyt a külső épített környezetre fektetni? Kutatásom során ezekre a kérdésekre keresem a válaszokat.

Témavezetők:
Pataky Rita
egyetemi mestertanár, BME ÉPK
Dr. Kovács Máté Gergő
tudományos munkatárs, BME ÉPK

Kapcsolt gerébtokos ablak felújítása

Egy igen különleges lehetőség adatott meg nekünk, hiszen úgy gondoljuk, ritkán fordul elő, hogy hallgatóként valós tervezési feladatban kell helytállni, amiben ráadásul a szakma, a hobbi és az érdeklődés egyesülhet. Nekünk ezt jelentette a Bihari János Kulturális Egyesület és Táncegyüttes Akácfa utcai székház tereinek és ezen belül is az utcai homlokzati ablakok felújítása. A feladat első pillanatra egyszerűnek tűnhet, még akkor is, ha kétszint magas kapcsolt gerébtokos ablakokról van szó, de a valóság egészen mást tartogatott a számunkra, mivel egy korábbi átalakítás során közbenső osztófödém is készült. A munka megkezdésekor az Együttes „szájhagyományán” kívül semmilyen információ nem állt rendelkezésünkre az épületről és szerkezeteiről, így az alapos felmérési munkák mellett kutatómunkát is végeztünk az épület történetével, építési idejével kapcsolatban, ami alapján a korabeli építési könyvekkel összevetve rekonstruálni tudtuk a nyílászáró szerkezetet.

A Tudományos Diákköri Konferenciára készített munkánkban nem csak a konkrét nyílászáró felújítását mutatjuk be, hanem igyekszünk a tapasztalatainkat és kutatásainkat összegezni, bemutatjuk a kapcsolt gerébtokos nyílászárókra vonatkozó, jelenleg tudományosan is elfogadott felújítási lehetőségek általunk kidolgozott értékelési rendszerét, ami rávilágított arra, hogy ezek a módszerek nem minden esetben alkalmazhatók és sokkal több szempontrendszerrel kell egy-egy felújítás során figyelembe venni, melyek a mi végső választásunkat is segítették.

Mivel Budapesten is több olyan épület található, ahol közbenső födémeket alakítottak ki történeti nyílászáró előtt, így a kidolgozott értékelési rendszer segítséget nyújthat más, hasonló esetekben is.

DOLZHIKOVA ALENA

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Építészmérnöki Kar

FESENKO VALENTINA

tinafesenko@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Építészmérnöki Kar

KASATKINA KARINA

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Építészmérnöki Kar

*Témavezető:
Dr. Szabó Árpád
egyetemi docens, BME ÉPK*

New quality of creative and public spaces. Connection between the arts and architecture.

Theoretical basis for finding main principles of creating and redesigning (activating, rethinking) public spaces based on the comprehensive analysis of the existing study in psychogeography, emerging arts and faced-paced developing technologies.

Study of an existing connection between research subjects and public spaces, their mutual influence, the usage of arts as a tool in public spaces to evoke various emotional states. A definition of Art and the Arts; a brief history of arts.

Music, colour, street art, contemporary technologies and movement as a creativity force for space shaping. Life experience in connection between architecture and music. Its historical background and repetition today. Analysis of similar-based notions and thinking processes in music and architecture. Mutual reshaping of space belonging to arts and architecture fields.

Information age influence on the performative arts; categorization of the contemporary arts with examples of it.

Review of successful examples of existing activated public spaces by application of the arts.

ÉPÍTÉSZETTÖRTÉNET



**Műszaki Tudományi
Szekció**

A Confessiones építészeti szemmel

Mit adhat ma az építészet tudománya számára az ókori keresztény irodalom? Hogyan kódolódhatna a térformálásban egy-egy keresztény ember gondolata? Kutatásomban az irodalom és az építészet között állok, ahogy kigyűjtöm Szent Ágoston Vallomásainak építészetre vonatkozatható tartalmú vagy felhangú filozofikus mondatait, kifejezéseit.

A kutatás célja megismerni, mekkora potenciált rejthet egy interdiszciplináris „kreatív kutatás”; tapasztalatot képezni és kutatást előkészíteni más, hasonló projektekhez; megismerkedni a témához köthető szakirodalommal és nem utolsósorban építészeti tervezéshez inspirálódni.

Dolgozatomban és előadásomban szeretném bemutatni a könyv építészeti vonatkozású mondatainak gyűjteményét, csoportosítását; a gyűjtéshez használt módszert; és kimutatásokat. A prezentálást a kutatás során keletkezett tapasztalataim és inspirációim ismertetésével szeretném zárni.

Az egri vár különleges kerengője

Eger vára mind a mai napig rejteget felfedezésre váró titkokat. A ma is látható kövek és a föld által fedett értékek rengeteg történetet tudnak mesélni a ma emberének. A legtöbbeknek az egri várról mégis általában az 1552-es diadal jut eszébe. Ám ezen a jelentős sikeren kívül is tartogat érdekességeket a vár. Kevésbé ismert tény, példának okáért, hogy itt állt a korban az ország egyik leghatalmasabb székesegyháza. Vagy, hogy Magyarországon elsőként Egerben bukkantak rá székesegyházzal egybeépített kerengőre? Ez az építési mód egykor Európa-szerte elterjedt volt, ám hazai emléket idáig csak a hevesi városban találtak. Erről a középkori kerengőről a mai napig meglehetősen kevés információval rendelkezünk. Évtizedekkel ezelőtt Kozák Károly már megtalálta egyes részleteit, ám püspöki kerengőként csak a 2016-os feltárások során azonosították a romokat. Az évszázadok és különösen a 2000-es évek építkezései nagymértékben megrongálták az egykori köveket. Ám ez nem akadályozhat meg minket abban, hogy felfedezzük az egykor itt élők környezetét.

Kutatómunkám folyamán ennek az eddig kevésbé ismert építménynek szeretnék utánajárni, történetét megismerni, a székesegyházhoz való kapcsolatát megfejteni és korszakolni. Az adatgyűjtést követően végül a helyi maradványok és korabeli, hazai és külföldi példák átvizsgálásával létre szeretnék hozni egy elméleti rekonstrukciót.



Háztól városig - A camdeni szociális lakásépítés

Neave Brown 2018-ban, mindössze három hónappal a halála előtt elnyerte az építész szakma egyik legrangosabb elismerését, a Brit Építészek Királyi Intézetének Arany Medálját. Díjazása sokaknak meglepetés volt, de talán senki nem lepődött meg jobban, mint ő maga. 87 éves volt ekkor, és már több mint 15 éve felhagyott az építészettel. Azokért a szociális telepekért jutalmazták, melyeket évtizedekkel korábban, a londoni Camdenben tervezett. Én is ekkor, mintegy három éve találkoztam először Neave Brown névvel és rajta keresztül jutottam el dolgozatom témájához.

Az 1960-80-as évek camdeni szociális telepeit az elmúlt évszázad legfontosabb lakhatási projektjei között tartják számon. A mögöttük rejlő tervezői szemlélet a modern építészet kimagasló példáit eredményezte, és a 21. század lakhatási problémáinak fényében a ma építészeinek is sok tanulsággal szolgálhat. Neave Brown és más, szintén Camdenben dolgozó építészek munkái az alacsony, sűrű beépítés legelső alkalmazásai közé tartoznak. A korban nemzetközileg is jelentős anti-szuburbánus lakóháztelepítés képviselői és az egyetemes építészettörténet mérföldkövei.

Dolgozatomban bemutatom a camdeni lakásépítés legfontosabb jellemzőit Neave Brown, Tábori Péter és más jeles építészek munkásságán keresztül. A téma értelmezéséhez elengedhetetlen a történeti-politikai kontextus, illetve a tervek teoretikus háttérének ismertetése. TDK-mat az Egyesült Királyság szociális lakásépítésének történeti ismertetésével kezdem. Sorra veszem legfontosabb mérföldköveit, és a közrejátszó politikai, gazdasági és szociális tényezőket, egészen a 60-as, 70-es évekig. Ezt követően térek rá a Camden lakásépítésének bemutatására, illetve a Neave Brown és társai által tervezett épületek elemzésére.

Munkám kizárólag idegen nyelvű források (könyvek, disszertációk, interjúk, újságcikkek, dokumentumfilmek) tanulmányozására korlátozódik, mivel a téma a magyar szakirodalomban feldolgozatlan. Saját érdememnek az ismeretanyag felkutatását, feldolgozását, strukturálását, majd magyar nyelvre történő átültetésével egy hazai tekintetben hiánypótló tudományos munka létrehozását tartom.

2019 szeptemberében Londonba is ellátogattam és végre saját szememmel láthattam Neave Brown és társainak épületeit. Bízom benne, hogy TDK dolgozatom révén másokkal is megoszthatom lelkesedésemet, és hozzájárulhatok ahhoz, hogy a modern építészet ezen apró, de annál fontosabb szegletét itthon is minél többen megismerhessék.



KUKLIS TIBOR
kuklis.tibor96@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Építészmérnöki Kar

SZABÓ SIMON
simko1000000@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Építészmérnöki Kar

Témavezetők:
Dr. Halmos Balázs
egyetemi adjunktus, BME ÉPK
Dr. Hegyi Dezső
egyetemi docens, BME ÉPK

Ismeretlen értékeink - XIX.-XX. századi magyarországi téglaszáritó színek vizsgálata

A téglagyártás hazánkban régóta fontos gazdasági ágazatnak számít, melynek jelentősége tovább növekedett a trianoni békeszerződésből adódó fahiány miatt. A téglá előállításához az alapanyagoknak egy bonyolult technológiai láncon kell végig futnia: ki kell termelni, szállítani, formázni, szárítani és égetni kell. Sokáig a legnagyobb helyigényű folyamat a téglák szárítása volt, amit kültéren, szárító színekben végeztek. A gyártási technológia fejlődésével a XX. Század második felében, a folyamatos gyártás igénye és a szárítási idő csökkentése miatt gyorszáritó kamrákat kezdtek használni, így a szárító színek funkciójukat veszítették.

Mivel hosszú évtizedekig nagy számban volt rájuk szükség, ezért a tervezésnek és kivitelezésének lehetőleg minél olcsóbban és könnyebben kellett zajlania. Így elterjedtek típusmegoldások a szárítószínek építésére, melyek minimalizálták az építési időt és munkát. Később, a vasbetonépítés kezdeti időszakában előregyártott szerkezeti elemekből is építettek szárítókat.

Dolgozatunk célja, hogy örökségvédelmi célból építészeti és tartószerkezeti szempontból vizsgáljuk ezen színeket. Forrásaink helyszíni felmérések, és hasonló szerkezetű, kisléptékű mezőgazdasági/ipari épületek vizsgálata. Az szakirodalomban talált szerkezeti típusok közül 1-1 példát kiválasztunk, melyet alaposabban fel is mérünk, elemzünk. A színek vizsgálata során tipologizáljuk a korban használt szerkezeti rendszereket, illetve kitérünk a szerkezetválasztás, rendszer, csomóponti kialakítás technológiai és tartószerkezeti vonatkozásaira is.

Kelet és Nyugat határán – Az Árpád-kori rotundák kapcsolatai Európa építészetében

A Magyar Királyság Árpád-kori szakrális építészetének meghatározó elemei a rotundák, más néven a körtemplomok. A Kárpát- medence területén közel kétszáz emlékről van tudomásunk, emellett a Közép-Európai régióban szintén jelentős számban található meg ez az épülettípus. A preromán kortól egészen a koragótikáig épültek körtemplomok, melyek funkcionalitás és téralakítás szempontjából színes képet mutatnak.

Kelet és Nyugat hatását ötvözve, de a pogány hagyományokat sem elfeledve alakultak ki a rotundák, melyek funkcionális változatossága és praktikussága segítette az elterjedésüket. Erre a konklúzióra jutottunk a 2018-ban készített TDK dolgozatunkban, melyben részletesebben foglalkoztunk a forma elterjedésével és funkcionális változásával.

Kutatásunk folytatásához már a korábbi tanulmányunk készítése közben több új irány kínálkozott, emellett a hipotéziseink mélyebb megvizsgálását is szükségesnek éreztük. Ez szilárd alapot jelentett az új vizsgálatok megkezdéséhez. Jelen dolgozatunk elsődleges célkitűzése egy áttekinthető adatbázis és térkép létrehozása Közép-Európa rotundáiról, mely segítségével további következtetéseket tudunk levonni többek között térbeli, időbeli és alaprajzi megjelenésük és elterjedésük szempontjából. Ezen felül részletesebben meg akarjuk vizsgálni a preromán és a lovagrendi építészet hatását a körtemplomokra és összevetjük az emlékkállományt Európa korabeli centrális építészetével.



JOBBIK ESZTER
eszter.jobbik@gmail.com

ZSLEBICS JUDIT
juditzslebics@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Építészmérnöki Kar

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Építészmérnöki Kar

Témavezetők:
Daragó László
egyetemi docens, BME ÉPK
Fehér Krisztina
tanársegéd, BME ÉPK

Késő középkori falusi templomépítészet a Balaton körül

A Tudományos Diákköri Konferenciára készített munkánk témája a késő középkori falusi templomépítészet összefüggérendszerének vizsgálata a Balaton körül. E probléma feldolgozására már több megközelítésből születtek kísérletek, például területi alapon, vagy „építőműhelyek” munkásságának keresésével, mely munkák áttekintése után úgy véljük, a terület templomépítésze e korszakban olyan sok, különféle hatás mentén alakult, hogy nem lehet közülük egyet kiemelni, és csak azt vizsgálni. Mivel a kiválasztott épületállomány esetében szinte általános, hogy az épületeknek több építéstörténeti periódusa van, a mai napig használatban vannak, és nagyobb átépítéseken estek át, az átfogó szakirodalom és az egyes templomok monográfiáinak áttanulmányozásán túl elengedhetetlennek tartottuk az összes épület felkeresését, és megfelelő mélységig történő felmérését. Ennek eredménye a részletes vizsgálat tárgyát képező 24 emlék esetében egy teljes fotódokumentáció, melyet lézeres távmérő segítségével készített szabadkézi manuálékon rögzített mérések egészítenek ki. A kettő kombinációjából végül számítógépes felmérési rajzokat készítettünk. Ezen felül a szakirodalom alapján meghatározott, a vizsgált emlékcsoporttal kapcsolatba hozható kolostortemplomokról, illetve az elsődlegesen az írott források alapján kiválasztott, de a helyszíni szemle során (a késő középkorból megmaradt részletek hiánya miatt) a részletesebb vizsgálat tekintetében elvetett templomok esetében is fotódokumentáció készült. Így az épületek, mint forrásanyag, és a szakirodalomban eddig felvázolt kapcsolatok újraértékelése alapján célunk egy olyan összefüggérendszer felállítani, mely segítségével a területi és korszakhatárokkal lehatárolt emléktanyag kialakulását meghatározó viszonyok értelmezése lehetőséget teremt a középkori építészet ezen szegmensének pontosabb elhelyezésére a magyar templomépítészet alakulásának folyamatában.

„Szocreál” lakótelepek a XXI. században

A II. világháború utáni Magyarországon, ahogy a többi érintett országban is, elsődleges célkitűzésként jelent meg a lakáshiány megoldása – ennek eredményeképp számos lakótelep és egyedi lakóház épült. E folyamat rövid ideig egybeesett a modernizmus tagadásaként mesterségesen létrehozott, követendő stílusnak kikiáltott magyar szocialista realizmussal (Prakfalvi Endre, 2010), mely ugyan alig öt évig tartott, mégis meghatározónak számít.

Az ekkor tervezett lakóépületeknek nemcsak a sztálini üzenet („tartalmában szocialista, formájában nemzeti”) stilisztikai elvárásainak kellett megfelelnie; számos hivatalos álláspont született arról is, hogy mik lehetnek a kor és az új társadalmi rend emberének lakószükségei, funkcionális elvárásai (Keller Márkus, 2017). A tervezőknek a jellemzően keretes és/vagy meanderes beépítésű, zöldterületekben gazdag lakótelepek tervezése során ezen elveket is figyelembe kellett venniük.

Az elmúlt évtizedekben építészeti és szociológiai kutatások is folytak a korszakkal és a témával kapcsolatban (Körner Zsuzsa, 2006; Bonta János, 2008), azonban igen kevés információval rendelkezünk arról, hogy napjainkban miként működnek ezek a lakótelepek és milyen a megítélésük.

TDK-dolgozatomban annak szeretnék utánajárni, hogyan, mennyire használja ki lakóközössége a szocreál elvek alapján épített, sok szempontban jó városi környezeti minőséget biztosító lakótelepek nyújtotta lehetőségeket; hogyan vélekednek a lakókörnyezetről, amiben élnek. A fenti kérdésekre a válaszokat helyiek bevonásával, kérdőíveken és személyes riportok készítésén keresztül igyekszem megtalálni. A vizsgálat során elsősorban a budapesti Kerepesi úttal és Nagy Lajos Király úttal, mint az egyik legnagyobb kiterjedésű, és legismertebb szocialista realista épületegyüttessel, valamint közvetlen környékükkel foglalkozom.

ÉPÜLETGÉPÉSZET



**Műszaki Tudományi
Szekció**

A BME Oktatóreaktorán végzett mérések modellezése a DIREMO, végeelem-módszeren alapuló diffúziós kóddal

A számítógépes modellezés legnagyobb előnye, hogy a modellezett folyamatok természetére, amennyiben az implementált modell validáltan képes a valóság közelítő leírására, komplex mérések végrehajtása nélkül lehet következtetni. A dolgozatomban a BME NTI-ben fejlesztett Neutrontdiffúziós Reaktormodellező Oktatóprogram (DIREMO) felhasználásával végeztem szimulációkat a BME NTI Oktatóreaktorán azzal a céllal, hogy bizonyítsam a kód valós reaktorokon történő alkalmazhatóságát. A DIREMO egy végeelem-módszeren alapuló diffúziós reaktorfizikai kód, amely képes több neutronenergiacsoport figyelembe vételével egytől háromdimenziós geometriákra vonatkozó stacioner és tranziens számítások elvégzésére. Az Oktatóreaktor geometriai modelljeit a Gmsh nevű CAD programmal állítottam elő, a diffúziós számításokhoz szükséges csoportállandókat pedig a BME NTI munkatársai bocsátották rendelkezésemre.

A BME Oktatóreaktorán végzett minta- és rúdértékesség méréseket két-, illetve háromdimenziós modellekkel szimuláltam. Az elkészített modellek felhasználásával vizsgáltam, hogy különböző minták zónába történő bejuttatása milyen reaktivitásváltozást okoz. A minták reaktivitáslekötése mellett a reaktorban található automatikus és kézi szabályozórudak integrális rúdértékességeit is meghatároztam. Végezetül pedig tranziens számításokkal megfigyeltem, hogy a szabályozórudak azonnali bejuttatása, valamint egy kadmium minta azonnali, és csőpostán keresztüli modellezett bejuttatása milyen hatást gyakorol a reaktor teljesítményére.

Ahhoz, hogy egy reaktorfizikai kód eredményei a valóságban is felhasználhatók legyenek hosszú verifikációs és validációs folyamat szükséges. Ennek keretein belül a szimulációk során kapott eredményeket több forrásból származó adatokkal is összevettem, melyek közül a legfontosabb a BME Oktatóreaktorán elvégzett mérések eredményeivel történő összehasonlítás. Emellett más reaktorfizikai kódok által szolgáltatott számítási eredményekkel is összevettem az eredményeimet: Horváth András diplomamunkájában a DIMITRI programmal számított eredményekkel [1], illetve Böröczki Zoltán és a többiek folyóiratcikkében a PARTISN kóddal számított eredményekkel [2].

Irodalom:

- [1] Horváth András. Perturbációk elméleti és kísérleti vizsgálata a BME Oktatóreaktorán, 2014 BME NTI
- [2] Böröczki, Z. I., Klujber, G., Tolnai, G. et al. Simulation of a research reactor reactivity transient with deterministic and GPU-assisted Monte Carlo reactor kinetics codes. Eur. Phys. J. Plus 135, 281 (2020)

A fenntartható vízellátás esetei a közművel nem rendelkező területeken

A víz maga az élet, és annak feltétele. Földünk jelentős részét víz borítja, ám az életvitelszerű életünkhöz elengedhetetlen édesvízi készletek rohamosan fogynak. Dolgozatom témájaként a fenntartható vízellátás különböző lehetőségeit előtérbe helyezve a közművel nem rendelkező épületek közművesítését, közműpótló berendezések működését vizsgálom. Tanulmányozom a különböző rendszerek bekerülési, fenntartási és megtérülési költségeit, valamint javaslatot teszek az esővíz gyűjtésére és felhasználására, ezzel is ügyelve a felszín alatti vízbázisaink érintetlenségére.

A vonalmenti hőveszteségek számítási eljárásainak összehasonlítása

Az épületek pontos energiaveszteségének meghatározásához elengedhetetlen a vonalmenti hőveszteségek figyelembevétele. Kutatásomban megvizsgáltam egy teljes lakóépületet és összehasonlítottam, hogy mekkora mértékben térnek el egymástól a különböző hőhíd számítási módszerek. Összevettem a 7/2006 TNM rendelet szerinti egyszerűsített módszert; az MSZ EN ISO 14683:2017 szabvány szerinti egyszerűsített hőhídkatalógus; egy részletes nemzeti hőhídkatalógus eredményeit; továbbá részletes, kétdimenziós hőtechnikai, illetve kapcsolt hő- és nedvességtranszport szimulációk által meghatározott hőveszteséget stacioner és dinamikus állapotban is. A modelleket végelelemes multifizikai numerikus szimulációs szoftver segítségével vizsgáltam az MSZ EN ISO 10211:2017 és MSZ EN 15026:2007 szabványban foglaltak szerint. Az átfogó kép eléréséhez az épületet alkotó összes hőtechnikailag releváns csomópont megvizsgáltam.

Energiatanúsítási sémák értékelő elemzése és fejlesztési javaslat kidolgozása

A kutatás témája a különböző országokban alkalmazott energetikai tanúsítási rendszerek összehasonlítása. Cél, hogy a különböző tanúsítási sémákat megismerve és ezekből a tapasztalatokat levonva egy olyan fejlesztési javaslatot dolgozzak ki egy új, innovatív energetikai tanúsítvány sémára, amely mind szakmai, mind formai szempontból megfelel az előírásoknak, követelményeknek, ugyanakkor nagyobb hozzáadott értékkel bír a fogyasztók tájékoztatása szempontjából.

Első lépésben egy értékelési szempontrendszert szeretnék kidolgozni, mely alapján értékelem a különböző sémákat és a legjobb gyakorlatokat szintetizálva kísérletet teszek egy, az igényeknek jobban megfelelő, új séma kialakítására. Ilyen értékelési szempontok lehetnek például: környezetvédelmi és energetikai indikátorok, információtartalom, ergonómia, korszerűsítési javaslatok struktúrája, megalapozottsága és mélysége, költséghatékonysági szempontok megjelenítése.

Grafitos expandált polisztirol hőtechnikai tulajdonságainak vizsgálata

1. fejezet - Bevezetés.

- A hőszigetelés, mint fogalom megjelenése, a hőszigetelő anyagok megjelenése és fejlődése.

2. fejezet - Különböző hőszigetelő anyagok bemutatása.

- A hő terjedésének három lehetséges módjának (hővezetés, hőszugárzás és hőszállítás) ismertetése.
- A stacioner hővezetés bemutatása többretegű sík fal esetében.
- A szigetelő réteg hatása a falszerkezet hővezetési ellenállására.
- A hővezetési tényező, annak fogalma.
- A szigetelő anyagok különböző lehetséges csoportosításai: teherhordó és nem teherhordó szigetelő anyagok, zárt és nyitott cellás szigetelő anyagok, természetes és mesterséges szigetelő anyagok.

3. fejezet - Az expandált polisztirolt, gyártási folyamata, tulajdonságai.

- A grafitos expandált polisztirol tulajdonságai, vizsgálata, előnyei.

4. fejezet - A mérésekhez és vizsgálatokhoz használt gépek és számítógépes programok részletes ismertetése.

5. fejezet - A mérések és vizsgálatok eredményeinek bemutatása.

- A vizsgálati módszer, a magas hőmérsékleten történő mesterséges öregítés, illetve az Arrhenius összefüggés ismertetése.
- A vizsgált mintadarab hővezetési tényezőjének változása a mesterséges öregítés során.
- A nedvesítési peremszög változása a mérések előrehaladtával.
- A mesterséges öregítés határainak vizsgálata a grafitos expandált polisztirol esetében.
- A mintadarabok sűrűségének változása a mérések előrehaladtával.

Összefoglalás

Hűtőközegek megfelelésének vizsgálata az R410A rendszerhez viszonyítva

A hűtőközegek erőn felül vesznek részt a globális felmelegedés létrehozásában és az ózonkárosításban. Ennek csökkentésére törekszenek a tudósok, az ipari szereplők és a jogalkotók. Az 517/2014 EU rendelet következtében az épületgépészeti klimatizálásban leggyakrabban alkalmazott hűtőközeg, az R410A kivezetésre kerül, új készülékekben 2022 után. Jelen dolgozatban megvizsgáltam, hogy néhány, a helyettesítésére szolgáló közeggel működtetve a gépet, hogyan alakulnak az energetikai tulajdonságok és az exergetikai hatékonyság. Az eredmények alapján a vizsgált szempontok szerint az R717 (ammónia) a legígéretesebb, de a képet árnyalják a nem vizsgált jellemzők (pl. a korrózió okozó képesség vagy a kémiai reakciókészség).

Irodaépület üzemeltetésének optimalizációja dinamikus szimulációval

Tekintve, hogy az életünk nagy részét épületekben töltjük, elengedhetetlen a megfelelő komfort körülmények biztosítása. Ugyanakkor az épületek más szempontból is kiemeltek, az Európai Unió teljes energiafogyasztásának 40%-át, CO₂ kibocsátásának 36%-át adják, így tudatos épülethasználattal jelentős energia takarítható meg mind épület, mind globális szinten. Az épületenergetikai szimulációs szoftverek lehetőséget nyújtanak az épületek energiahatékonyságának, energiafogyasztásának nagy pontosságú becslésére, ezáltal alkalmasak energiamegtakarítási potenciál becslésére is.

Az épületek energiafogyasztását befolyásoló paraméterek közül az egyik legnagyobb kihívást a felhasználók jelentik, akik jelenlétükkel, viselkedésükkel, berendezések működtetésével, épület szabályozási rendszerébe történő beavatkozással jelentős hatással bírnak az épület energiafelhasználására, így az esetleges megtakarításra is.

Dolgozatomban egy budapesti önkormányzati épület energiafogyasztását vizsgálom dinamikus szimulációs szoftver (DesignBuilder) segítségével. Különböző, felhasználói magatartással összefüggő energiamegtakarítási javaslatokat adok (pl. fűtési hőmérséklet csökkentése, takarékosabb HMV fogyasztás, energiatudatosabb szellőztetés, irodai berendezések éjszakai fogyasztásának minimalizálása), és vizsgálom, hogy melyekkel érhető el a legnagyobb megtakarítás. A dolgozat során a dinamikus szimuláció eredményeit más számítási (szezónális, havi) módszerekkel hasonlítom össze, vizsgálva, hogy azok hogyan viszonyulnak az épület tényleges viselkedéséhez. További célkitűzésem egy optimalizált modell elkészítése, mely a korábban említett energiamegtakarítási javaslatok mellett a hőtermelők (gázkazán – hőszivattyú) bivalens üzemvitelének optimalizálását is tartalmazza, és a szimulációs eredmények alapján becslést adni az épületben elérhető energiamegtakarításra.

Klíma válság? Passzív hűtés!

Épületgépész hallgatóként Tudományos diákköri dolgozatom témája egy passzív hűtési eljárás magyarországi körülmények között való alkalmazhatóságának vizsgálata, amely sokkal kevésbé szennyezi a környezetünket a már meglévő hűtőberendezésekkel szemben és mindemellett energiát takarít meg. Ezáltal egy szebb és tudatosabb jövőt teremthetünk!

Dolgozatomban elsőként a már meglévő passzív hűtési eljárásokat taglalom, majd részletezem kutatásom alapját, amely a tetőfelületen visszahűtött, ciszternában összegyűjtött csapadékvíz hűtési célú felhasználásait célozza meg. Ezt követően – mivel főképp sugárzásos jellegű hőleadásról van szó - ismertetem az égbolt hőmérsékletére vonatkozóan az általam elvégzett méréseket, bemutatva az ehhez használt mérőműszert, valamint programokat és közlöm a mérések eredményét. Mindezek után szemléltetem a hűtőtéljesítmény számításának módját.

Munkám lezárásaként bemutatom, hogy ez az alternatív módszer, Magyarország éghajlati körülményei között, meghatározott időszakokban alkalmas az épülethűtésre!

ÉPÜLETSZERKEZETEK



**Műszaki Tudományi
Szekció**

KÖVESDI ANDREA
kovesdi.andi93@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Építészmérnöki Kar

SZABÓ SIMON
simko1000000@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Építészmérnöki Kar

Témavezetők:
Dr. Hegyi Dezső
egyetemi docens, BME ÉPK
Dr. Csicsely Ágnes
egyetemi adjunktus, BME ÉPK
Dr. Vasáros Zsolt
tanszékvezető, egyetemi tanár, BME ÉPK

A Hassan Fathy-féle boltozatok tönkremenetelének és sérüléseinek lehetséges okainak vizsgálata a New Gournai-épületeken

Hassan Fathy (1900-1989) napjaink egyik legismertebb egyiptomi modern építész. Szenvedélye volt a vidék, melynek gazdaságát és életszínvonalát minimális költségvetéssel, de annál nagyobb lelkesedéssel és energiabefektetéssel, építészeti eszközökkel igyekezett megoldani.

Legjelentősebb munkája és hagyatéka a New Gournai projekt, mely ma már UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) védelem alatt áll. Itt mind az építészeti, mind a mérnöki, a szociológiai és a művészi álmait is megvalósíthatta. Újjáélesztette az antik falazási, építési, várostervezési és iparművészeti technikákat és nem utolsósorban a sártégla használatát. Boltozat formáihoz az iszlám, a kopt és a núbiai építészeti hagyományokból merített ihletet. A núbiai boltozatfalazás technikáját még ismerő és gyakorló mesteremberekkel dolgozott együtt házai megépítésénél. A vályogtéglát kezdte használni az épületeinél, amely olcsó, szinte bárhol előállítható építőanyag, mely a száraz éghajlaton kedvezően viselkedik, hiszen sem csapadék sem fagy nem jellemző erre a területre. Azonban egyes helyeken kedvezőtlen hatása lehet a talajvíznek és annak ingadozásának.

Vajon a Gournai-épületek állagromlását és stabilitásvesztését mennyire befolyásolja az eredeti formai és anyagválasztási koncepció? Dolgozatunkban erre a kérdésre keressük a választ.

Vizsgáljuk az anyagot, a környezetet, az alkalmazott technológiát. A tartószerkezeteket numerikus számítások segítségével modellezzük, lekövetve a New Gournai-építmények tönkremenetelének okait. A megtámasztások és az anyag paraméterek változtatásával rekonstruáljuk a károsodott épületeket, hogy kiderítsük, mely hatások dominálnak az épületek állapotának folyamatos romlásában.

A Stoczek menza akusztikai rehabilitációja

A Stoczek menza nem csak egy olyan közösségi tér, ahol tanárok és diákok együtt tölthetik ebédidejüket. Jelenlegi állapotában azonban nem teljesen alkalmas a közösségi funkciókra, mivel a kommunikációt megnehezíti a konstans zaj. Dolgozatunk célja, hogy a jelenlegi állapot problémájának körbejárása, megvizsgálása után egy olyan átalakítási javaslat szülessen, amelynek révén a Stoczek menza megfelelő helyszíne lehet egy jó beszélgetésnek. A teremakusztika segítségével dolgozatunk erre a problémára kíván megoldást találni.

Az akusztika hanggal és rezgésekkel foglalkozó, több szakágat magába foglaló tudomány. A teremakusztika fiziológiai szempontból is befolyásolja a mindennapjainkat. Ha a konstans zajszint magas, könnyen megfájdul az ember feje, nehezebben lehet megérteni a mellettünk álló mondandóját. Ez egy láncreakciót generál, mivel elkezdünk hangosabban beszélni, így a teremben a zajszint is emelkedni fog. Fontos szerepe van az anyagválasztékoknak és koncepciónak abban, hogy ezt a konstans zajterhelést a legmegfelelőbb szinten tudjuk tartani.

A kutatómunka a jelenlegi állapot vizsgálatával kezdődött. Először zajméréseket végeztünk ebéddőben, hogy lássuk a jellemző zajszinteket. Az eredmények igazolták a felvetésünket: a teremben magas az alaptermin. Ezek után teremakusztikai felmérés következett, ami a legfontosabb pontja a mérési folyamatnak. Adó- (hangforrás) és vevő- (érzékelési) pontok között meghatároztuk a terem ún. Impulzusválasztát. Az értékekből kiszámítható az utóhangidő, valamint a beszédérthetőséget jellemző mérőszámok. A felmérések alapján elkészítettük a teremakusztikai szimulációhoz szükséges 3D modellt. A számítógépes szimulációval először a jelenlegi állapotot vizsgáltuk, majd teremakusztikai méréssel kalibráltuk a modellt, amelyet egy további helyszíni hangterjedés-vizsgálat eredményével validáltunk. Az objektív műszeres vizsgálatok mellett a szubjektív vizsgálatok fontosságára is figyeltünk. Összeállítottunk egy online kérdőívet, amellyel az éttermet használó közönség véleményét gyűjtöttük össze, mely alátámasztotta a problémát.

A felmérések után, a modell segítségével, megvizsgáltuk a különböző teremakusztikai beavatkozási lehetőségeket, mint például az álmennyezet, függönyök és egyéb hangelnyelő objektumok. Munkánk végén egy olyan belsőépítészeti tervet készítettünk, amely a jelenlegi állapot akusztikai problémáit javítja, csökkenti a menzára jellemző zajszintet, növeli az akusztikai komfortot és élhetőbb közösségi teret hoz létre.

Falazott hídszerkezetek dinamikai vizsgálata mozgó teherre

A tégl- és kőboltozatú hídszerkezetek Európa vasúti hálózatának szerves részét képezik, mi sem bizonyítja ezt jobban, minthogy mindmáig közel 200 000 falazott hídszerkezet van használatban, amely a teljes hídállomány 60%-át képezi. A szerkezetek életkora jellemzően meghaladja a 100 esztendőt, míg ezalatt a forgalmi terhek drasztikusan növekedtek: a tengelyterhelések (+20%) mellett a szerelvények haladási sebessége is jelentős mértékben emelkedett. A vasúti szerelvények, mint mozgó teher tekintetbe vétele komplex vizsgálatot igényel.

A gyakorlatban alkalmazott eljárások a falazott hídszerkezet vasúti terheinek dinamikus hatását a statikus vizsgálat eredményeinek dinamikai tényezőkkel való megváltoztatásával veszik figyelembe. Ezzel szemben más kutatók tényleges dinamikai vizsgálatot végeznek el a mozgó teher modellezésére, azonban a numerikus modelljeikben tipikusan lineárisan rugalmas anyagi viselkedést tételeznek fel. Ennek hátránya, hogy a boltozat ismétlődő teherciklusok hatására történő degradációja (pl. habarcs húzószilárdságának és kohéziójának elvesztése) nem vehető figyelembe. A jelenleg alkalmazott módszerek hiányosságai miatt egyre növekvő igény van olyan modellek kidolgozására, melyek egyszerre modellezik a dinamikus hatást és a nemlineáris szerkezeti viselkedést.

A kutatás során a hídszerkezet diszkrét elemes szoftverrel kerül modellezésre, melyben a boltozat elemei különálló diszkrét blokkokként jelennek meg, míg a feltöltés rugalmas-képlékeny modell segítségével kerül figyelembe vételre. Az alkalmazott szoftver e diszkrét rendszerhez tartozó mozgásegyenleteket oldja meg explicit időintegrálással, így lehetővé válik a mozgó teherhez tartozó dinamikai vizsgálat elvégzése. A kutatás során a korábban elkészített és kísérleti eredmények alapján kalibrált, a boltozatot és feltöltést egyaránt tartalmazó modellek felhasználásával a mozgó teher okozta dinamikai hatások kerülnek vizsgálatra. A vizsgálat célja egy rögzített hídgeometrián különböző sebességgel áthaladó tehercsoport dinamikai vizsgálata. A vizsgálatban összehasonlításra kerülnek a különböző sebességgel haladó tehercsoportok által keltett dinamikus elmozdulások az azonos tehercsoportokhoz tartozó statikus elmozdulásokhoz viszonyítva. Meghatározásra kerül a vizsgált hídhoz tartozó kritikus sebesség, amely megmutatja, hogy a dinamikus hatás mekkora sebességnél a legmagasabb a vizsgált teherelrendezés esetén.

Hidegen Hengerelt C Idomacélokból Összetett Szelvények Gyenge Irányú Hajlítási Merevségének Valóságszerű Modellezése

Hidegen hengerelt idomacélok tartószerkezeti alkalmazása esetén gyakori megoldás az összetett szelvények kialakítása. Ily módon aszimmetrikusból szimmetrikus elemek alakíthatóak ki, növelve az ellenállásukat a csavarodással és a kihajlással szemben. Az összekapcsolás a valóságban azonban soha nem tökéletes és megenged némi elcsúszást az összekapcsolt síkok között, befolyásolva az elem merevségét. Jelen dolgozat az egymásnak háttal elhelyezett, csavarokkal összekapcsolt C szelvények gyenge irányú hajlítási merevségét tárgyalja, bemutat egy kísérletet egy ilyen elem részletes végeelem modelljén, és felállít egy módszert, amelynek segítségével ugyanezt a viselkedést lehet elérni egy hagyományos rúdmodelleket használó építőmérnöki tevezőprogramban.

Rendkívül hatékony öngyógyító beton, amely megfelel a különleges követelményeknek

The improvement of concrete's immune system similar to humans' to self-heal whenever it is damaged (e.g. cracked) will make concrete more resilient and long-lasting. Different experiments are extensively studied to make self-healing concrete efficient like by using encapsulated bacteria, polyurethane, etc. Polyurethane capsules can give the highest self-healing efficiency only if capsules are brittle and placed perpendicular to the cracks. But In this paper, we will approach with round-capsulation instead of tubular capsulation to get better results. if we change the shape of tube capsules into a round ball-like shape with two sections in it. In one section, we can place bacteria and polyurethane into the other. When a crack is formed, this round-shape the capsule will result in making it more brittle due to its shape, and also the polyurethane will be perpendicular to the crack, and bacteria in other section will add its effect too to fill the crack and sleeping back till next crack formation and its filling, which is good for long term. Other than this, we have also discussed, some new approaches of using round-capsulation and new healing agent, by which we can achieve highly efficient, environment-friendly and economical self-healing concrete. Moreover, super absorbent polymers can also be used with these techniques to enhance concrete self-healing ability.

The paper also gives an overview of the available techniques to improve the self-healing characteristics of concrete, evaluates existing solutions, gives recommendations for further development, and also discuss some new approaches toward concretes' self-healing mechanism.

Mérnöki építmények állékonyságvizsgálata kombinált roncsolásmentes módszerekkel

Meglévő építmények tartószerkezeti állapotvizsgálata és biztonságának ismerete egyre fontosabbá válik a korunkban növekvő intenzitással jelentkező rendkívüli terhelések, mint például a szélteher, szeizmikus teher és egyéb extrém környezeti hatások miatt.

Az állékonyságvizsgálat szokványos geodéziai módszerei sok esetben nem elegendő pontosságúak, vagy nehezen kivitelezhetőek abban az esetben ha monitoring rendszerben kívánjuk őket alkalmazni. Az újszerű geometriai vizsgálati módszerek (pl. 3D lézer szkennelés, drón fotogrammetria, radar interferometria, stb.) egyre nagyobb potenciállal rendelkeznek a korábbinál hatékonyabb állapot-monitoring megvalósításához. Dolgozatomban az említett korszerű vizsgálati módszerek hatékonyságát elemzem valódi szerkezeteken végrehajtott vizsgálatok alapján. Az esettanulmányok eredményeinek feldolgozása után javaslatot teszek a módszerek egy kombinált alkalmazására a célszerű mérés technológia kidolgozásához.

GYÖRFY ORSOLYA
gyorfyorsi@gmail.com

Szent István Egyetem
Ybl Miklós Építéstudományi Kar

GÁL KRISZTIÁN MÁRIÓ
galkrisztian98@gmail.com

Szent István Egyetem
Ybl Miklós Építéstudományi Kar

Témavezető:
Dr. Vizi Gergely Norbert, PhD
tanársegéd, SZIE YMÉK

Századközepi modern épületek mai kornak megfelelő szerkezeti kialakításokkal

A századközepi modern egy gyűjtőfogalom, melyet az 1940-es, 50-es, és kisebb mértékben a 60-as évek, főleg amerikai építészeti és tárgykultúrájára használnak. A rohamos tempójú urbanizáció és az új életstílus kihívásaira a kor építészei és tervezői - akik erősen inspirálódtak a Bauhaus által - egy összetéveszthetetlenül modernista tervezői eszköztárral feleltek. Így születtek meg a korszak otthonainak legjellemzőbb megoldásai: a nagy, egybefüggő, világos közösségi terek, a kint és a bent közti határ elmosódása - köszönhetően a falmagasságú üvegfelületeknek - és egy geometriai formákra építő, de annál organikusabb ritmust követő formavilág.

Azért ez a korszak került választásra, mert még ma is divatos stílus és formavilága, karaktere hasonlít a kortárs építészeti irányzatra. Nevéhez méltón az épületeken a korszak legmodernebb szerkezeteit és anyagait alkalmazták. Ezzel ellentétben az akkoriban épült házak szerkezeti megoldásai manapság már nem felelnének meg az épületfizikai követelményeknek. Mi most eljártunk a gondolattal, mi lenne, ha ezeket a házakat ma kellene megépíteni.

Dolgozatunk célja, hogy egy magyar példán keresztül a ház szerkezeti megoldásait megvizsgáljuk, mai kornak megfelelő kialakításokkal helyettesítsük, úgy, hogy az eredeti épület arányai az átalakítások által lehetőleg ne változzanak. Majd energetikai számításokat végzünk, munkánk ellenőrzéseképpen. Választ keresünk arra, hogy a megtervezett épületek formája és arányai milyen kapcsolatban vannak az adott korban létező korszerű technikákkal és követelményekkel.

Szuper hőszigetelő anyagok alkalmazása műemlék épületeknél

Magyarországon egyre nagyobb figyelmet kap a szuper hőszigetelő anyagok használata műemlék épületek esetében. Ez elsősorban az egyes nyugat-európai országokban végbement újításoknak és szabályzásoknak köszönhető. Kiemelt országok közé tartozik például Svájc, ahol műemlék épületek újításakor kötelező szuper hőszigetelő anyagokat alkalmazni szigetelés céljából. Ezen történésekből következtethetünk, hogy hazai elterjedésük és szabályzásuk a közel jövőben várható.

Dolgozatomban a fent felsoroltak miatt kapott fő szerepet az adott hőszigetelő anyagok műemlék épületekre történő vizsgálata. Szakirányomból adódóan elsősorban energetikai megközelítésből végeztem el méréseimet és a méréseimre vonatkozó számításaimat. A számításaim elsősorban a vizsgált anyagok hőtechnikai tulajdonságaira vonatkoztak. Állításaimat minden esetben igyekeztem épületfizikai alapfogalmakkal alátámasztani.

Írásomban a gyakorlati számításokon kívül a hőszigetelő anyagok elméleti hátterének bemutatására is figyelmet fordítok. Bevezetőül általánosságban ismertetem a hőszigetelő anyagok kialakulásának történetét, valamint fontosabb fizikai jellemzőit. A hőszigetelések témakörön belül bővebben kitérek dolgozatom fő témájára: a szuper hőszigetelő anyagokra. A szuper hőszigetelő anyagok csoportjába a vákuumpanel illetve az aerogél hőszigetelések tartoznak. Ezen két anyagot igyekszem részletesen bemutatni külön figyelmet szentelve felhasználási területeikre.

Írásom zárásául röviden összegzem az építőiparban alkotott véleményeket a szuper hőszigetelő anyagok alkalmazásáról, valamint a mérésiemből és az elvégzett számításaimból levont következtetéseimet.

ÉPÜLETSZERKEZETI ANYAGOK VIZSGÁLATA



**Műszaki Tudományi
Szekció**

Acélbetétek tapadásának numerikus modellezése repedésmentes betonban.

Előfeszített vasbetonszerkezetek tervezése esetén az egyik fontos tényező a beton és a feszítőbetétek együttműködése. Ez a két anyag közötti tapadáson keresztül valósul meg. Megfelelő erősségű kapcsolat szükséges, hogy az erőátadás megtörténhessen, hogy a terheket közösen viseljék. A feszítőerő átadása a betonnak is a tapadási mechanizmusok segítségével valósul meg, ezek az adhézió, mechanikus tapadás, súrlódás és a Hoyer hatás.

A TDK dolgozatomban három különböző betétet foglalkozom: sima felületű acél feszítőhuzal, bordázott acélbetét és acél héteres pászma. A vizsgálat alapját GiD és Atena szoftverek segítségével előállított numerikus modellek adják. A célom az említett betétek geometriai modellezése és gerendavizsgálati elrendezésben történő nemlineáris végeelemes analízise. Mindegyik modellnél azonosak a tapadási körülmények, a betonminőség, geometriai méretek stb. A kísérleti elrendezéssel a zavartalan zónát, egy gerenda közbenső szakaszát szimulálom. A betéteket feszítetlen állapotban vizsgálom, a valós kísérletnek megfelelően. Kétféle beágyazási hosszt vizsgállok, az első esetben a standard kísérletnek megfelelően a névleges átmérő tízszeresével megegyező, a második esetben pedig a teljes hossz mentén ágyazom be a betéteket. Ezzel különválasztom a tönkremeneteli módokat, rövidebb beágyazási hossz esetén várhatóan a kapcsolat tönkremenetelével végződik a kísérlet, míg a hosszabb beágyazási hossz esetén arra lehet számítani, hogy a betét fog tönkremenni, megfolyik, elszakad.

A huzal esetén egyszerű viselkedés várható, csak az adhézió és a súrlódás játszik szerepet, vagyis a modellben definiált kontaktparaméterek fogják meghatározni a viselkedést. Ezért ezeket a paramétereket korábbi kísérletek segítségével állítom be, majd mindegyik modellnél ezt alkalmazom. Ezáltal a modellek összehasonlíthatóvá válnak.

A cél előállítani minden esethez a tapadási feszültség-megcsúszás diagramokat és megfigyelni a tönkremenetel módját. A numerikus vizsgálat előnye, hogy a tapadási feszültség és megcsúszás értékeket bárhol le lehet kérni, ezáltal azok hossz menti eloszlása is vizsgálható. A kapott eredmények kiértékelése során összehasonlítom a különböző betéteket egymással.

Továbbá megvizsgálom azt is, hogy az analitikus modellek mennyire összeegyeztethetők a numerikusan kapott eredményekkel, mi lehet az eltérések oka, és mire lehet ebből következtetni.

Átszellőztetett homlokzatburkolatok rögzítőrendszereinek épületfizikai elemzése

Manapság nagyban megváltozott a városok utcaképe, mivel egyre több újjépítésű, valamint felújított épület homlokzatán figyelhetünk meg különböző színű, anyagú, textúrájú átszellőztetett homlokzatburkolati kialakításokat. Ezen rendszerek elterjedése nem csak esztétikai tulajdonságaiknak köszönhető, hanem mechanikai és akusztikai védelmet biztosítanak a homlokzatnak, valamint csökkentik az adott épület energiaigényét. Azonban fontos megemlíteni, hogy a legtöbb épületenergetikával foglalkozó szakirodalomban, valamint a tervezési munkálatok során is elhanyagolják a hátszerkezet rögzítő elemek által okozott pontszerű hőhidakat. Ezek hatása a homlokzatra számolt hőátbocsátási tényezőre még hőhídmegszakítók használatával is jelentős mértékű és hazánkban a 7/2006 TNM rendelet értelmében figyelembe kellene vennünk a homlokzati falszerkezetek rétegtervi hőátbocsátási tényezőjében. Az elhanyagolás egyik oka, hogy az MSZ EN ISO 6946:2017 szabvány nem tartalmaz egyszerűsített számítási módszert, hanem az MSZ EN ISO 10211:2017 szabvány szerinti háromdimenziós numerikus szimulációt kell alkalmazni, ami jelenleg nem elterjedt széleskörben a szakmában.

A kutatást nemzetközi szakirodalom tanulmányozásával kezdtem, majd pedig összegyűjtöttem a modellezéshez szükséges különböző paraméterek lehetséges értékeit. Összesen 30 eltérő geometriai modellt készítettem Comsol Multiphysics végelelemes hőtechnikai szimulációs szoftver segítségével. A modellek kialakítása során eltérő vastagságú téglá-, valamint vasbetonfalakat, különböző anyagú és vastagságú hőszigeteléseket, többféle geometriai mérettel ellátott fix és csúszóponti kialakítású dübelezzett alumínium és acél tartókonzolokat, valamint a hőhídmegszakítók hatását vizsgáltam, törekedve arra, hogy minél több a valóságban is előforduló rendszert figyelembe vegyek. A létrehozott geometriai modellek felhasználásával több tízezer végelelemes futtatás során határoztam meg az egyes geometriai modell és paraméterkombinációk rétegtervi hőátbocsátási tényezőjét, valamint a tartókonzolok hőtechnikai hatását.

A dolgozat célja egy hőhídkatalógus létrehozása, amely figyelembe veszi a nemzeti sajátosságokat (értem ez alatt például, hogy hazai vázkerámia falazóblokkokat használtunk), továbbá esetleg egy olyan hőátbocsátási tényező korrekciós képlet meghatározása, amely a burkolatrögzítések hőtechnikai hatásával is számol és egyszerűsített számításokra is alkalmazható legyen a 3D-s végelelemes szimulációk helyett.

Beton adalékanyagok halmaztömörségének vizsgálata

Jelen TDK dolgozatomban beton adalékanyagok halmaztömörségével foglalkozok. Ez a témakör elengedhetetlen feltétele a megfelelő teherbírású, környezetkímélő és gazdaságos szerkezetek létrehozásához. Emellett a beton felületek és szerkezetek egyre nagyobb hangsúlyt és teret kapnak a mai modern építészet által. A beton tömörségével szoros összefüggésben van annak szilárdsága, felületi homogenitása és teherbíró képessége is. Emiatt elhanyagolhatatlan a zsaluzatokba töltött keverék megfelelő tömörítése a beton szerkezetek készítésekor. Másrészt a beton nyomószilárdságának egyik legfőbb befolyásoló tényezője az adalékanyag halmaztömörése, és mivel a beton keverékek 70%-át az adalékanyag teszi ki, ennél fogva a tömörítés létfontosságú. Bizonyított az is, hogy akkor a legjobb a friss beton bedolgozhatósága (folyási képessége), amikor a lehető legtömörebb a váz. Nem szabad megfeledkezni a cementpép szükséges mennyiségéről sem, ugyanis minél tömörebben helyezkednek el az adalékanyag szemcsék, annál kevesebb cementpép szükséges. Ezáltal minimalizálható a környezetszennyező és drága cement alkalmazása.

A szakirodalmak és a ma hatályos szabványok nem adnak egyértelmű összefüggést a zsaluzatok mérete, az adalékanyag szemeloszlása és a tömörítés által elérhető maximális tömörség között. Pontosan ezen indokok miatt tartom fontosnak és érdekes vizsgálatnak foglalkozni ezzel a témakörrel és problémával. A vizsgálataim elvégzése után a témával kapcsolatos szakirodalmakkal hasonlítom össze a kapott eredményeket.

Cementkötésű anyagok kémiai ellenállóképességének vizsgálata, a módszerek átfogó összehasonlítása

Jelen dolgozat célja, hogy útmutatást adjon cement kötésű anyagok leromlási folyamataira és azok vizsgálati módjaira, a módszerek összehasonlítására is kitérve. Az épített környezetünket meghatározó vasbeton szerkezetek biztonságosabb és hosszabb élettartamú használata fontos szempont. A beton többkomponensű anyagi rendszer, amelynek viselkedését jelentős részben összetevőinek tulajdonságai határozzák meg. Jelen kutatás kapcsolódik az NVKP_16-1-2016-0019 kutatási projekthez, amelynek elsődleges célja, hogy a szokványos betonokhoz képest az agresszív közegekkel szemben nagyobb ellenálló képességgel rendelkező betonokat fejlesszünk ki. Mindezen elvárások teljesíthetősége alapvető anyagtani, ill. anyagtudományi megközelítéseket igényelnek. Az agresszív környezet hatását modellkísérletekkel, új kísérleti módszerek kidolgozásával és alkalmazásával vizsgáljuk.

Savas környezetben a beton elveszti lúgos kémhatását, és amellet, hogy a beton maga is károsodhat, nem képes megvédeni a betonacélt a korróziótól. A tartósságot hátrányosan befolyásoló folyamatok az élettartam, valamint a biztonság csökkenéséhez vezetnek.

A beton egyes alkotóelemeinek savakkal történő reakciója jól ismert, azonban a heterogén beton leromlása a különféle savas környezetekben rendkívül összetett folyamat.

A jelenlegi szabványokban a követelmény teljesítésére vonatkozó rendelkezéseket, előírásokat fogalmaznak meg ilyen környezetekbe tervezésére. A jövőben a szabványokban ezeket az előírásokat valószínűség elméleti alapon megalkotott modellekre kívánják lecserélni. Mindezen változások, valamint az új technológiák megjelenése is, magával hozza az igényt a pontosabb és elfogadottabb vizsgálati módszerek kialakítására.

Savas környezet széles körben előfordulhat például az élelmiszeripar, a mezőgazdaság, vagy a szennyvíztisztítás területein. Ezen körülmények számos hatáson teszik ki a betont, és ennek következménye képpen a mai napig nem létezik a világban általánosan elfogadott, minden környezetre egységesen vonatkozó vizsgálati módszer.

A cementkötésű anyagokat érő agresszív kémiai hatásokat eltérő jellegű, de beton szerkezetek környezetében gyakran előforduló savas környezettel modelleztük: a kutatás során fejlesztett savkorróziós gépekkel, valamint kézi módszerrel vizsgáltuk.

Jelen kutatás eredményeket szolgáltat és válaszokat fogalmaz meg az eltérő tulajdonságú környezeti hatásoknak megfelelő vizsgálati körülmények és módszerek értékelését követően.

KOVÁTS MARCELL
kovacs.marcel25@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Építőmérnöki Kar

SOMLAI BÁLINT
somlai.balint97@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Építőmérnöki Kar

Témavezetők:
Dr. Kopecskó Katalin
egyetemi docens, BME ÉMK
Dr. Balázs L. György
tanszékvezető, egyetemi tanár, BME ÉMK

Cementkötésű anyagok kémiai korróziójának és ellenállóképességének tanulmányozása

Az épített környezetünket jelentősen meghatározó vasbeton szerkezetek biztonságosabb és hosszabb élettartamú használata fontos szempont. A beton többkomponensű anyagi rendszer, amelynek viselkedését (szilárdságát, tartósságát és egyéb tulajdonságait) jelentős részben összetevőinek tulajdonságai határozzák meg. A kutatási feladat elsődleges célja, hogy a szokványos betonokhoz képest az agresszív közegekkel ($\text{pH} < 5$) szemben nagyobb ellenálló képességgel rendelkező cementkötést biztosítsunk. Mindezen elvárások elsősorban anyagtani, ill. anyagtudományi megközelítéseket igényelnek. Vizsgálataink kiterjednek gyári és laboratóriumi cementek, valamint felhasználásukkal készült cementkötésű anyagok (habarcok) széleskörű vizsgálataira. Az agresszív vizes környezetek hatását modellkísérletekkel, új kísérleti módszerek kidolgozásával és alkalmazásával vizsgáljuk.

A cementkötésű anyagokat (habarcs, cementpép) érő agresszív kémiai hatásokat eltérő jellegű (ásványi – kénsav és szerves – ecetsav, tejsav) savas környezettel, valamint abrázíós hatás mentesen és abrázíós hatással is vizsgáltuk. Ezen kívül a próbatesteket a kísérleti körülmények közé eltérő korokban (28, 91 vagy 182 napos kortól), de azonos időtartamra (8 hét) helyeztük el.

A kísérleti körülmények hatására végbement változásokat a következő módszerekkel követtük nyomon: Szilárdság vizsgálat, testsűrűség – sűrűség, porozitás eloszlás higanyintrúziós vizsgálattal, behatolási frontok vizsgálata pásztázó elektronmikroszkópos módszerrel. Az eredmények alapján meghatározható a betonok első környezeti terhelésre alkalmas kora, valamint javaslatot tudunk tenni a megfelelő cementválasztásra, illetve a kísérleti módszerekre, a savkorrózió fokozottan ellenálló beton vizsgálati módszereinek egységes használatára.

Falazati szilárdság megítélésének módszerei: roncsolásmentes és kombinált módszerek.

A feladat során a falazott szerkezetek különböző diagnosztikai és értékelési módszerei kerülnek elemzésre egy XX. század eleji épület példáján keresztül bemutatva. A például szolgáló épület jellemző szerkezeteit tömören összefoglaljuk, kiemelten kezelve a falazott szerkezetek szilárdságának vizsgálatát és értékelését. Az elemzés célja, hogy az egyes módszerek összehasonlítása révén tisztázottak legyenek a módszerválasztás lehetőségei, azok alkalmazhatósági feltételei, valamint megítélhető legyen az eredmények bizonytalansága, relatív biztonsága. (relatív biztonság értelmezése: azonos tételen végzett roncsolásos eredményektől való átlagos eltérés)

A feladatban a falazat szilárdságát és/vagy annak paramétereit határoztuk meg roncsolásos/roncsolásmentes vizsgálatokkal, illetve ezek kombinációjával. Az adatok alapján értékeljük a minősítési egységek falazatának szilárdságát és vizsgáljuk az eltérő módszerek útján meghatározott eredmények statisztikai eloszlását. A falazóelemek szilárdságát roncsolásmentes/kombinált módon 11 féle szilárdságbecslő függvény értékei alapján határoztuk meg. A falazat szilárdságát 3 különböző számításos (továbbiakban: „a-c” jelű) módszer, illetve egy közvetlen eredményt adó roncsolásos módszer (továbbiakban: „d” jelű) módszer alapján határoztuk meg (kontroll).

A vizsgálati módszerek kiválasztásánál, a vizsgálati helyek kijelölésénél a hazai (TSZ 01-2013; TT TS-1 1998; EC 6) előírások képezték az alapot, ezen kívül külföldi előírások szerinti módszerek is alkalmazásra kerültek (pl.: 778-3R). A feladatban lehetőség volt új vizsgálati módszerek és módszerkombinációk tesztelésére, mint például a szerkezetből fűrt nagytérű hengerek roncsolásos vizsgálata és habarcshezagokból kimunkált kisméretű próbatestek nyomószilárdság vizsgálata. A közvetlen eredményt adó roncsolásos vizsgálat eredményeit összevetve a számításos módszerek eredményeivel, meghatározható az egyes módszerek relatív, „d” jelű módszerhez viszonyított biztonsága.

Kísérlet készült annak érdekében, hogy a szerkezetből vett mintákból kimunkált, kisméretű próbatesteken mérhető habarcsszilárdságot tudjuk viszonyítani a mai szabványos habarcsszilárdsági osztályokhoz. A kísérlet eredménye egy átszámítási tényező, mely figyelembe veszi a próbatestek kis méretének hatását.

Szálerősített alkáli aktivált cement kompozitok előállítása és vizsgálata

Századunkban az ipari termelés hatalmas mértékben nő szerte a világban. Azonban a termelés és a felfevőpiac növekedésével egyre több hulladék keletkezik, valamint nagy mennyiségű üvegházhatású gáz (pl.: CO_2) is generálódik. Ezen hatások okozói közé sorolható többek között a cementgyártás és a kőolajipar is; egy tonna cement előállításakor hozzávetőlegesen egy tonna CO_2 képződik és éves szinten az Európai Unióban közel 3 millió tonna gumihulladék keletkezik, amelyből hazánk ~ 45 ezer tonnával részesül. Ezen problémák jelentős része megoldatlan, napjainkban egyre intenzívebb kutatások folynak a lehetséges megoldások kialakítására. Dolgozatomban leírt kísérleti munkám célja, olyan szerkezeti anyag kialakítása, amely előállításával egyszerre lehet alternatív utat találni minkét probléma kezelésére. Nem cement alapú kötőanyag (alkáli aktivált cement – másképpen geopolimer) előállításával olyan mátrix-anyagot képezni, amelynek egy részét gumihulladék képezi. A fellépő szilárdságcsökkenés szálas adalékanyag adagolásával kezelhető – így szálerősített kompozitokhoz juthatunk.

A kísérleteim során alkáli aktivált cement (AAC) próbatesteket állítottam elő, amelyek alapját metakaolin, szabványhomok, valamint NaOH és vízüveg elegyből készített aktiválószer képezte. Modellkísérletek eredményeit figyelembe véve a töltőanyagként alkalmazott szabványhomok adott mennyiségét gumiőrleménnyel helyettesítettem. A gumi kötőanyagmátrixhoz történő kötődését a műanyagiparban használatos hidrofizáló szerekkel kívántam fokozni. Az előállított próbatestek szilárdságromlásának mérséklése érdekében szálas szerkezetű kaolingyapot AAC mátrixba történő beágyazásával kísérleteztem. Az előállított próbatesteket – a vonatkozó cement szabvány előírásainak megfelelően – 7 valamint 28 napos korukban nyomószilárdság vizsgálatnak vetettem alá. Vizsgáltam a különböző összetételű minták mikro- és makro-morfológiáját, kapcsolatot kerestem a szilárdság, az összetétel és morfológia között. A kísérleti eredményeim alapján kiválasztottam egy általam optimálisnak ítélt összetételt.

BOTOROK BEÁTA
beata.botorok@ingservice.ro

Kolozsvári Műszaki Egyetem

DEAC NORBERT-ÖRS
deacnorbert96@gmail.com

Kolozsvári Műszaki Egyetem

VÉCSI TÍMEA
vecsitimea@yahoo.com

Kolozsvári Műszaki Egyetem

BÁCS BÉLA
bacsbe97@gmail.com

Kolozsvári Műszaki Egyetem

NAGY ÖRS
rsnagy@yahoo.com

Kolozsvári Műszaki Egyetem

Témavezetők:

Dr. Gobesz Ferdinánd-Zsongor
egyetemi docens, RO KME
dr. Buru Ștefan Marius
egyetemi adjunktus, RO KME

Több pontban terhelte társzathidak tervezése

"Spagettiből hidat építeni? Játék ez, vagy tényleg komoly dolog? Nos a válasz egyértelmű: (...) komoly mérnöki feladat." – Reccs 2017

Jelenleg az egész világon rendeznek társzathíd-építő versenyeket. Egy egyedülálló verseny a Szlovéniában, Mariborban megszervezett "AJKTM - How strong is the bridge?!", amelyen rendhagyó módon több pontban terhelik a hidakat. A dolgozat célja a verseny követelményeinek megfelelő struktúra megtervezésének és megépítésének bemutatása, valamint egy identikus, valós méretű szerkezet elemzése. Az ideális geometria 3 terhelési pontra, a társza, valamint a ragasztó tulajdonságait figyelembe véve lett kialakítva. Innovatív módszerek felhasználásával, amelyek elősegítették a pontosságot, megépült a tervezett híd. A dolgozatban leírtakat alkalmazva, a Kolozsvári Műszaki Egyetemet képviselő csapat, új rekordot felállítva megnyerte 2018-ban a fent említett versenyt.

Újrahasznosított adalékanyagú betonok nyomószilárdsága a mérethatás figyelembevételével

There is no surprise that the topic of size effect (SE) is gaining more and more popularity since the construction industry is undergoing development in sense of the size of the structures. The gap between the scales of the structures in practice (e.g. high-rise buildings, bridges, dams) and the scale of the specimens in the laboratory experiments is obvious. (Bažant Z., 1999) Furthermore, in this study focus will be on the usage of recycled concrete (RC) as the aggregate replacement to the natural aggregate (NA). The plain (un-reinforced) concrete specimens using 45 % replacement of NA with recycled concrete aggregate (RCA) from demolished concrete will be used. Two recipes will be used in order to compare also SE for different compressive strengths of concrete. Furthermore, both cube and cylindrical specimens will be used for this experimental study. Moreover, 14 days compressive strength will be conducted as a starting point for future investigation of the phenomenon. This study in the end provides both information about the compressive strength of RAC with 45% replacement of NA with RCA and SE of recycled aggregate concrete (RAC). The findings of the study showed that some of the properties that are applicable to natural aggregate concrete (NAC) are not valid for RAC. Also, some parts of the relevant standard (EN 206:2013) are not suitable for RAC. Nevertheless, one finding of other researchers was surely identified in this research also. This finding was that SE is more significant in the case of the cube than cylindrical specimens.

FAIPARI ÉS KÖNNYŰIPARI TECHNONLÓGIÁK



**Műszaki Tudományi
Szekció**

Faanyagok színállóságának növelése nanorészecskékkel

A fa színe ez egyik fő esztétikai elemnek mondható. Egy átlagembernek legalábbis ez lesz az egyik fő szempont a termékválasztásnál. Ha már kiválasztott egy adott színt, azt szeretné sokáig élvezni. Így fontosnak mondható az, hogy a faanyag színállóságát növeljük. Dolgozatomban az elvégzett vizsgálatok ezt a célt szolgálják.

Hogy megtaláljuk ennek a módját, egy meglehetősen újszerű módszert alkalmazunk. Erdeifenyő és bükk faanyagot kezelünk nanorészecskékkel. A faanyagokat telítjük különböző hordozó anyagokkal, amikben adott koncentrációban vannak jelen a részecskék. Hordozó anyagnak desztillált vizet, lenolajat és méhviaszt használunk. A nanorészecskék pedig titán-dioxid és az ebből készült titanát nanocsövek, titanát nanoszálak lesznek. Ezeken kívül használunk még cink-oxidot, titán-dioxid és cink-oxid keverékét, magnetit (Fe_3O_4) és maghemit ($\gamma \text{Fe}_2\text{O}_3$) vas-oxid nanorészecskéket.

A munkám során a mintatestek kezelése a fellebb említettek alapján megtörtént. Havonta színméréseket végeztem, az adatokat rögzítettem és feldolgoztam. Ezen adatok szakdolgozatomban kiértékelésre kerültek. Az alábbi dolgozat, az ott kapott eredmények alapján, a titán-dioxid, titanát nanocső, titanát nanoszál és vas-oxid alapú kezelésekkal foglalkozik. Ebben az esetben a kezelések különböző koncentrációját alapul véve.

A vizsgálati eredmények alapján a TiO_2 0,5 m%-os kezelése bizonyult a legjobbnak, bizonyos hordozók esetén. Illetve a magnetit nanorészecskékkel (2 és 5 m%) kezelt anyagok mutattak pozitív eredményt.

Ezen anyagok további vizsgálata, nagyobb koncentrációk használata, illetve más felületkezelőanyag alkalmazása tovább növelheti a kezelések sikerességét.

HORVÁTH FRUzsINA
fruzsi.horvath99@gmail.com

Soproni Egyetem
Simonyi Károly Műszaki, Faanyagtudományi és
Művészeti Kar

SZAUER MIKLÓS
miklos.szauer99@gmail.com

Soproni Egyetem
Simonyi Károly Műszaki, Faanyagtudományi és
Művészeti Kar

Témavezetők:
Báder Máttyás
tudományos segédmunkatárs, SOE SKK
Dr. Bak Miklós
tudományos munkatárs, SOE SKK
Prof Dr. Németh Róbert
intézetvezető, egyetemi tanár, SOE SKK

Faanyag rostirányú tömörítése és fixálása a gombabontási vizsgálatokat megelőzően, valamint a legmagasabb tömörítési arány meghatározása

Rostokkal párhuzamos tömörítés esetén a teljes keresztmetszetben megváltoznak a faanyag tulajdonságai, és egy lényegesen hajlékonyabb, könnyebben formálható anyagot kapunk. A rostirányban tömörített faanyag a kedvező tulajdonságainak köszönhetően rengeteg lehetőséget kínál az ipar számára az elkövetkező időkben. Kutatási projektünk kiválasztásánál elsődleges szempont volt, hogy valamilyen új, eddig nem ismert – felhasználás szempontjából fontos – tulajdonságát keressük ennek a környezetbarát termo-hidromechanikus modifikációs eljárásnak.

Már korábban is ismert volt, hogy a faanyag ridegsége csökken, valamint a fajlagos ütőmunka, az ütő-hajlító szilárdság és a dinamikus törési munkaigény másfél-kétszeresére emelkedik az eljárás következtében. A következőkben a gombabontással szembeni ellenállás változását vizsgáljuk, illetve az elérhető legmagasabb tömörítési arányt határozzuk meg.

A tömörítési szakaszban fellépő feszültségek az összenyomott állapotban tartás közben, a fixálási periódusban fokozatosan csökkennek. Ennek a lépésnek köszönhetően javul a tömörítés hatásossága, mert a fixálás időtartamát növelve a faanyag rugalmassági modulusza jelentősen csökken. 20% mértékű tömörítés után 1 perces, illetve 3 órás fixálásnak vetettük alá a próbatesteket.

Bükk faanyagnál a legmagasabb tömörítési arányt 30%-ban, tölgy szíjácsnál 27-28%-ban, míg tölgy gesztnél 21-22%-ban határozhatjuk meg. Ebből arra következtethetünk, hogy a szórt likacsú lombos fafajok jobban tömöríthetők a gyűrűs likacsú fajoknál, valamint tölgy esetében a szíjácsos anyag könnyebben tömörödik az eltérő szerkezeti-kémiai felépítésének köszönhetően.

BÁCS BÉLA
bacsbe97@gmail.com

Kolozsvári Műszaki Egyetem

LOKODI MÁRIA
mrialokodi@yahoo.com

Kolozsvári Műszaki Egyetem

GEDŐ ZSOLT
g.zsolt97@gmail.com

Kolozsvári Műszaki Egyetem

NAGY ÖRS
rsnagy@yahoo.com

Kolozsvári Műszaki Egyetem

Témavezetők:
Dr. Prodan Ovidiu
egyetemi adjunktus, RO KME
Dr. Moldovan Paul Mihai
egyetemi tanársegéd, RO KME

Földrengésbiztos balsafatorony optimalizálása és viselkedésének előrejelzése

Azokban a régiókban, ahol a földrengés előfordulásának esélye magas, komoly kihívás egy felhőkarcoló tervezése. Emellett napjaink modern épületei esetében, az egyik fő szempont a fenntarthatóság. Ezen elveket követve született meg a Mirage Tower, amelyet a Kolozsvári Műszaki Egyetem csapata tervezett a 2019-ben, Kanadában, Vancouverben megszervezett Seismic Design Competition nemzetközi vetélkedőre. A verseny fő kihívása egy, a rázóasztalon szimulált földrengéseknek ellenálló balsafa-szerkezet tervezése, optimalizálása és megépítése. A dolgozat az építészeti és szerkezeti koncepció mellett a statikai váz számítógépes modelljének kalibrálási folyamatát és viselkedésének előrejelzését is taglalja.

Különböző faanyagok Janka-keménységének összehasonlító vizsgálata különös tekintettel a nedvességtartalom és az anatómiai irányok befolyásoló hatására

A faanyag keménységére tekinthetünk úgy, mint egy gyorsan vizsgálható univerzális anyagjellemzőre, melynek ismerete a műszaki felhasználás alappillére és megmunkálás során ugyanolyan fontos, mint felhasználáskor. A keménység meghatározására két csoportba sorolható eljárás alakult ki, a statikus keménységvizsgáló és dinamikus. Jelenleg statikus keménységi vizsgálattal foglalkozunk, amelyhez a szabványosított Janka-féle eljárást fogjuk alkalmazni. Janka-féle keménységi szám megállapítására egy 11,284 mm átmérőjű acélgolyót egyenlítőjéig, 5,642 mm mélység nyomunk a vizsgálandó faanyagba. Az eljárás hibái közül kettőt emelnék ki, ami a legtöbbször felmerült a mérések során. A benyomott golyó kisebb-nagyobb szöveti szakadásokat idéz elő, szöveti szakadások állapíthatók meg, amelyek a behatolási mélységgel növekszenek. A rostoknak oldalirányú eltolódása következtében hasító hatás is létrejön, amely repedést eredményez. A faanyag szerkezeti szempontból ortotrop, vagyis a tér mind három síkjában (sugár, - húr, - rostirány) a fizikai tulajdonságai sajátosan eltérőek, a sejtes szerkezetnek megfelelően porózus, és a fentieknek megfelelően különböző irányokban a nedvességváltozásra korlátozott mértékben képes zsugorodni és dagadni. A sűrűség egy univerzális anyagjellemzőnek tekinthető. A faanyag fizikai és mechanikai tulajdonságait jelentős mértékben befolyásolja a nedvességtartalom. A faanyag választásnál külön szempont volt a sűrűség, porozitás, mert ezek hozhatóak legegységelműbben kapcsolatba a mechanikai tulajdonságokkal. A kutatás során arra is törekedtünk, hogy a hazai ipar szempontjából jelentős, lombos (szórt és gyűrűslikacsú egyaránt) és tűlevelű fafajok kerüljenek kiválasztásra, így fehér akáccal, kocsányos tölgyel, közönséges bükkal, nemes nyárral, lucfenyővel és vörösfenyővel dolgoztunk. A méréstorzító tényezők kiküszöbölése érdekében kizárólag hibamentes, azonos szálirányú, ezáltal homogénebb szerkezetű mintát vizsgáltunk. A mérés során 40×40 (cm) próbatesteket alakítottunk ki, melyeket két csoportra osztottunk. Ez csoportonként 6 fafajt és fafajonként 15 db próbatestet jelent. A két csoportot klímaszekrényekbe 6 és 12%-os nedvességtartalomra klimatizáltuk. Összeségében elmondhatjuk, hogy hasznos információkat kaptunk a kutatás során. A fafajoknál érdekes eredmények jöttek ki, melyeket a prezentáció során fogok részletezni.

Nemesnyárok hamutartalmának és fűtőértékének változékonysága

A dolgozatom témája röviden összefoglalva: a nyárfák fafaján belül kiválasztott 8 klón hamutartalmát és fűtőértékét hasonlítottam össze a klón társaikkal, valamint az egyes egyedek fatestének különböző részeit vizsgálva és az eredményeket összevetve megmértem, hogy nagyságrendileg mekkora eltérés van a fatestben és a kéregben kapott értékek között.

A kutatási folyamat főbb részei:

- faanyagok beszerzése, tárolása
- minták előkészítése, darálása, szárítása
- hamutartalom vizsgálása
- eredmények felvétele, kiértékelése

A fentiekben felsoroltakon túl célom még az is, hogy a kutatásom eredményei elérhetővé váljanak egy olyan réteg számára, akik ezt hasznosítani tudják, hiszen így kézzelfoghatóbbá válik a munkám eredménye. Az ehhez szükséges csatornák lehetnek különböző online oldalak, de akár valamilyen faiparral kapcsolatos konferencia keretein belül is történhet, ahogy már történt is a kutatásról írt egy cikkel.

Rostirányban tömörített faanyag alakváltozása hosszú idejű, folyamatos terhelés mellett

A dolgozat alapját képező vizsgálat célja az, hogy az iparban kedvelt faanyagok – jelen esetben a tölgy – felhasználhatóságát sokrétűbbé tevő rostirányú tömörítési eljárást vizsgálja. A faanyag alakváltozása fontos szerepet játszik a hosszútávú tervezésben, az ezzel az eljárással készült anyag beépítését követő időszakot is beleértve. A vizsgálat során fény derül arra, hogy a kezelt faanyag hogyan viselkedik/viselkedhet hosszú távú, kismértékű statikus terhelés hatására.

A vizsgálat időtartama nagyjából 3 hónap lesz, ez idő alatt elég mérési adatot gyűjthetünk egy átfogó kép alkotásához.

Az eddigiek során kiderült, hogy a kezdeti terheléssel szemben a próbatestek igen ellenállóak, alakváltozás szinte alig mutatkozik, így nem kizárt, hogy további fázisok indítása lesz szükséges új próbatestekkel és nagyobb terheléssel.

TDM vizsgálattal való termékminősítés kockázati alapú értékelése

A mechanikai kockázatok elleni védőkesztyűk megfelelőségértékelésének fontos része a késvágással szembeni ellenálló képesség vizsgálata (TDM vizsgálat), mely az ISO 13997:1999 szabvány módszerével történik. A vizsgálat végeredménye alapján sorolják be a termék védelmi szintjét, az ehhez tartozó határértékeket a termékszabvány (ezen terméktípus esetében EN 388:2016) adja meg. A vevő a termékleírásban feltüntetett védelmi szint alapján dönti el, hogy a termék alkalmas-e a tervezett felhasználáskor fennálló kockázat megfelelő mértékű csökkentésére.

A vizsgálati módszer jelenlegi verziója a mérési eredményekként megkapott vágási hosszakat az adott hosszt előidéző terhelőerő függvényében ábrázolja, majd a meghatározott mennyiségű mérést követően a pontokra legjobban illeszkedő regressziós görbe segítségével adja meg a végeredményt: a 20 mm-es vágási hossz előidéző terhelőerőt. Azonban ez a végső számérték nem tükrözi a mérési eredményekre ható varianciaösszetevők által okozott bizonytalanságot. A tapasztalatok szerint a kapott görbék determinációs együtthatója igen széles skálán mozog, így felmerült az igény egy módszerre, amellyel a vizsgálat eredményének és ezáltal a teljesítményszintű besorolás kijelentésének a kockázatát is meg lehet becsülni. Ezen számszerűsítésre dolgozunk ki egy közelítő módszert, ami nem mellékesen a hasonló vizsgálatokat végző laborok számára egy rendszerszabvány-követelmény teljesítését is lehetővé teszi.

A dolgozat alapötlete, hogy a vizsgálati szabvány által előírt regressziós modellt teoretikus mérőátalakítónak tekintve, a mérési eredmények szóródását leképezze a vizsgálat végeredményére. A számérték birtokában már megadhatjuk a mérési sorozatra jellemző bizonytalanság értékét, valamint annak lehetséges kockázati hatását a minősített termék besorolási szintjére. Ezek a korábban nem létező számadatok az informatív jellegük mellett eszközként szolgálhatnak a vizsgálati módszer hatékonyságának méréséhez, illetve a mérőrendszer elemeinek fejlesztéséhez is.

FÉMEK VIZSGÁLATA 1



**Műszaki Tudományi
Szekció**

AlSi ötvözet szövetszerkezetének jellemzése a félfolyamatos öntéskor kialakuló kristályosodási paraméterek függvényében

Az alumíniumnak és ötvözeinek kulcsfontosságú szerepe van az ipar több területén, az Al-Si ötvözet pedig az egyik leggyakrabban alkalmazott öntészeti alapanyag. Tudományos Diákköri tevékenységem során félfolyamatos öntéstechnológiával előállított eutektikus összetételű AlSi12 ötvözet szövetszerkezetét vizsgáltam, melyet alacsony olvadáspontja miatt (577 °C) brazing forrasztanyagként is alkalmaznak. Jellemeztem az öntési sebesség, valamint a szekunder hűtés hatását a kristályosodó fázisok morfológiájára és mennyiségére az öntvény keresztmetszetén: a magban és a kéregben. Az öntött tuskók szövetszerkezetét optikai és sztereo mikroszkóppal figyeltem meg, kifejlesztettem egy képfeldolgozó algoritmust, amely segítségével jellemezni tudtam a fázisok mennyiségét, morfológiáját. Többek között megmértem a primer alfa-szilárd oldat mennyiségét és szekunder dendritág távolságát is, mely jelentős hatással van az öntött ötvözetek mechanikai tulajdonságaira. Morfológiai jellemzők és irodalmi adatok felhasználásával minősítettem az eutektikus szilíciumot, valamint a szövetben előforduló primeren kristályosodó szilíciumot. Vizsgálataim során a következőkre jutottam:

- A szekunder hűtésnek a kristályosodásra erőteljes és kedvező hatása volt, amely révén finomabb és homogénebb szövetszerkezet alakult ki. A primer és az eutektikus szilícium mérete csökkent.
- Kisebb öntési sebesség esetén az öntvényben homogén szekunder dendritág távolság eloszlás alakult ki. A primer α -szilárd oldat mennyisége csökkent. Az eutektikus szilícium és a primer szilícium méretei szintén csökkentek. A magban és a kéregben mérhető szövetszerkezeti jellemzők között sokkal kisebb volt a különbség.
- Kutatásom során arra következtettem, hogy homogén szövetszerkezetet vagy kisebb öntési sebességgel szekunder hűtés nélkül, vagy nagyobb öntési sebességgel szekunder hűtéssel lehetséges elérni.

Alumínium ötvözetek félfolyamatos öntésének szimulációja, az öntési paraméterek hatásának vizsgálata

A Miskolci Egyetem, Fémtani, Képlékenyalakítás és Nanotechnológiai Intézetében több évtizedes hagyománya van a különféle alumínium ötvözetek dermedési folyamatai tanulmányozásának. A téma jelentőségét az adja, hogy az AluFORM projekt keretében az intézetben kialakult az Arconic-Köfém Kft. teljes technológiáját szimuláló berendezés együttes (kristályosítás – homogenizálás – meleg- és hideghengerlés lágyítás). A hőkezelési és hengerlési területen már volt tapasztalat, viszont a félfolyamatos öntőműnél - a sor első eleménél - még nem. A nemesfém öntésre való berendezést először kohóalumínium félfolyamatos öntésére optimalizáltuk, mely tevékenységet a Kazup Ágotával, közös 2018-ban írt TDK dolgozatunkban mutattuk be. A következő feladatot az ipari ötvözetek félfolyamatos öntése jelentette. Az alumínium ötvözetek félfolyamatos öntése egy speciális öntéstechnika, ezért a kristályosításuk ötvözetspecifikus és gondosan megtervezett öntéstechnológiai paraméterekkel végezhető. Vertikális félfolyamatos öntés során az olvadék egy jó hővezetési tulajdonsággal rendelkező fém kristályosítóba áramlik, ahol megkezdődik a fém dermedése. Intézetünkben az Indutherm CC3000 kristályosító berendezéssel különféle ötvözetek félfolyamatos öntése végezhető. Egy adott alumínium ötvözet kristályosítási paraméterei behatárolhatók, ha egy komplex modellezési folyamatot végrehajtunk. A folyamat végrehajtásához ismerni kell az adott alumínium ötvözet pontos összetételét, mely alapján termodinamikai számítások végezhetők a Thermo-Calc szoftverrel, így az adott ötvözet pontos olvadáspontja meghatározható. Ha ismerjük az anyag e paramétereit, anyagtulajdonságokat (hőtani tulajdonságok, sűrűség stb., fizikai paraméterek) lehet meghatározni a NovaFlow&Solid, illetve a JMatPro programmal amennyiben ismerjük az adott ötvözet lehűlési sebességét, összetételét vagy szekunder dendritág távolságát. A nemesfémöntő berendezés korábban kohóalumínium öntésére optimalizáltuk, így az kohóalumínium olvadék hevítési paramétereit kiinduló paramétereknek tekinthetjük. Ezen információk ismeretében felállítható egy komplex dermedési modell fel, mely segítségével könnyen megadható a kokilla (csőr) – mint kritikus keresztmetszet – befagyási ideje. A modell lefuttatása, valamint az adott ötvözet vonszolási sebesség értékének optimalizálása után a kívánt alumínium ötvözet félfolyamatosan önthető.

Az acél kovácstűzbeli elégésének metallurgiai háttere – damaszkolt anyagokon kialakuló felületi hibák magyarázata

A kovácshegesztés előtt a kovácstűzben túlhevített damaszkolt anyagoknál a későbbi felületkikészítés során gyakran jelentkezik a mintázat egy adott területen való eltűnésével járó fényes, foltszerű felületi hiba. Az elvégzett kísérletek és anyagvizsgálatok alapján úgy véljük, hogy a munkadarab elégése, hiccélése során szivacsos felrakódások alakulnak ki a munkadarabból kilövellő szilárd acélszemcsék összehegedésével, ezt a szivacsos felrakódást a munkadarab kovácsolásakor rendszerint visszakovácshegesztjük a felületbe. Damaszkolt termékek esetén viszont ez a maratás után láthatóvá váló, az értéket nagyban csökkentő mintázati hibához vezet. A dolgozatban bemutatjuk az acél kovácstűzbeli elégésének, hiccéléseinek általunk feltételezett metallurgiai hátterét, és azokat a fizikai-kémiai folyamatokat, amelyek a damaszkolt anyagok esetén később mintázati hibát okozó, szivacsos felrakódások kialakulásához vezetnek.

Járműipari lemezek elvékonyodásának vizsgálata

Az autóiparban nagy mennyiségben használják fel a dolgozatom témáját adó korszerű kettős fázisú, azaz DP acélokat. Ezen fejlett járműipari acéloknak nagyon fontos szerepe van, mind a szilárdság növelésében, mind pedig a gépjárművek súlycsökkentésében. A képlékenyalakítás közben, azon belül is a mélyhúzás során kiemelt jelentősége van ugyanakkor a lemezek elvékonyodásának, mivel a túlzott lemezvastagság csökkenés komoly problémákat eredményezhet a gyártás folyamán.

A kutatásom célkitűzéseként megfogalmazott jelenség vizsgálatát, azaz a lemezvastagság változásának elemzését a mélyhúzó művelet során, kísérleti úton és numerikus modellezés segítségével hajtottam végre.

Tetoválótűhegyek károsodása

Mára már elfogadott tény, hogy a tetoválás nem a bűnözés jelképe, hanem egy művészeti ág, amely számtalan különböző formában és stílusban kifejezhető. Legtöbbünk ismer tetoválással rendelkező barátot vagy családtagot, vagy akár saját maga is rendelkezik eggyel. Ezen tetoválások egyénről egyénre különböző emlékeket, jellegzetességeket vagy személyes üzeneteket képviselhetnek.

A tetoválások készítése során vékony tűk segítségével festéket juttatnak be az emberi hámréteg alá, az irharétegbe. Ez az eljárás egészségügyi szempontból kevésbé kutatott. Egy szalonban lényegében bárki csinálhat tetoválást, és mivel nem minősül orvostechnikai eljárásnak, nem szükséges hozzá semmilyen végzettség. Jelenleg nincsen szabadalmazott eljárás sem a tetoválás menetére, sem az eszközeire, azaz minden művész azzal dolgozik, amivel szeretne, és amit a gyártók forgalmaznak.

Minden tetoválóművészek által használt tű egyszerhasználatos, több kisebb tűhegyből áll, amelyeknek a végei a mechanikai igénybevétel hatására károsodnak, „tompulnak”. Jelen kutatásomban megvizsgálom a tetoválótűket orvostechnikai szempontból, elsősorban a tetováló tűhegyek károsodására koncentrálna.

A tűhegyeket meghatározott ideig, adott nyomóerővel műbőrön járatom, és adott időközönként megvizsgálom elektronmikroszkóp alatt a károsodás mértékét. A tűk károsításához egy Riley típusú tetovológépet használok, ami a klasszikus modellnek számít. A kutatáshoz 5 tűhegyes tűket használok fel, amelyek körkörös elrendezésben vannak összeferasztva a vezetőrúddal. Kialakításuk a piacon kapható legáltalánosabb változat „standard”, azaz lekerekített kúpos formájú, a tűhegyek anyaga rozsdamentes acél, a forrasztás pedig ón vagy ezüst.

A pásztázó-elektronmikroszkópos képek alapján megvizsgálom, hogy a használat során mennyire romlik a tűhegy minősége, hogyan tompul a vége. Ez kulcsfontosságú, hiszen ennek hatására akár pontatlanabbá válhat a tetoválás kontúrja, és a páciensnek is nagyobb fájdalmat okozhat a művelet. Emellett a forrasztáson megjelenő repedéseket is megvizsgálom, mivel ennek következtében a tűhegyek jobban kihajlanak. A csorba tűhegyekről pedig akár nikkel és króm is kerülhetnek a vérkeringésbe, amely allergén reakciókat válthat ki.

Többkomponensű ötvözetű vékonyrétegek elektrokémiai leválasztása és mikroszerkezetének jellemzése

2004 körül J. W. Yeh tajvani professzor és vele párhuzamosan más kutatók munkássága útján a nagyentrópiás ötvözetek (High Entropy Alloy, HEA) kutatásával az ötvözet-tervezés új paradigmája bontakozott ki [1]-[3]. Ezek az ötvözetek legalább 5 alkotó elemből állnak, egyenként 5-35 at% mennyiségben [1]-[3]. Az ötvözetanyagra – nevéből fakadóan is – a nagy keveredési entrópia a jellemző, ami biztosítja a rendszer stabilitását és viszonylag egyszerű kristályszerkezetet eredményez, mint a tércsoportos köbös (BCC), a lapközeges köbös (FCC) és a szoros illeszkedésű hexagonális (HCP) rácsszerkezetet [3]. Ennek köszönhetően kivételes tulajdonságokkal rendelkeznek: kiváló mechanikai tulajdonságok akár kriogén hőmérsékleten is, nagy korrózióállóság, egyedi elektromos és mágneses tulajdonságok [1]-[3].

A többkomponensű ötvözeteket tömbi és vékonyréteg formában állítják elő. Az utóbbiakat most széles körben vizsgálják, melyekről kutatási eredményeket 2005-től tartanak számon [3]. A HEA bevonatokat leginkább magnetronos porlasztással állították elő, de vannak kutatási eredmények lézeres bevonatolás (laser cladding), plazma bevonatolás (plasma cladding), különböző termikus szórás eljárások és elektrokémiai leválasztásos eljárás köréből is [3]. Az elektrokémiai leválasztás témakörében csupán pár cikk íródott, de korrózióvédelmi szempontból a vizsgált ötvözetanyagok ígéretesnek mutatkoznak.

Jelen munkám során a célom az volt, hogy többkomponensű ötvözet alapú (AlCoCrFeNi, CoCrFeMnNi) vékonyrétegeket állítsak elő elektrokémiai leválasztással. A bevonatokat előkezelt vörösréz és 304L típusú ausztenites rozsdamentes acél felületekre vittem fel DMF-CH₃CN (4:1 térfogatarányú) szerves elektrolit rendszerben, amely vízmentesített fém-kloridokat és LiClO₄ vegyületet tartalmazott. A kísérletek többségét 2,5 V potenciálon végeztem el különböző leválasztási idővel. A leválasztott vékonyrétegeket keménység, mikroszerkezet és korróziós tulajdonságok alapján elemeztem.

[1] Pálfi N. et al.: Többkomponensű Al₁₆Ti₁₆Ni₁₆Cu₁₆Ag₁₆Sn₁₆ ötvözet mikroszerkezetének és korróziós tulajdonságainak vizsgálata, TDK dolgozat, Budapest, 2018

[2] J.-W. Yeh: Recent progress in high-entropy alloys, European Journal of Control - EUR J CONTROL, vol. 31, 633–648, (2006)

[3] B. S. Murty et al.: High-Entropy Alloys, Butterworth-Heinemann, Boston (2014).

Ultravékony fémüveg szalag mechanikai tulajdonságainak jellemzése

Kutatásaim folyamán ultravékony, vasalapú fémüveg szalag mechanikai tulajdonságait vizsgáltam. Szabványos mérési eljárásokkal mértem egy vaslapú fémüveg szalagból kimunkált próbatestek keménységét és egytengelyű húzással szembeni ellenállását, illetve meghatároztam a vizsgálatokból levonható következtetéseket is. A vizsgált minták kimunkálása lézervágással történt, amelyhez az optimális paraméter beállításokat a vágási zóna környezetében mért keménységlefutások tükrében és a vágott szél felületi minőségének megfigyelésével állítottam be. A keménységmérések és a szakítóvizsgálatok összhangba hozásával meghatároztam a HV keménység és a szakítószilárdság közötti arányossági tényezőt. Megfigyeltem továbbá a mérőszámok szórását is, amely nagy hangsúlyt kap a fémüveg szalagok terheléses vizsgálatinál. Számításokkal definiáltam a rugalmassági modulus és a Poisson-tényező értékeit és azok egyenértékű alakváltozás függését, két különböző keresztfej elmozdulási sebesség mellett. Az alakváltozási sebesség megváltozása a $8,3 \cdot 10^{-5}$ és $8,3 \cdot 10^{-4}$ 1/s tartományban, a vizsgált mérőszámokra csak kis befolyást mutatott. A mért eredményeket az irodalomban található egyéb kutatási eredményekkel is összehasonlítottam.

Zárványok az acélban különös tekintettel az ISD Dunaferre acélgyártási folyamatára

Napjainkban az acélipar újra fellendülőben van. Mind az Európai Unió mind Magyarország acél felhasználása növekszik, azonban az Európai Unió egyre szigorodó környezeti direktívái megkövetelik, hogy a gyártók a fajlagos kibocsátási értékeiket egyre alacsonyabb szintre szorítsák.

A fajlagos CO₂ csökkentés egyik lehetséges módja, ha a termelés során keletkező saját hulladékot (selejt arányt) csökkentjük, a termelést pedig nem a mennyiségi, hanem a minőségi termékek irányába toljuk el. Mivel az acélgyártás során elkerülhetetlen a zárványok kialakulása ezért ezeket a zárványokat nem mindegy milyen fázisban és a termelés mely pontján sikerül azonosítani, vagyis minél korábban azonosítható egy zárvány (és leminősítés) a további feldolgozás (Pl: továbbhengernélés) és ahhoz szükséges energia mennyiség (közvetetten CO₂ kibocsátás) szükségtelessé válik.

Másik aspektusból nézve belátható, hogy a magas hozzáadott értéket képviselő járműipari alapanyagok követelménye a teljesen zárványmentes termék. Mivel az acélgyártás és az öntés egy rendkívül összetett és sok változós technológiai folyamat, amely során sok technológiai lépésben és helyen keletkezhet zárvány ezért az acél tisztaságának gazdaságos javítása a kohászati folyamatok egyik legfontosabb feladata. A vevői igények is egyre inkább azt mutatják, hogy a számuk minimalizálásának érdekében kiemelten fontos ezzel a témával foglalkozni. TDK dolgozatomban ennek alapján a zárványok kialakulását és milyenségét mutatom be, valamint a Dunaferre termeléséből kivett véletlenszerű (de valamilyen leminősítés miatt termelésből kizárt) mintákon végzek idegen anyagvizsgálatot, melyből meg kívánom határozni, hogy az egyes leminősítéseket okozó idegen anyagok között milyen arányt képviselnek a zárványok.

FÉMEK VIZSGÁLATA 2



**Műszaki Tudományi
Szekció**

Adhéziós kötéstechológia szilárdságnövelése a topográfia módosítása és határfelület aktiválása által

A járműiparban minden nap, a gyártás során rengeteg nagyszilárdságú acélt használnak, ami kedvező tulajdonságokkal rendelkezik, a jövő fejlesztéseire előre tekintve. Használatával tömegcsökkenést érnek el, megfelelő szilárdság mellett, ami különösen fontos ma, az elektromos autók egyre nagyobb térhódításának idejében. A termékek gyártása során elengedhetetlen a megfelelő kötéstechológiák használata. Megfelelő módszerek használatával fejleszthető az adhéziós kötéstechológiák szilárdsága.

Tudományos munkámban sikerült olyan felületkezelések kombinációját megtalálnom, amivel pozitív szilárdságnövelési hatást értem el. DP600 növeltszilárdságú acélokon végeztem hagyományos és lézersugaras felületkezelési eljárásokat és ezek kombinációit, majd nedvesítésméréssel és a topográfia vizsgálatával kerestem az összefüggést a felületkezelések és a ragasztott kötés szilárdságnövekedése között.

Alumínium mátrixú, kerámia gömbhéjjal töltött bimodális fémhabok gyártása és vizsgálata

A fémhabok előállítási technológiája jelenleg kevésbé ismert, ipari alkalmazása is csak szűk körben elterjedt. A természetben számos cellás (azaz legalább kétfázisú) anyaggal találkozhatunk, amelyek egy homogén tömbi szerkezethez képest sűrűség csökkentését és fajlagos energiaelnyelő képesség növelését valósítják meg. Ilyen megfontolásból célszerű mesterséges módon is levegővel vagy egyéb töltőanyaggal ellátott cellás szerkezeteket előállítani. A múlt század vége óta folynak kutatások ilyen (zárt vagy nyitott) cellás anyagok létrehozására, amelyek alkalmazása elsősorban a repüléstechnikában, űrtechnikában, tengerészetben, illetve a magas előállítási költségek miatt a luxusautóiparban szükséges.

A szintaktikus fémhabok olyan cellás szerkezetű anyagok, amelyeknek mátrixanyaga valamilyen fém, második fázisa pedig a kontinuum anyagnál kisebb sűrűségű töltőanyag, általában porózus vagy üreges (minden esetben levegőt tartalmazó) kerámia. Ezáltal a teljes szerkezet sűrűsége és tömege csökken.

Jelen kutatásomban Al99,5 és AlSi12 alumínium mátrixú szintaktikus fémhabok vizsgálatával foglalkozom, amelyekben második fázisként nagytisztaságú alumínium-oxid (Al₂O₃) kerámia gömbhéjakat használok, közel szabályos elrendezésben. A kísérletek során bimodális fémhabot gyártottam két különböző névleges átmérőjű (Ød1=7 mm és Ød2=2,4 mm) gömbhéjakkal. Ezeket a gömbhéjakat 1:1; 2:1 és 4:1 térfogatarányban egyenletes eloszlással kevertem össze. Az így létrehozott fémhab befoglaló térfogatának elméleti számítások alapján ~69-73%-át töltik ki gömbhéjak, amelyek közé kis nyomással alumíniumot infiltráltam.

Mivel a fémhabok mechanikai tulajdonságai nagymértékben függnak az alumínium és a kerámia közötti kapcsolattól, ezért a gyártási paraméterek pontos beállítása nagy figyelmet igényel. Különböző előmelegítési hőmérséklettel, olvadáshőmérséklettel és infiltráló nyomásokkal kísérleteztem a megfelelő nedvesítés és kitöltés elérése érdekében. A gyártás után kocka alakú próbatesteket vágtam le, majd a mintákat makroképek és mikroszkópos felvételek alapján, illetve kvázi-statisztikus terhelés alatt vizsgáltam.

SZOBOTA PÉTER

szobotapeter209@gmail.com

Miskolci Egyetem

Műszaki Anyagtudományi Kar

Témavezetők:

Dr. Mertinger Valéria
egyetemi tanár, ME MAK

Sepsi Máté
PhD hallgató, ME MAK

Dekarbonizáció mérése roncsolásmentes módszerrel-, avagy a központnélküli diffraktométerek új alkalmazása

A központ nélküli röntgen diffraktométerek roncsolásmentes maradó feszültség vizsgálatára lettek kifejlesztve. A kutató munka alapötlete, hogy a diffraktométer által detektált interferenciafüggvény azon jellemzőit is meghatározzuk, amely a maradó feszültség vizsgálaton túlmutat. Ilyen jellemző az interferenciafüggvény szélesedése, amely a diffrakciót adó fázis kémiai összetételével korrelál. Ez a folyamat történik, amikor a vizsgált minta felületi összetétele megváltozik, például az acélok hőkezelésének kísérő jelensége, a dekarbonizáció során. Vizsgálataim során különböző mértékben dekarbonizálódott rétegeket állítottam elő majd az interferenciafüggvény szélesedését határoztam meg az acél felületétől befele haladva. A mélységi méréshez kémiai maratást használtam. A dekarbonizáció és a profilszélesedés korrelációjának meghatározásához szövetvizsgálatokat is végeztem. Az ilyen módon validált mérési eljárással a felületi dekarbonizáció roncsolásmentesen meghatározható.

Betétedzés kísérleti és numerikus vizsgálata

In this study the result of the numerical modelling and real heat treatment of alloyed steel were compared. Pack carburizing heat treatment of low carbon 16MnCr5 (BC 3) alloy steel was examined. The effects of heat-treatment process parameters on the microstructure, hardness, and malleability of a carburized sample made of steel 16MnCr5 has been determined using DEFORM software. The simulations provide a detailed view of the phase transfer, heat transfer, and carburized layer and its effect on the surface hardness that occurs during heat treatment to the sample (cylinder sample and gear tooth sample). These simulations help to see the changes that happen during the whole process.

Long carburization process (26.5 hours) was applied in both cases, mathematical model and real heat treatment. It contains three stages (carburization, austenitization, and tempering).

After the process ended, the samples were undergo on metallography sample preparation that followed microstructure analysis and micro hardness test were made as a function of the distance from the treated surface.

It was found that the real heat treatment and the mathematical modelling of the cylinder sample provide similar results in case of the measured hardness distribution and microstructure.

The results showed that the carburized depth is more than 2.2 mm which has a large quantity of martensite. The hardness of the carburized layer at the surface is around HV0.2 800 and gradually decreased as the carbon content and the cooling rate decreased getting farther from the surface.

Járműipari vékonylemezek anizotróp szilárdsági és képlékenységi jellemzőinek vizsgálata

A dolgozat négy, a járműiparban elterjedten használatos DP600, DP1000, DC01 és DC04 anyagminőségű vékonylemez képlékenységi mérőszámainak megváltozását és tönkremeneteli jellemzőit vizsgálja a lemezek anizotrópia mérőszámának (r) és a képlékeny alakváltozásnak a függvényében. A mérések során szabványos, egytengelyű húzóvizsgálatokat alkalmaztam, a kvázi-statisztikus alakváltozási sebességek tartományában, szobahőmérsékleten, az ugyancsak szabványos jeltávolságú A80-as lemez próbatesteken. A lemezpróbatestek kimunkálásának orientációja a hengerlési irányhoz viszonyítva 0° -tól 90° -os szögig változott, 15° -os léptékekben. Az anizotrópia mérőszámnak és az azzal összefüggésben lévő tulajdonságoknak, a képlékeny alakváltozás függvényében történő megváltozásának nyomon követéséhez érintésmentes nyúlásmérőt (video extenzométert) alkalmaztam. Eredményeimből az látható, hogy az egytengelyű folyáshatár értékei, mindkét anyagtípusnál nagyjából 10%-os határon belül mozognak a hengerlési iránytól függetlenül, a referenciaként szolgáló, hengerlési iránnyal párhuzamos mérésekhez viszonyítva. Az r értékek mindkét anyagtípusnál növekedtek a képlékeny alakváltozás előrehaladtával és jellemzően a hengerlési irányra merőleges próbatestek produkálták a legmagasabb értékeket, minden megfigyelt alakváltozás mellett. A próbatestek szakadási irányai a két anyagtípusnál észrevehetően különváltak, de az azonos anyagcsaládokban hasonló tendenciát mutattak.

Melegalakító szerszámacélon kialakított karbonitridált réteg mikroszerkezetének optimalizálása további PVD bevonatoláshoz

Alumínium, magnézium és rézötvözetből készülő alkatrészek egyik legtermelékenyebb és legköltséghatékonyabb gyártási módja a nyomásos öntés. A nyomásos öntés során alkalmazott szerszámok melegalakító szerszámacélból készülnek és tönkremenetelük legtöbbször hőkifáradásból eredő repedések, felületi kimosódások, feltapadások, erózió és korróziós jelenségek formájában jelentkeznek. Ezen szerszámokon az élettartam növelése céljából felületkezeléseket alkalmaznak. A legelterjedtebb eljárás a nitridálás illetve karbonitridálás. A utóbbi évtizedben a nitridálást PVD bevonatokkal kombinálva, úgynevezett duplex felületkezelést alkalmazva értek el kiváló eredményeket a felülettudomány területén dolgozó kutatók.

Dolgozatomban egy ilyen duplex bevonat előállításának a módszerét vizsgáltam munkahelyem a TS Hungary Kft. felületkezelő eljárásait felhasználva, ezen belül az előzetesen munkakeménységűre hőkezelt melegalakító szerszámacélt (1.2344 ESR/ESU) sófürdős karbonitridálással kezeltem különböző kezelési paraméterekkel, majd ezt követően nedves kémiai és mechanikai előkészítést hajtottam végre a próbatesteken a vegyületi réteg eltávolítása érdekében. A próbatestekre ezt követően CrAlN alapú PVD bevonatot vittem fel plazmával segített magnetronos porlasztással (PEMS). A kísérleti részben az így létrehozott duplex bevonatot vizsgáltam, a karbonitridált réteg és a CrAlN réteg egymáshoz tapadását vettem vizsgálat alá. A vizsgálatok során arra kerestem a választ, hogy a különböző vastagságú diffúziós rétegekre felvitt PVD réteg adhéziója és terhelhetősége hogyan függ a rétegvastagságtól és a réteg felépítésétől. A kapott eredmények megmutatják, az optimális karbonitridált réteg tulajdonságait, az ideálisnak vélt technológiai paraméterek ismeretében a nyomásos öntőszerszámok kezelése rutinszerű eljárással végezhető a továbbiakban a TS Hungary Kft.-nél.

Replika alkalmazása és fejlesztése ipari kazánok roncsolásmentes vizsgálatánál

Az erőművekben, ipari létesítményekben fellelhető kazánok időszakos állapotfelmérő vizsgálata elengedhetetlen a biztonságos működésükhöz, hogy se személyi, se anyagi kár ne keletkezzen üzemeltetésük közben. Nyilvánvalóan a fő cél a kazánrobbanás elkerülése, ami az üzem teljes tönkremenetelével és súlyos személyi sérülésekkel, halálesetekkel járhat, de egy kényszerleállás is komoly kiesést okozhat. Például egy távhő szolgáltatás esetén, ha a téli fűtési szezonban történik egy üzemzavar, emberek százai maradhatnak fűtés és melegvíz nélkül huzamosabb ideig, vagy egy élelmiszeripari üzemből a feldolgozatlan termék megromolhat.

Magyarország ipari kazánjainak jelentős része még a 60-70-80-as években készült, de akad 1938-ban átadott kazán is. Ez számos problémát rejt magában. Az acélgyártás és a technológia fejlődése mellett átalakult az ipari gyakorlat is, a végelem szoftverek előretörésével megjelent az élettartamra méretezés, illetve a szabványok is megújultak. A fent említett 1938-as kazán dobján például nem voltak hegesztési varratok, hiszen a hegesztés ez idő tájt még nem terjedt el.

A helyszíni metallográfia napjainkban az ipari kazánok hibakereső, állapot felmérő vizsgálatainak elengedhetetlen része. Ennek ellenére egy kevésbé kutatott és vizsgált területe a roncsolásmentes anyagvizsgálatoknak. Átfogó írás a replikaanyagok minőségéről és használatáról 1995-ben készült utoljára. Az elmúlt 25 év technológiai fejlődése miatt viszont érdemes az ott leírtakat felülvizsgálni és kiegészíteni a ma használatos anyagokkal és módszerekkel.

Dolgozatom első felében a ma ismert és használatos replika anyagokat hasonlítom össze egymással és a korábban használt módszerekkel. Teszem ezt ár, minőség és praktikus felhasználhatóság szempontjából. Helyszíni vizsgálatról lévén szó, ez utóbbi a legfontosabb kritérium, hiszen szorosan összefonódik a vizsgáló személyzet biztonságával.

Majd az általam (és általánosságban is) az egyik leggyakrabban végzett, a kazánok túlhevülésére irányuló vizsgálatot fogom bemutatni, illetve hagyományos mikroszkópi csiszolatokkal összehasonlítva a levett replikákat bebizonyítani, hogy a replika vizsgálatok képesek-e a perlitszerkezet változásainak elégséges mértékű detektálására, és így a kazánt ért maximális hőmérséklet meghatározására.

Vasúti sín head check repedéseinek vizsgálata végeselemes módszerrel

A vasúti kerék-sín kapcsolat gördülési érintkezésből adódó fáradásos meghibásodásainak egy megnyilvánulása az ún. head check repedések megjelenése, ami a sínfej egy fajta hajszálrepedezettségét jelenti. A head check repedések futófelületen való megjelenése és továbbfejlődése jelentősen hozzájárul a sín tönkremeneteléhez, ami akár súlyos balesetet is okozhat, ezért fontos a vizsgálatuk és megfelelő kezelésük. A probléma kezelése a sínszakasz sérült rétegének eltávolításával érhető el, melynek mértéke és gyakorisága gazdasági szempontból is kulcsfontosságú kérdés [1].

A végeselemes módszer egy nagyon elterjedt, gyakran alkalmazott numerikus eljárás a parciális differenciálegyenletek megoldásának közelítésére, s ezáltal számos mérnöki probléma megoldására. Nagy előnye, hogy bonyolultabb geometriák esetében is alkalmazható, azonban a számított eredmények erősen függenek a végeselemes háló minőségétől. Olyan esetekre tehát, ahol erős diszkontinuitások vannak jelen vagy ahol a feszültségállapot szinguláris, a klasszikus végeselemes módszer nem alkalmazható kellő hatékonysággal. A különböző diszkontinuitások modellezésére egy ígéretes módszer az ún. X-FEM (eXtended Finite Element Method), mely az általános végeselemes módszer egy kibővítését jelenti. Alapelve, hogy az elmozdulásfüggvényt további kiegészítőfüggvényekkel bővíti, felhasználva az egységosztás tételét. Ez által lehetővé válik, hogy a végeselemes hálótól függetlenül vegyük figyelembe különböző diszkontinuitásokat a modellezés során, beleértve a repedéseket is [2].

A TDK munkám során a head check repedéseket vizsgálom X-FEM módszerrel. A szakirodalmi áttekintésen és kapcsolódó tanulmányok feldolgozásán túl egy head check repedésekkel erősen terhelt sín minta folyadékpenetrációs vizsgálatán is részt veszek, mely alapján a repedéseket különböző kategóriákra osztom. Az elkülönített kategóriák alapján végeselemes számításokat végzek X-FEM technikával a repedés terjedésének vizsgálatára vonatkozóan. A cél egy olyan módszer kidolgozása, mellyel a repedések viselkedése jobban megérthető.

[1] Dr. Csizmazia Ferencné, dr. Horvát Ferenc: A sínfej-hajszálrepedések műszaki és gazdasági alapú kezelése. In: Sínek Világa, 2014. (56. évf.) 5. sz. pp. 13-21.

[2] Amir R. Khoei: Extended Finite Element Method: Theory and Applications. Pondicherry: SPi Publisher Services, 2015. 584 p. ISBN 78-1-118-45768-9.

FÉMES ANYAGTUDOMÁNY



**Műszaki Tudományi
Szekció**

Alumíniumolvasztási salakokból történő termo-mechanikus fémkinyerés karbonát adalékos sókeverékek alkalmazásával

Az egyes olvasztóüzemekben elterjedt költséges kezelő sók helyett a Na_2CO_3 -ot, illetve CaCO_3 -ot kis mennyiségben tartalmazó keverékek az eredmények alapján jó alternatívát jelenthetnek. Nemcsak elhagyható a viszonylag drága KCl komponens - amit az üzemi só keverékek 30-50%-ban tartalmaznak – miközben a kihozatal még javulhat is, de az adagidő csökkentésére is lehetőség nyílik. Az iparban forgalmazott kezelő sók gyakran egy előolvasztáson esnek át, hogy az eutektikumok és a különféle szilárd oldatok kialakuljanak. A kialakított és jelen dolgozatban vizsgált karbonátos keverékek azonban előolvasztás nélkül voltak képesek a bemutatott előnyös hatékonyságot biztosítani. Ez egy további energia megtakarítási és költséghatékonysági szempont, hiszen a só keveréket akár a felhasználó üzem is elő tudja állítani az olcsón beszerezhető komponensekből. Az alkalmazott fluoridos pótlék (CaF_2) szintén olcsó és könnyen beszerezhető, valamint a kapcsolódó környezeti vonatkozás is lényegesen kedvezőbb, mint az oxidburkot nagyobb mértékben oldani képes egyéb fluoridok. A karbonátos só alkalmazásakor fellépő termikus hatások nemcsak a kihozatal növelésében, hanem az adagidő csökkenthetőségében is megnyilvánulnak. Így összességében egy jelentős energia megtakarítás érhető el a megfelelő összetételű karbonátos só keverékek használatával. A kísérleti eredmények a kevésbé egységes fizikai szerkezetű üzemi nyers salakok esetében is a fenti következtetések levonását engedték meg, amit a pontosabban összeállított egységes fizikai szerkezetű szintetikus salakokkal megismételt kísérletek eredményei is igazoltak.

Hőkezelés hatása funkcionális szintaktikus fémhabok tulajdonságaira

A kompozit fémhabok olyan hibrid szerkezetek, amelyek legfontosabb előnyei a kis sűrűség mellé társuló nagy fajlagos szilárdság és mechanikai energiaelnyelő képesség, termikus- és kémiai stabilitás elérése mellett. Szerkezeti anyagként a kompozit fémhabok gyárthatósága, szilárdsága és tönkremeneteli folyamatának ismerete különösen fontos a tervezhetőség biztosítása érdekében. TDK munkánk fő céljai különböző, csővel körülölelt kompozit fémhabok gyártása és fejlesztése, a mechanikai tulajdonságok és tönkremeneteli módok feltérképezése kvázi-statisztikus zömítő vizsgálatokkal. A fentiek teljesítéséhez és teljes megértéséhez kiterjedt mikroszerkezeti és mechanikai anyagvizsgálatokat, valamint ezek kritikus szemléletű kiértékelését végeztük el.

Kutatásunk során sikeresen gyártottunk AlSi12 mátrixú, duzzasztott agyagkavicccsal töltött funkcionális fémhabokat, AlMgSi0,5 alumínium ötvözetű, 50 mm átmérőjű és 5 mm falvastagságú csővekbe. A kompozit fémhab gyártást kisnyomású infiltrálással végezzük el közvetlenül az alumínium csőbe, ezért a hőmérsékletmérés és a további öntési paraméterek beállítása kiemelt feladat volt.

A mechanikai vizsgálatok során nyolc különböző típusú mintát vetettünk nyomóvizsgálat alá: üres csövet, szintaktikus fémhabot, csőbe töltött (in-situ), illetve utólag csőbe helyezett (ex-situ), adott méretűre esztergált szintaktikus fémhabot, valamint ezek hőkezelésen átesett párját. A leggyártott ex-situ fémhabok sűrűsége átlagosan $1,69 - 1,76 \text{ g/cm}^3$ között alakult, az általuk elnyelt energia a zömítés során átlagosan $\sim 55 \text{ J/cm}^3$ volt. Az in-situ fémhabok sűrűsége $1,79 - 1,94 \text{ g/cm}^3$ között alakult, az általuk elnyelt energia a zömítés során átlagosan $\sim 45 \text{ J/cm}^3$ volt. A zömítő vizsgálatok során a hőkezelés jól látható javulást hozott az ex-situ fémhabok eredményeiben.

Vizsgáltuk továbbá a hőkezelés hatását a határretegére pásztázó elektronmikroszkóppal és energiadiszipatív röntgen spektroszkópiával a cső fala és a mátrixanyag között, a csőbe töltött fémhab esetén. Munkánk fő eredményeként kis költségű kompozit fémhabok viselkedésének jobb megértését tűztük ki, és a kompozit fémhabok szerkezeti anyagként való elterjedését alapozzuk meg.

Központ nélküli röntgen diffraktométerek alkalmazása felületkezelési eljárások minősítésére

A központ nélküli röntgen diffraktométerek elsősorban roncsolásmentes maradó feszültség vizsgálatára lettek kifejlesztve. A Fémteni Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézetben és a 3Dlaboratóriumban országosan egyedülálló módon rendelkezünk két ilyen diffraktométerrel is. Röntgendiffrakciós maradó feszültség vizsgálatról évtizedes tapasztalat és tudás halmozódott már fel. A központ nélküli diffraktométerekkel kapcsolatosan is nemzetközileg elismert kompetenciával rendelkezünk. Az elmúlt évek kutatásaival arra törekszünk, hogy ezen diffraktométerek képességeit minél jobban feltérképezzük és új, vizsgálati módszereket dolgozzunk ki. Előző TDK és jelenlegi dolgozatomhoz kapcsolódó új vizsgálati eljárás azon alapötletből indul ki, hogy a diffraktométer által detektált interferencia függvény azon jellemzőit is meghatározzuk, és felhasználjuk, amely a maradó feszültség vizsgálaton messze túlmutat. Ilyen jellemző az interferencia függvény szélesedése, amely a diffrakciót adó fázis kémiai összetételével és a mikro feszültségekkel korrelál. Ez a folyamat történik, amikor a vizsgált minta felületi összetétele megváltozik, például dekarbonizáció, cementálás vagy nitridálás során. Előző dolgozatomban a dekarbonizációs folyamatokat, míg jelen kutatómunkámban a cementálás kimutathatóságát vizsgáltam. Jelen kutatómunkám célja, hogy a cementálás mértékét, hőkezelt, akár kész alkatrészek felületén is kvázi roncsolás mentesen nagy biztonsággal meghatározni tudó mérési módszert dolgozzunk ki. A kutató munka során ipari környezetben különböző mértékben és módszerekkel állítottunk elő cementált rétegeket majd az interferencia függvény szélesedését határoztunk meg az acél felületétől befele haladva, központ nélküli, XStress robot diffraktométert alkalmazva. A mélységi méréshez elektrokémiai anyageltávolítást használtunk. A cementálás és a profilszélesedés korrelációjának meghatározásához szövetvizsgálatokat és keménységlefutás vizsgálatokat is végeztünk. A három módszer egymást kiegészíti, illetve rávilágít az általam kidolgozott röntgendiffrakciós vizsgálatok előnyeire is. Az ilyen módon validált mérési eljárással a cementálás mértéke roncsolásmentesen mérhető.

Különböző összetételű homokkeverékek vizsgálata Cold-box eljárás esetén

Az elmúlt évtizedben jelentősen fejlődött a járműipari öntvénygyártás. Az egyre növekvő vevői követelmények kielégítése megalapozza a gyártási és technológiai folyamatok optimalizálását és folyamatos fejlesztését. Emellett az egyik legfontosabb szempont a gazdaságosság figyelembevétele, ezzel a versenyképesség fenntartása.

Az öntvények gyártása szempontjából, mind gazdaságossági, mind technológiai szempontból alapvető fontosságú az öntvények belső üregeinek kialakítása, melyre több lehetőség is van, ezek közül az egyik leggyakrabban alkalmazott az ún. magok használata.

A TDK-dolgozat részletesen ismerteti az öntödékben használt homokok tulajdonságait, valamint az azok kialakításához használt kötőanyagfajtákat, melyek meghatározása igen időigényes és komplex folyamat, valamint az öntvények méretének, bonyolultságának változása miatt újabb és újabb kísérletekre van szükség. A dolgozatomban négyféle gyanta-katalizátor arányt vizsgálok ún. Cold-box gyártástechnológia esetén, ezek közül az egyik a duális partnercégnél alkalmazott arány. A gyanta és katalizátor mind a négy vizsgált esetben megegyezik, mennyiségük viszont változó. A próbatestek gyártásánál használt maglövőgépen beállított lövési paraméterek az üzemben alkalmazott paramétereket modellezik.

A keverékeknek számos kritériumnak kell megfelelniük, hogy alkalmasak legyenek gyakorlati alkalmazásra. Ilyen például a szilárdsági tulajdonság, illetve a hő hatására mutatott viselkedésük. Méréseim során az alap homokvizsgálatokon kívül az eltérő arányú keverékből készült próbatesteket vizsgáltam hajlítószilárdság-mérő berendezés segítségével, eltérő pihentetési idők alkalmazása esetén. Ezt követően az üzemi körülményeket reprezentálva hőterhelést követően hárompontos hajlító és meleg hajlítószilárdság vizsgálatot végeztem mindegyik keverék esetén.

A duális partnercégnél kiválasztottam ezen kívül két hasonló geometriájú és méretű homokmagot, melyeket ugyanolyan keverési aránnyal készítenek, azonban az egyik terméknel öntése során jelentkezik üríthetőségi probléma, míg a másiknál nem. A kialakuló probléma hátterét szimulációs eszközökkel vizsgálom, és adok megoldási javaslatokat.

Az eredmények kiértékelése során megállapítom az üzemi alkalmazhatóság lehetőségét és a különböző keveréktípusok alkalmazásának előnyeit.

Roncsolásmentes vizsgálatok a vegyiparban

Napjainkban egyre jobban fejlődnek és terjednek el az iparban a roncsolásmentes vizsgálatok. Ennek oka elsősorban az, hogy gyorsan, és ahogy a neve is sugallja roncsolás mentesen tudjuk elvégezni a szükséges vizsgálatokat, ellenőrzéseket. Ez a nagy népszerűség arra vezethető vissza ez által, hogy termelés kiesés nélkül tudjuk ugyanazokat a vizsgálatokat elvégezni, amit eddig csak roncsolásos módszerekkel tudtunk végrehajtani. Manapság pedig az iparban is a gazdaságosság a legfőbb célkitűzés, amelyet ezáltal a roncsolásmentes vizsgálatok is elősegítenek azon módon, hogy üzemi körülmények mellett teszik lehetővé a vizsgálatok elvégzését.

A roncsolásmentes vizsgálatok vegyipari környezetben elsősorban a hegesztett kötések által vannak jelen, hiszen legnagyobb részben ezek vizsgálatára terjed ki a hatáskörük, de forgógépek és más vegyipari nyomástartó berendezésekre esetében is felkapott vizsgálatoknak számítanak. A vegyiparban az egyik, ha nem a legfontosabb az, hogy folyamatosan figyeljük és ellenőrizzük az üzembe vett berendezések állapotát, hiszen bármilyen apró kis eltérés, vagy hiba által való tovább terjedésből történő meghibásodás végzetes lehet mind emberi életet, mind környezeti katasztrófát tekintve.

Már a legapróbb eltérések észrevétele is nagyban hozzájárulhat ahhoz, hogy egy esetleges meghibásodásból történő balesetet elkerüljünk. Erre vonatkozóan két repedéskereső vizsgálatot választottam ki a dolgozatomban. Ez a két roncsolásmentes vizsgálat pedig a folyadékbehatolásos és a mágnesezhető poros vizsgálat. Mindkettő akár a legapróbb repedéseket is képes jelezni, amely például a vegyipari berendezés hegesztési varratában semmilyen körülmények között nem megengedett eltérések, hiszen ha ezek tovább terjednek, akkor az a teljes berendezés tönkremenetelét is okozhatja, nem mellesleg esetleges emberi és környezeti károsodást is beleértve.

A dolgozatomban célja az, hogy az előbb említett két vizsgálat esetében megvizsgáljam azokat a befolyásoló tényezőket, amelyek jelentős mértékben megváltoztathatják a vizsgálat kimenetelét, végeredményét. Céлом még ezen kívül az is, hogy a szabványban leírt paraméterek alapján elvégzett vizsgálatokból számottevő következtetéseket vonjak le azok eredményeire támaszkodva.

Szemcseszórás és plazmanitridálás, mint duplex felületkezelési technológia

Az iparban számos felületkezelést alkalmaznak a legkülönbözőbb célokra, ahogy az igények egyre magasabbak és specifikusabbak lettek, úgy az eljárások köre is differenciálódott. Meglehetősen új terület azonban a hibrid-, duplex- vagy kombinált felületkezelések kutatása, amely a már létező felületkezelések együttes alkalmazásainak vizsgálatával foglalkozik. Az alapvető cél, hogy megtaláljuk, hogy mely párosítások erősítik, és melyek gyengítik egymás hatását. Ez hatalmas feladat, hiszen a kezeléspárok anyagtulajdonságokra való hatása függ az egyes eljárások paramétereitől, sorrendjétől, emellett nem csak kettő, hanem akár több felületkezelés is egymás után fűzhető.

A dolgozatomban acél mintákat vizsgálok, amelyeket az előkészítés után homokszórásnak és plazmanitridálásnak vettem alá, ezzel egy lehetséges kezeléskombinációt vizsgálva. Homokszórásnál két szemcseméretet alkalmaztam, a plazmanitridálás folyamatparaméterei konstans voltak. A kezelések után felületi érdesség mérés és mikrokeménység-mérés és következett. A maradó feszültség vizsgálat röntgendiffrakcióval és digitál-holografikus mérőkamerával történt.

A vizsgálatokkal célom kideríteni, hogy előnyös-e a homokszórás, mint a plazmanitridálás előkezelése, illetve az, hogy a szemcseméretnek milyen hatása van.

Térben középpontos kockarácsú fémek fülesedésének becslése röntgendiffrakciós textúramérések alapján

A tavalyi évben részt vettem a felületen középpontos kockarácsú fémek, jellemzően alumínium lemezek fülesedésének becslésére alkalmas módszer kidolgozásában. A várható fülesedés előrejelzése térben középpontos kockarácsú fémek esetében is nagy jelentőséggel bír. Például, lemezszerű félkész termékek esetében a ferrites acéllemezek szintén nagy szerepet kapnak az ipari szférában. Egy további példa a nióbium alakíthatóságának vizsgálata, mely közvetlenül kapcsolódik a Miskolci Egyetem és a CERN közötti együttműködés témájához. Mivel a ferrites acéllemezek hengerlési textúráját az ausztenit fázisnak megleghengerlés során kialakult textúrája is befolyásolja, az ilyen lemezek textúrájának leírása eleve bonyolultabb, mint az alumínium ötvözeteké. Ezen túlmenően, a térben középpontos kockarácsú fémek csúszási rendszerei, illetve a hengerlési, valamint a lágyítás közben kialakult textúra alapvetően más, mint a felületen középpontos kockarácsú fémeknél, a módszer kidolgozását új kristálytani alapokra, új geometriai összefüggésekre kell fektetni. Kutatásaim során különböző textúrákkal rendelkező térben középpontos kockarácsú fémeken végeztem textúravizsgálatokat, csészehúzó vizsgálatokat. Kapott eredményeim felhasználásával dolgoztam ki a végeselemes módszerektől lényegesen egyszerűbb eljárást a fülesedés előrejelzésére.

Titán mentes szemcsefinomítási technológia fejlesztése Al-Si öntészeti ötvözetek számára

Az alumínium-szilícium ötvözetek jelentős térhódítást értek el a járműipari öntészet terén, amely az ötvözetek alacsony sűrűségének, magas fajlagos szilárdságának, alacsony árának és kedvező öntészeti tulajdonságainak köszönhető. Az alumínium kiváltja számos hagyományosan öntöttvasból és acélból készült alkatrész anyagát. Ez a súlycsökkentési trend közelebb juttatja az autógyártókat a folyamatosan szigorodó emissziós célok teljesítéséhez.

A szemcsefinomítás egy kiemelt fontosságú technológiai eljárás az alumínium öntészetben. Befolyásolja az öntvény minőségét és az öntési folyamat hatékonyságát is. Az öntődék világszerte alkalmaznak szemcsefinomító segédanyagokat és eljárásokat. Az eljárások következtében az öntvény szövetszerkezete egyenletes, finomszemcsés és ekvixiális jelleget nyer.

A szemcsefinomítás alkalmazásával növelhető az öntvények szilárdsága, ellenállóbbá válnak a fáradásos igénybevétellel szemben. Javíthatók a táplálási tulajdonágok és az önthetőség, csökken a melegrepedés-érzékenység.

A jelenlegi gyakorlatban egyetemesen alkalmazott Al₅Ti₁B előötvözet kiemelkedően alkalmas az alakítható ötvözetek inokulációs és kémiai szemcsefinomítására, azonban a szilíciumot tartalmazó öntészeti ötvözetekben drasztikusan csökken a hatékonysága. Ez a jelenség a szilícium mérgező hatásával magyarázható. A megnövelt mennyiségű Al₅Ti₁B hozzáadásával többé-kevésbé ellensúlyozható a szilícium mérgező hatása, azonban számos kutatás célja egy hatásosabb és gazdaságosabb megoldás kifejlesztése. Jelen dolgozatban az egyik legbiztosabb eredményekkel bíró alternatív szemcsefinomító anyag, az Al₄B előötvözet hatásmechanizmusát és jellegzetességeit mutatom be, valamint kísérletet végzek, amelyben összehasonlítom a konvencionális Al₅Ti₁B és az Al₄B szemcsefinomító hatékonyságát az AlSi₇Mg_{0,3} öntészeti ötvözet alkalmazása során. Valamint vizsgálom az eutektikus szilícium morfológiát módosító stroncium és a bór keresztthatását.

FORGÁCSOLÓ TECHNONLÓGIÁK



**Műszaki Tudományi
Szekció**

Esztorgálási folyamat stabilitása periodikus axiális erővel terhelt, karcsú munkadarabok megmunkálása esetén

A folyamatosan fejlődő gépgyártástechnológia részét képezi az újabb és hatékonyabb anyagmegmunkálási folyamatok alkalmazásainak megjelenése. Ebben a dolgozatban egy újszerű módszerrel vizsgáljuk egy esztorgálási folyamat stabilitását karcsú és rugalmas munkadarabok megmunkálása esetén. Az anyagleválasztási folyamat közben egy időben periodikus, axiális erővel gerjesztjük a munkadarabot. Az anyagleválasztást folyamatosnak tekintjük a munkadarab hossza mentén, így azt a szerszámpozíciótól függően egy lépcsős rúddal modellezzük az Euler-Bernoulli rúdelméletet alkalmazásával. Egy gyakori esztorgálási elrendezést vizsgálunk, ahol a munkadarab rögzítése a tokmány és a szegnyereg segítségével történik. Ezek a peremfeltételek matematikailag egy befogásként és egy görgős támaszként modellezhetők a munkadarab két végén.

A munkadarabot a periodikus axiális erővel a szegnyeregnél gerjesztjük, melynek szinuszos jelalakja a nagyfrekvenciás öngerjesztett rezgésektől (chatter) mentes paramétertartomány növekedését teheti lehetővé. Az axiális nyomóerő használata elsőre ellentmondásosnak tűnhet, hiszen a konstans nyomóerő csökkenti a munkadarab laterális merevségét. Míg ez önmagában kisebb stabil paramétertartományt eredményez, a periodikus axiális erő megfelelő amplitúdójú és frekvenciájú alkalmazása előnyös hatással bírhat a folyamat stabilitási tulajdonságaira. A változó axiális erő hatására a munkadarab laterális merevsége periodikusan módosul, ami a rendszer sajátfrekvenciáját is hasonlóan befolyásolja. A modális merevség ezen jellegű ismétlődő változása úgy gerjeszti a rendszert, hogy az egy stabilabb megmunkálási folyamatot eredményez a munkadarab alacsony, releváns fordulatszám-tartományán.

Korrózióálló duplex acél forgácsolhatósági vizsgálata korszerű PVD bevonatos szerszámmal

A dolgozatom célja, egy öntészeti duplex korrózióálló acél forgácsolhatósági problémáinak feltárása. A dolgozatban részletesen a duplex acélokkal kapcsolatos fontosabb tudnivalókat ismeretem, kortárs irodalmi forrásokból merítve. Korunk egyik modern acélsaládja, ennek bizonyítéka, hogy 2016-ban is jegyezték be új ötvözet típust a szabványjegyzékbe.

Az általam vizsgált 1.4517 típusú acél tulajdonságait és alkalmazási területeit is bemutatom. A vizsgálati anyag tartalmaz előzetes vizsgálati anyagot, melyben a szövetszerekezettel kapcsolatos méréseket tüntetem fel. A fő kísérlet két különböző alapanyagú forgácsolólapkával (Grade 564 és Grade 902) és a rájuk felvitt két korszerű PVD bevonattal végeztem. A lapkák azonos CNMG geometriával rendelkeztek. A bevonatokat egy hazai cég készítette, az egyik típus egy már a kínálatukban régóta szereplő összetétel $\text{AlTiN}+\text{ZrN}$ és egy újabb nemrégiben fejlesztett $\text{AlTiNi}+\text{TiSiXN}$ volt. A mérés során változtattuk a hűtési körülményeket és minden forgácsoló lapkát öt perc folyamatos forgácsolásban töltött idő után elektron-és sztereómikroszkóp alatt kielemeztem. A mérés alatt folyamatosan detektáltam a fellépő erőhatásokat, melyek a szerszámot érték. A forgácsolás után a hátkopás is mértem, kielemeztem. A forgácsot és az előállított felületet szemrevételezéssel értékeltem ki. A kapott eredményeket értékeltem és összehasonlítottam.

Minimális leválasztható rétegvastagság meghatározása ellenirányú marással

A mai modern technológia fejlődése a miniatürizálás irányába halad, egyre komplexebb termékeket gyártanak egyre kisebb méretben. Ez a tendencia magában hordozza az igényt a pontosabb mikrométerű megmunkálásokra, amely külön szakterület, mivel a mérthatás jelensége miatt nem minden esetben alkalmazhatjuk az általános méretű forgácsoláshoz használt modellünket. A mérthatás jelensége alatt azt értjük, hogy a forgácsoló él által leválasztott rétegvastagság csökkenésével nemlineáris növekedést tapasztalunk a forgácsolási energiaigényben. Emiatt a megmunkált felület nem megfelelő mikro- és makropontossággal rendelkezik (felületi érdesség, alak- és helyzetpontosság), valamint a forgácsoló él éltartama is jelentősen csökken, hiszen ebben a megmunkálási tartományban nem az anyag leválasztása, hanem a munkadarab felületének vasalása történik. Ilyenkor a fémek jellemző viselkedése alapján a munkadarab felületi rétege a hidegalakítás miatt felkeményedik, elridegül, emiatt a tényleges anyagleválasztás során a forgács kitöredezve, felrepedezve válik le, ezzel okozva nem megfelelő felületi érdességet. Jelen kutatás célja egy mérési módszer meghatározása ezen minimális leválasztható rétegvastagság meghatározására ellenirányú marás alkalmazásával, ugyanis a forgácsolás folyamata során a rétegvastagság folyamatos növekedése történik a szerszám egy fordulata alatt, és a fent említett átmenetet a tiszta vasalásból forgácsolásba detektálhatjuk a forgácsolási erők mérésével. Ezen felül a forgácsolás egyik paraméterének, a forgácsoló él előtoló mozgásának hatását vizsgáljuk a minimális rétegvastagság vizsgálatára. A forgácsolási környezetet ideálisnak tekintjük, azaz a szerszámbehelyezési pontatlanság, a szerszám kihajlása, valamint az ellenirányú marás során gerjedő rezgéseket nem vesszük figyelembe, ezek későbbi kutatás tárgyát képezhetik. A mérést kétféle anyagon végeztük, egy általános rendeltetésű ötvözetlen szerkezeti acélon (C45E), valamint egy nagy szilárdságú finomszemcsés szerkezeti acélon (S960QL). A megmunkálás során erőmérő szenzorok segítségével rögzítettük a forgácsoló élre ható erőket. Ezek értékei széles tartományban mozogtak, melyből az következik, hogy a rendszer rezgéseinek figyelembevétele nélkül a minimális rétegvastagság nem meghatározható. Ellenben az előtolás, mint forgácsolási paraméter hatása vizsgálható, eredményül azt kaptuk, hogy exponenciális növekedést tapasztalhatunk a minimális leválasztható rétegvastagság értékében az előtolás függvényében.

Nikkel-bázisú szuperötvözetek megmunkálhatósága

TDK dolgozatomban a Ni-bázisú szuperötvözetek megmunkálásával foglalkozom. Ezen ötvözetek közös jellemzője a nagy szilárdság, a rossz hővezetőképesség, a paramágnesesség és ellenállnak a korróziónak extrém nagy hőmérsékleten is. E tulajdonságaik miatt alkalmazzák ezeket az ötvözetek egyre szélesebb körben a repülőgép (gázturbinák) – és energiaiparban, valamint ezek a tulajdonságaik teszik őket oly nehezen megmunkálhatóvá. Kutatásom során céloom megtalálni azon technológiai paraméterek és CAM stratégiák kombinációját, melyekkel a legkedvezőbb feltételek mellett a legjobb minőségű hornyok megmunkálását lehet megvalósítani.

Szerszámtartam előrejelzések kísérleti és analitikus módszerek alapján

A megmunkálási technológiák fejlődésének, az ipar 4.0 technikák megjelenésének, valamint az egyre szigorúbb környezetterhelési előírásoknak következtében egyre nagyobb az igény a korszerű gyártástechnológiák alkalmazására.

A forgácsoló megmunkálások egyik kritikus eleme a szerszám és annak éltartama. A forgácsoló szerszámok éltartama nagymértékben függ a technológiai paraméterek megválasztásától. A technológiai folyamat megtervezése során és a helyes paraméterek megválasztásakor a munkadarabbal szemben támasztott követelmények mellett ügyelnünk kell a gazdasági és termelési mutatószámokra is. Így az optimális paraméterek meghatározása komplex és időigényes feladat.

Ennek a folyamatnak kulcsfontosságú momentuma meghatározni az egy szerszámmal legyártható jó munkadarabok számát, előre jósolni a szerszám éltartamát.

TDK dolgozatom célja egy olyan matematikai modell bemutatása, amely ebben nyújthat segítséget, megvizsgálva azt, hogy e modell mennyire használható keménymegmunkáláskor.

Dolgozatom elkészítése során mélyreható irodalomkutatót végeztem a nehezen forgácsolható szerszámacél anyagok terén, valamint a keménymegmunkálás és a forgácsolási folyamatok monitorozásának területén.

Keménymarási kísérleteket végeztem, miközben mértem a szerszámokra ható terheléseket, majd alkalmazva az ismert matematikai modellt meghatároztam a szerszámok várható éltartamát a forgácsolási körülményektől függő kritériumnak megfelelően.

Eredményül arra jutottam, hogy a vizsgált modell alkalmas a keménymegmunkáló folyamatok szerszámai kopásának modellezésére is, sőt bizonyos körülmények közt az előrejelzésre is, ahogy ez a 4. a valóságos körülményeket legjobban közelítő kísérleti összeállításból kiderült.

Tömbelektródás szikraforgácsolás kísérleti vizsgálata mikrogeometriai jellemzők alapján

A megmunkálendő anyagok fejlődésével az évek során lehetővé vált, hogy az anyagokat konkrét célnak megfelelően készítsük el. Az iparban egyre nagyobb keménységű, szilárdságú anyagokkal kezdtek el dolgozni, amelyeket a hagyományos módszerekkel rendkívül nehéz lenne vagy egyáltalán nem is lehet megmunkálni. Ez a folyamat megkövetelte a gyártástechnológia fejlődését, melynek hatására létrejöttek a különböző energiaformákat hasznosító, úgynevezett különleges megmunkálási módok. Az egyik legjelentősebb megmunkálás ezek közül az elektromos áram hőenergiáját kihasználó szikraforgácsolás. A szikraforgácsolás az elektromos szikrakísülés roncsoló hatásán alapszik. Az eljárás előnyei közé tartozik, hogy mechanikai tulajdonságaitól függetlenül bármely villamosan vezető anyag megmunkálható vele, térbeli felületek kialakítására alkalmas, valamint a folyamat során fellépő megmunkáló erők nagysága elhanyagolható. Hátránya azonban a hagyományos technológiákkal szemben a lassabb megmunkálási idő, továbbá az olykor igen költséges szerszámelektróda előállítás. Fő alkalmazási területe a szerszámgyártás.

Dolgozatomban a tömbelektródás szikraforgácsolás jellegzetes elektródaanyagainak összehasonlító vizsgálatával foglalkozom. Az összehasonlítás alapját a szikrázott felület különböző mikrogeometriai jellemzői adják. Ennek érdekében eltérő felületi érdességű szikrázási kísérleteket végeztem acél próbadarabon grafit és vörösréz elektródákkal. Szikraforgácsolás során az egyik legfontosabb szempont a megfelelő elektródaanyag kiválasztása, ez ugyanis befolyásolhatja a megmunkálás pontosságát, termelékenységét és a művelet gazdaságosságát (az elektróda költség a gyártási költség 70-80%-át teheti ki). Az iparban a legelső és legelterjedtebb szerszámanyag a vörösréz, azonban kedvezőbb tulajdonságai miatt napjainkban a grafit egyre inkább a háttérbe szorítja.

Kutatásom célja fényt deríteni arra, hogy melyik anyaggal állítható elő jobb felületi minőség és melyikkel termelékenyebb a megmunkálás. Összevetem a kétféle anyaggal szikrázott felületek 2D-s érdességi paramétereit: az amplitúdó, a térköz és az anyaghányad paramétereit. A felület karakterisztikájának látványosabb szemléltetésére megvizsgálom a 3D-s felülettopográfiai jellemzőket is. Ezen kívül tanulmányozom az egyes szikrázott lenyomatok megmunkálási idejét, hogy a termelékenységi kérdésekre is választ kapjak.

UD-CFRP kompozitok furatforgácsolási technológiáinak fejlesztése és kísérleti vizsgálata

Napjainkban a szálerősített polimer kompozitok egyre növekvő népszerűségnek örvendenek a repülőgép-, hajó-, had-, és gépjárműiparban. Elterjedésük legfőbb okai a kimagaslóan nagy fajlagos szilárdságuk és jó méretstabilitásuk, azonban a jelentős szerszámkopás, delamináció- (rétegelválás) és sorjaképződés komoly kihívásokat jelentenek utólagos megmunkálásuk esetében, ezzel indokoltta téve a forgácsolás elmélyült elméleti elemzését, kísérleti vizsgálatát és optimalizálását.

Az egyirányban szénszállal erősített polimer (UD-CFRP) kompozitok anizotróp jellege és anyaginhomogenitása megköveteli, hogy a szálak orientációja alapján jelöljük ki a megmunkálások fő irányait. A jelenlegi furatforgácsolási technológiák azonban a szálirányt jellemzően nem, vagy csak erősen korlátozottan veszik figyelembe. Ezen elgondolás adta az általam fejlesztett újszerű furatforgácsolási technológia kifejlesztését, melynek elméleti és kísérleti vizsgálata képezte a kutatásom fő irányvonalát. Az újszerű technológiát a helikális marás és a szálorientációfüggő előtolásvezérlés kombinálásával fejlesztettem ki.

A kutatásom során öt különböző furatforgácsolási stratégiával (hagyományos csigafűrés, helikális marás, döntött helikális marás, imbolygó marás, illetve az újszerű előtolásvezérelt helikális marás) készítettem furatokat a BME Gyártástudomány és -technológia Tanszék VHTC típusú öttengelyes CNC mikromarógépén. A kísérletek során az előtolás értékét három szinten változtattam. A furatokról digitális mikroszkóppal felvételeket készítettem, melyek digitális képfeldolgozásával a sorját mérni és elemezni tudtam. A furatok palástfelületi érdességét a tanszéki Mitutoyo SJ-400 kontaktilis felületi érdességmérő műszerrel vizsgáltam.

A kísérleti eredmények egyértelműen mutatják, hogy a furatforgácsolási technológiáknak és az előtolásnak is szignifikáns hatásuk van a mért optimalizációs paraméterekre. A furatforgácsolási technológiákat összehasonlítottam és technológiai ajánlásokat fogalmaztam meg, hogy mely célfüggvény esetében mely technológiát javaslom UD-CFRP kompozitok forgácsolásához.

Jövőbeni terveim között szerepel az újonnan fejlesztett furatforgácsolási technológia széleskörű elméleti és kísérleti vizsgálata, melyben a folyamatparaméterek hatásvizsgálata mellett újszerű pályastratégiák hatását is vizsgálnám, hogy a furatforgácsolás kellően hatékony, pontos és gyors legyen.

Újrahasznosított és újonnan gyártott szénszál erősítőanyagú polimer kompozitok összehasonlító forgácsolhatósági vizsgálata

A szénszállal erősített polimer (CFRP) kompozitok alkalmazása rendkívül gyorsan terjed a bonyolult és összetett mérnöki kihívásokat tartalmazó iparágakban, mint a repülőgépiparban és az űrtechnikában; köszönhetően a speciális anyagszerkezeti kialakításnak, amely kedvező mechanikai tulajdonságokat kölcsönöz a relatív kis sűrűségű CFRP kompozitoknak. A polimer gyártástechnológiáknak köszönhetően közel végleges formára készülnek az alkatrészek, azonban a szerelhetőségi igények és a szigorú tűrések elkerülhetetlenné teszik az utólagos forgácsolási műveletek alkalmazását. A CFRP kompozitokra jellemző inhomogenitás és anizotrop jelleg miatt a fémek forgácsolásánál felállított mechanisztikus és empirikus modelljeink nem, vagy csak részlegesen alkalmazhatók, ezért is fontos a CFRP megmunkálhatóságához kapcsolódó ismereteink kiterjesztése. A 21. század legnagyobb feladatai közé tartozik a fenntartható fejlődés megvalósítása, amely magában foglalja az anyagok újrahasznosítását. Az utóbbi években jelentős kutatások irányultak a szénszál erősítőanyagok visszanyerésére, azonban eddigi ismereteim alapján egyetlen egy publikált kutatás sem foglalkozott a reciklált szénszálakból készült CFRP kompozitok forgácsolhatósági vizsgálatával.

A kutatásom során különböző újrahasznosított és újonnan gyártott karbon erősítőanyag-struktúrákból készített CFRP kompozitok módszeres összehasonlító forgácsolhatósági vizsgálatát tűztem ki fő célul. A fúrási kísérletek eredményeit mechanikai és anyagszerkezeti vizsgálatok adataival támogatva elemeztem.

Teljes faktoriális kísérletterv alapján fúrási kísérleteket végeztem 2 különböző kompozit forgácsoló szerszámmal, 8 különböző CFRP kompozit esetében, amelyeket úgynevezett „compression moulding” és polimer öntés technológiával gyártottam le. A forgácsolási kísérleteket egy háromtengelyes CNC marógépen végeztem el. A forgácsolás során egy háromkomponenses erőmérő cellával gyűjtöttem a forgácsolási erőadatokat. A forgácsolt furatokról egy digitális mikroszkóppal felvételeket készítettem, amelyeket képfeldolgozó algoritmusokkal értékeltem ki a sorjásodás mértékének megállapítására. A forgácsolt felületekről pásztázó elektronmikroszkópos felvételeket készítettem, ennek köszönhetően az anyagok kvalitatív mikrogeometriai összehasonlítása is megtörtént. A kísérleti eredmények varianciaanalízisével (ANOVA) kvalifikáltam az újrahasznosított anyagok főhatásait (összevetve az újonnan gyártott CFRP anyagokéval).

GEODÉZIA



**Műszaki Tudományi
Szekció**

A balatonakarattyai magaspart állékonyságának elemzése

Magyarországon gyakori a meredek rézsűk, magaspartok jelenléte, melyeket dinamikus, állandóan változó, épülő és pusztuló tevékenység jellemez. Napjainkban a folyamatosan növekvő beépítési és forgalmi igények miatt egyre több beruházási terület érinti a természeténél fogva komoly kockázatok rejtő magaspartokat és közvetlen környezetüket. Az emberi tevékenységek kedvező és kedvezőtlen irányba is befolyásolhatják ezen területek állékonyságát.

Dolgozatomban a balatonakarattyai magaspart esettanulmányán keresztül vizsgálom a rézsűstabilitást. A kiválasztott terület állékonyságának kérdése rendkívül aktuális és fontos kérdés, hiszen a magasparton vasúti forgalom közlekedik, a magaspart alatt és fölött egyaránt családi házak épültek, gépkocsik közlekednek, a magaspart közvetlen környezetében nagy volumenű építési beruházást terveznek, a terület földrengés veszélyesség szempontjából Magyarország legveszélyesebb zónájába tartozik, a kockázatok jelenlétéről számos korábbi lejtőmozgás tanúskodik, a magaspart mozgásveszélyes területként van nyilvántartva.

Dolgozatomban célom a környezet földtani fejlődéstörténetének, hidrogeológiai, morfológiai és földrengés veszélyességi adottságainak megismerése, elemzése. A lehetséges tönkremeneteli módok és ezeket befolyásoló tényezők bemutatása. Továbbá a rézsűállékonyság meghatározására alkalmas számítási módszerek, szoftverek ismertetése. Végül a talajfizikai paraméterek meghatározása és az állékonyságszámítás elvégzése.

Ingtatlan-nyilvántartási térkép felújítása pontfelhő segítségével

Az ingatlan-nyilvántartási térképek minőségének ellenőrzése, fenntartása és esetleges felújítása a földmérő szakma egyik kiemelt fontosságú kérdései közé tartozik. A már digitalizált, rendelkezésre álló térképeink jelentős része grafikus térképeken alapul, amelyek pontossága az előállítás technológiájából adódóan elmaradt a numerikus alapokon nyugvó térképekétől. Emiatt a már meglévő digitális alaptérképeink pontossága az elhelyezkedés függvényében nagymértékben változhatnak. A probléma megoldását az jelentette volna, hogy a szükséges területeken új felmérést végeznek el, azonban ez az időhiány és a nagy költségek miatt elmaradt.

A szakma megtanult együtt élni a kialakult helyzettel. Az elmúlt években megjelenő új technológiák (GNSS, drón, lézerszkennelés) folyamatos fejlődésének köszönhetően ma már azonban nagy területeket kellő pontossággal, igen részletesen és relatíve gyorsan vagyunk képesek felmérni. Joggal vetődhet fel a kérdés, hogyha a rendelkezésre állnak ezek az új eszközök miként lehetne azok végtermékét, a pontfelhőt ingatlan-nyilvántartási térképek felújítására felhasználni? A dolgozatomban ezt a problémakört szeretném körül járni egy valós helyszínen végzett felmérés eredményeinek felhasználásával.

Mobil térképező platform építése és programozása

Dolgozatomban egy nyílt hardver komponensekből épített saját mobil térképező rendszer megépítését és programozását mutatom be, majd az eszközzel készített térképek pontosságát és megbízhatóságát vizsgálom. A platformom egy RPlidar 360° lézerszkennerről, egy Raspberry Pi 4-ből, két motorból, és egy motorvezérlő lapkából áll. A platform WiFin keresztül vezérelhető. A térképezéshez Hector SLAM algoritmust használok, ami az Heterogeneous Cooperating Team Of Robots (Heterogén robotok együttműködése) rövidítése. Az eljárást városi keresés és mentés (Urban Search and Rescue) feladatokra fejlesztették ki. Az algoritmus nagy előnye, hogy nincs szükség odometria adatokra, így IMUra sem a platformon. Nyilvánvalóan az odometria hiányának is megvannak a hátulütői, dolgozatomban erre is mutatok példát.

Nagyméretarányú térképezés mérési technológiáinak összehasonlító vizsgálata

Dolgozatom célkitűzése a hagyományos, mérőállomással végzett és UAV technológia alkalmazásával végzett mérési eljárások összehasonlítása pontossági, gazdaságossági és alkalmazhatósági szempontból. A pontosság vizsgálatához egy tesztmezőt jelöltem ki, és annak felmérését végeztem el mindkét technológiával. A tesztmező egy jól azonosítható felfestéseket tartalmazó visegrádi parkoló volt. Az összehasonlítás feltétele volt, hogy a hagyományos, mérőállomásos technológia a lehető legnagyobb pontosságú eredményeket szolgáltatassa, de ugyanígy az adott körülmények között, az UAV alkalmazásával meghatározott koordináták is nagy pontosságúak legyenek. Ehhez EOVS hálózatban, GNSS rendszerrel meghatározott pontokat létesítettem, amelyeket felhasználva, mérőállomással végzett mérésekkel határoztam meg a tesztmező pontjait. A vizsgálati és illesztőpontokat minden álláspontról, összesen négyről bemértem. Így a GNSS technológia pontatlanságából eredő hibák a tesztmező pontjainak abszolút pontosságát ugyan ronthatták, de relatív pontosságukat nem. A hagyományos mérési módszerrel meghatározott pontok átlagos középhibája 3,5 mm lett.

Az UAV technológia esetében UAS rendszerrel, tervezett repüléssel, a tesztmezőről kb. 200 felvételt készítve, Agisoft Photoscan Professional programmal végeztem el a feldolgozást. A fényképező repüléshez egy DJI Mavic Pro UAS rendszert használtam, 6 darab illesztőpontot helyeztem el a tesztmezőn, az UAV technológia illesztőpontokon értelmezett hibája átlagosan 1 cm alatti értékre adódott. A kapott koordinátákat EOVS rendszerben hasonlítottam össze. Az átlagos eltérés a két technológia eredményül kapott koordinátái között vízszintes és magassági értelemben 1-1,5 cm volt.

Figyelembe véve a hagyományos mérési eljárás terepi időigényét, annak költségeit, valamint a kétféle technológia alkalmazásával kapott eredményeket, úgy gondolom, az UAV technológia megfelelő körülmények között alkalmas nagyobb pontossági igényű feladatok elvégzésére. Ilyen feladat lehet: mérnöki létesítmények, térburkolatok vizsgálata; vízelvezetési problémák megoldását célzó felmérések, mérnökgeodéziai feladatok, stb. Minden olyan területen hasznos lehet a technológia alkalmazása, ahol a gyors és nagy mennyiségű adatgyűjtés.

Rézsűk állékonyságának vizsgálata statisztikai módszerekkel

A rézsűállékonyság-számítás a geotechnikának azon területe, ahol a legtöbb bizonytalanság van jelen. Geológiai anomáliák, talajparaméterek térbeli változékonysága, elegendő reprezentatív adat hiánya, környezeti viszonyok megváltozása, váratlan tönkremeneteli mechanizmusok, a geotechnikai modellekben alkalmazott egyszerűsítések és közelítések, valamint a tervezés és a kivitelezés során bekövetkezett emberi hibák mind hozzájárulnak a számítás bizonytalansághoz.

A hagyományos vagy determinisztikus rézsűállékonyság-számítás nem veszi figyelembe a bizonytalanságot, konzervatív paraméterekre és tervekre támaszkodik. A valószínűségi elemzések lehetővé teszik a bizonytalanság számszerűsítést és észszerű beépítését a tervezésbe. A bizonytalanság számítása mellett hasznos módszer a veszélyek gyakoriságának becslésére is a kockázatelemzés során, különösen a reprezentatív empirikus adatok hiányában.

Jelen dolgozatban a geotechnikai tervezés során gyakran előforduló rézsűk számításának egy hagyományostól eltérő módszerét kísérlem meg bemutatni, melynek elve, hogy a rézsű tönkremenetelének lehetséges bekövetkeztét nem egy biztonsági tényezővel szemlélteti, hanem egy valószínűségi értéket ad rá. Azaz megadja, hogy az adott rézsűnél mekkora százalékban számíthatunk tönkremenetelre vagy megfordítva, az állékonyság biztonságára. Ehhez a determinisztikus számítástól eltérően az egyes bemeneti paraméterekre nem egy állandó értéket adunk meg, hanem az értékekhez tartozó eloszlás szerinti statisztikai változókat, mint az átlag, szórás, relatív minimum és relatív maximum. A tanulmányban részletesen bemutatom a rézsűállékonyság-számítás legfontosabb fogalmait, a bizonytalanság figyelembevételét, a tönkremenetel valószínűségének értelmezését. Részletesen beszélek az eddig alkalmazott statisztikai módszerekről, azok előnyeiről, hátrányairól, majd a geológiai hatásokról, melyek befolyásolják egy-egy rézsű állékonyságát, azután három különböző példán szemléletem, hogyan végezhető el a rézsűállékonyság-számítás valószínűségi alapon. E három esettanulmányból a kettő hazai példa saját munkám eredménye, a harmadik egy külföldi példa. A visontai példánál talajrétegekben számoltam az állékonyságot, a földcsuszamlásokról híres himalájai régióban található Amiyan-ban lévő lejtőnél két homokkő réteget határoltak el és számoltak, míg a 21-es főút menti rézsűnél kőzetcsavarokkal megerősített sziklarézsű esetén kerestem a tönkremeneteli valószínűség értékét.

ÉVA KÁRMEN VIVIEN
karmen0616@freemail.hu

Óbudai Egyetem
Alba Regia Műszaki Kar

Témavezető:
Dr. Földvály Lóránt
egyetemi docens, OE AMK

Szenoidmeghatározás GRAIL Mérések Alapján

A Föld belsejéről ismereteink mindössze néhány közvetett információ áll rendelkezésünkre, ilyenek a mágneses terére, szeizmicitására és a nehézségi erőterére vonatkozó mérések. Így földtudományi szempontból is alapvető fontosságú a nehézségi erőteret jellemző geoid pontos és globális ismerete. Erre a célra működött 2002-2017 között a GRACE műholdpár.

A Hold belsejéről még kevesebb információnk van, néhány '70-es években telepített szeizmográf kivételével szinte semmi, ezért is bír nagy fontossággal a GRACE műholdpár mintájára kialakított, 2012-ben megvalósított GRAIL műholdas kísérlet, amely segítségével a Hold nehézségi erőterének, a szenoidnak a meghatározására adódik lehetőség. A Hold nehézségi erőterének ismeretében a felszín közeli és felszínelatti tömegeloszlásáról nyerünk képet, amely alapján a Hold kialakulásának, a Földdel alkotott kettős létrejöttének körülményeire következtethetünk. Ez pedig Földünk megismerése szempontjából is nagy fontosságú lehet. Tanulmányomban a GRAIL műholdpár Level-1B típusú mérései alapján kísérletet teszek egy szenoid modell meghatározására, ehhez részletesen bemutatom és értelmezem a GRAIL és a GRACE mérések jellegét, az egyes mérések feldolgozása során felmerülő különbségeket.

Tárgyszkennelési technológiák összehasonlító elemzése

Tárgyszkennerek segítségével háromdimenziós modelleket hozhatunk létre és hasonlíthatunk össze más modellekkel, illetve egy modell állapotait egymással bizonyos idő elteltével. A tárgyszkennelés feladata használható mérnöki visszafejtés (reverse-engineerig) tevékenységre is, mely napjainkban igen elterjedt alkalmazás. Tárgyszkennerek működhetnek eltérő módokon (lézimpulzus segítségével, time of flight (ToF) eljárással vagy fotogrammetriai módszerrel), különböző gyártók különböző feladatokra eltérő pontosságú szkennereket gyártanak eltérő árkategóriákban.

Dolgozatom témája egy okostelefonba épített 3D szkennelő tesztelése és összehasonlítása referenciaszkennerekkel.

A Samsung Galaxy Note10+ 2019 augusztusában jelent meg egy beépített, a Samsung által ToF szenzornak nevezett 3D szkennelővel, és egy ingyenesen letölthető "3D szkennelő" nevű applikációval. A telefon mindenféle kiegészítők nélkül képes 3D modelleket előállítani, így egy igen költséghatékony szkennelőnek mondható, azonban a képességei korlátozottak, a szkennelendő tárgy méretének egy szűknek mondható tartományon belül kell lennie, az előálló 3D modell pontossága pedig előre nem ismert.

A dolgozatban részletesen megvizsgálom eltérő anyagminőségű és részletességű modellek segítségével a szkennelést, és levonom a tapasztalatokat, hogy mire képes egy alacsony árú 3D szkennelő, majd az okostelefonnal előállított modelleket összehasonlítom bizonyos referenciaként használt szkennelők (Breuckmann szkennelő és Artec Eva szkennelő) segítségével előállított modellekkel. Így fény derül arra is, hogy az iparban van-e létjogosultsága egy igen költséghatékony, de alacsonyabb pontosságot előállítani képes 3D szkennelőnek. Minden gyártó törekszik az adott feladatra tökéletes munkát végezni képes, ugyanakkor költséghatékony szkennelők előállítására. Eltérő munkák eltérő pontossági igényeket is jelentenek, így a tárgyszkennernek is fejlődniük kell. Eljőhet az az idő, amikor egy okostelefonba épített 3D szkennelő lesz az optimális választás egy bizonyos feladat elvégzésére a kompakt méret, egyszerű használat és elérhető árazás miatt.

Útburkolat felmérés pontfelhő technikákkal

Magyarország területén igen sok autópálya és autópálya épült az elmúlt évtizedek során. Igen jelentős igény mutatkozik az utak geodéziai felmérésére, mely egyaránt szolgálja a tervezési, a kivitelezési, a műszaki ellenőrzési vagy éppen az üzemeltetési feladatokat. Az utakat érintő geodéziai munkák sajátossága a jelentős balesetveszély. Felgyorsult világunkban gyakran igen rövid idő alatt kell a felméréseket elvégezni, miközben egyre nagyobb probléma a felkészült mérnökök hiánya. Ezzel párhuzamosan a technika fejlődésének is és az előbb említett szempontoknak köszönhetően is rohamosan terjednek a pontfelhő technikák, azaz a lézerszkennelés, a mobil térképezés, valamint a drónokról végrehajtott közelfotogrammetria. A pontfelhő technikákkal lényegesen gyorsabban végezhető el a felmérések terepi munkái, a munkák jelentős része automatizálható és a hagyományos geodéziai módszerekhez képest sokkal részletesebb adatokat biztosítanak.

A dolgozat témaválasztása szempontjából lényeges körülmény, hogy 2019. január 1-én jelent meg a „Közutak geodéziai előírásai és geometriai követelményei” című Útügyi Műszaki Előírás, amely több évtizedes hiányt pótol az utakkal kapcsolatos geodéziai munkák szabályozása, valamint a geometriai tűrések tekintetében. A jelenleg hatályos Útügyi Műszaki Előírás ugyanakkor a korszerű geodéziai módszerek alkalmazását igen korlátozottan teszi lehetővé. Dolgozatom nem titkolt célja, hogy az Útügyi Műszaki előírás közeljövőben várható aktualizáláshoz adatokat és tapasztalatokat nyújtson.

A diplomamunkám során feladatom volt egy frissen átadott, az M2-es autópályához csatlakozó, 2113-as számú út mintegy 250 méter hosszú szakaszának felmérése különböző geodéziai módszerekkel. Elsősorban a mérőállomással végzett felmérést és a drónról végrehajtott légi fotogrammetriai módszert hasonlítottam össze és értékeltem ki. Vizsgálatom célja volt, hogy a drónokkal végrehajtott módszerrel hogyan váltható ki a hagyományos geodéziai módszer.

A felmérés során több repülés is készült különböző magasságokban és kameraállásokban, melyet a diplomamunka során nem volt alkalmam megvizsgálni csak egy kis részét belőle. A TDK dolgozatomban ezeket a drónos képeket szeretném megvizsgálni különböző illesztőpontok és repülési magasságokkal kombinálva, majd ezeket egy másik szoftver segítségével feldolgozni, mint amit használtam a diplomamunkám során. Célom a pontfelhő pontosságának növelése és ennek lépéseinek a megvizsgálása.

GÉPÉSZETI ENERGETIKA ÉS ÁRAMLÁSTAN



**Műszaki Tudományi
Szekció**

Aeroelasztikus szárnymodell analitikus és numerikus vizsgálata

Aeroelasztikus rendszerek esetén gyakran megfigyelhető a dinamikus stabilitásvesztés. A legismertebb aeroelasztikus instabilitás az úgynevezett flutter jelensége, amely a rugalmas, tehetetlenségi és aerodinamikai erők kölcsönhatásából ered. A flutter során a karsú rugalmas szerkezet a kritikus szélesség felett az áramlásból átvett energiával gerjesztődik, a létrejövő rezgések gyakran vezethetnek a rugalmas szerkezet kifáradáshoz és meghibásodáshoz. A flutter jelenségének modellezésére leggyakrabban kétszabadságfokú (hajlító-csavaró), állandó keresztmetszetű síkáramlásba helyezett lapátprofil alkalmazunk.

Aerodinamikai erők modellezésére leggyakrabban a Theodorsen és Wagner modelleket alkalmazzuk, amelyek analitikusan írják le az aerodinamikai erőket. Jelen dolgozatban a Theodorsen modellt alkalmazzuk, amely tetszőleges periodikus mozgások során létrejövő aerodinamikai erők leírására alkalmas. A szárny szerkezeti paramétereit és a Theodorsen modellt felhasználva írtuk fel a szárny mozgásegyenletét. Az egyenleten végzett analitikus stabilitásvizsgálattal megkaptuk a dinamikus stabilitásvesztéshez tartozó kritikus szélességet.

A szárny körüli áramlás összetettségéből eredően azonban az analitikus megoldás is jelentős egyszerűsítéseket tartalmaz, és szűk keretek között alkalmazható megfelelő pontossággal. Az analitikus modell nem tartalmazza például a belépő éli örvény mechanizmust vagy az örvényleválás okozta nyomásingadozást. Ezzel szemben a kapcsolt aeroelasztikus-áramlástan szimuláció képes a fent felsorolt jelenségek modellezésére, az áramlás során fellépő erők időbeli pontos leírására. A szimulációból nyert erőkkel felírt mozgásegyenlet numerikusan megoldható és a test helyzete frissíthető minden időlépésben.

Dolgozatomban részletesen bemutatom az aerodinamikai erők dinamikai modellezésének lehetőségeit, majd ismertetem Theodorsen analitikus modelljét. Lineáris stabilitásvizsgálat segítségével meghatározom a rendszer kritikus szélességét. Bemutatom az általam végzett kapcsolt aeroelasztikus szimulációt: előírt mozgás és szabad lengése esetén összevetem a szimuláció eredményeit analitikus, illetve mérési eredményekkel. Végezetül a modellbe implementáltam egy nemlineáris csillapítót, amellyel a kritikus szélességet megnöveltem és a rezgés amplitúdókat csökkentettem.

Bemenő paraméterek részletezettségének hatása az épületenergetikai szimulációk eredményére

A klímaváltozás visszaszorítása, hatásainak enyhítése érdekében egyre nagyobb hangsúlyt kapnak az energiahatékonysági törekvések. Tekintve, hogy az Európai Unió teljes energiafogyasztásáért 40%-ban, a CO₂ kibocsátásáért pedig 36%-ban az épületek a felelősek, erre a területre érdemes kiemelkedő figyelmet fordítani az energiahatékonysági megfontolások során. Az új épületek mellett a meglévők energetikai korszerűsítésével is fontos foglalkozni, ugyanis a meglévő épületállomány jelentős része elavult. Egy épület energiafogyasztását számos paraméter befolyásolja, így ahhoz, hogy konkrét épülethez kiválasszuk a megfelelő energiahatékonysági stratégiát, mellyel csökkenthető az energiafogyasztás, mélyreható vizsgálat, adatelemzés és szimuláció szükséges. Dolgozatomban egy budapesti önkormányzati épület energiafogyasztását vizsgálom dinamikus szimuláció (DesignBuilder) segítségével. Szimulációk során fontos, hogy a felépített modell kellő mértékben közelítse a valóságot, azonban a lehető legkevésbé legyen elbonyolított, így a vizsgálat során célom körüljárni, hogy a különböző részletességű bemenő paraméter megadások milyen mértékben módosítják a szimuláció eredményét, illetve a futási időt. Vizsgálom a geometria, környezet, épületgépészeti rendszer, felhasználói profil hatását, valamint a szimulációs eredményeket összehasonlítom a rendelkezésre álló valós fogyasztási adatokkal. Célkitűzésem, hogy megtaláljam az optimális adatmegadást DesignBuilder szimuláció esetén, mely megfelelő mértékben közelíti a valós eredményeket, valamint a szimulációs és valós eredmények közötti eltérések lehetséges okainak feltárása, melyek további épületekre vonatkozó energiafogyasztási szimulációk esetén is segítséget nyújthatnak.

Biológiai folyamatok modellezése vízellátó rendszerekben

A dolgozat tárgya ivóvízellátó hálózatok biológiai viselkedésének feltárása – a csővezetékrendszerben előforduló mikroorganizmusok (baktériumok, protozoák stb.) terjedésének szempontjából. A vízhálózat mikrobiológiájának és hidraulikájának modellezés célja e rendszerek gyenge pontjának (ahol nagyobb eséllyel szaporodnak fel az ember számára ártalmas mikroszervezetek) feltárása és továbbfejlesztési lehetőségeinek vizsgálata (pl. klórozás optimalizálása). Ivóvízhálózatokban a mikroorganizmusok a csővezeték belső felületén kialakuló ún. biofilmben helyezkednek el és komplex kapcsolatban vannak a víztestben jelenlévő tápanyagokkal és mikroorganizmusokkal. Bár a kapcsolódó szakirodalomban számos modell létezik biofilm viselkedés leírására, ezek általában lokális modellek és nincsenek integrálva nagyméretű csővezeték-hálózatok vizsgálatára alkalmas rendszerekbe.

A dolgozatban egy olyan biofilm modellt ismertetek, mely alkalmas mikroorganizmusok viselkedésének leírására nagyméretű hidraulikai rendszerekben. A modell a víztestben és a biofilmben található mikroorganizmus- és tápanyagkoncentrációra ad becslést konvektív-diffúzív időfüggő egyenleteken keresztül. A mikrobák növekedését leíró ún. Monod-kinetikai modell paramétereit egy ténylegesen elvégzett mikrobiológiai mérőssorozat eredményeire illeszttem, ezzel biztosítva a valóságot közelítő viselkedést a szimulációkban. A modell működését egy kisebb csővezetékrendszeren történő szimuláción keresztül mutatom be.

Mérés-alapú előtervezési irányelvek axiális ventilátor-lapátokról leúszó örvények figyelembe vételére

Axiális átömlésű légtechnikai ventilátorok lapátjait az ún. profil-örvényleválás akkor jellemzi, ha a lapát húr hosszával számolt Reynolds-szám mérsékelt. Irányadó a $Re_c < 150\,000$ tartomány. Ezen esetben a kezdetben lamináris szívott oldali határréteg leválik a belépőél környezetében, majd bekövetkezik a határréteg lamináris-turbulens átmenete, és visszafekvése a lapátprofil elülső részén. A lapátprofilról periodikusan örvények úsznak le. Az örvényleválás egyfelől jelentős zajforrása a kis Reynolds-számú légtechnikai axiálventilátoroknak. Másfelől a profil-örvényleválás egy periodikus, térben koherens nyomásingadozást hoz létre a lapátprofil felületének jelentős hányadán. Ez utóbbi egy olyan, a lapát húrjára közel merőleges ingadozó erőt eredményez, amely magában hordja a lapátrezgés kockázatát. A profil-örvényleváláshoz kapcsolódó szakirodalmak légtechnikai axiálventilátorokra nem jellemző szárnyprofilokat tárgyalnak. Így a jelen dolgozat egyik célkitűzése a szakirodalom kiegészítése olyan lapátprofilokkal, melyek a légtechnikai ventilátor-alkalmazásokat képviselik. Az általunk vizsgálatra kiválasztott, lapátprofilok: 8%-os relatív íveltségű lemezlapát; aszimmetrikus RAF-6E szárnyprofil.

Az említett lapátprofilok modelljein különféle Reynolds-számok és megfűvási szögek mellett szélcsatorna méréseket végeztem. A profilok mögötti áramlási teret egykomponensű hődrót segítségével térképeztem fel, állandó hőmérsékletű üzemmódban. A profil-örvényleválás detektálásának szakirodalomban ismertett módszerét kiterjesztettem, a következők szerint. Analitikus modellt dolgoztam ki a lapát-közeli nyomban mozgó örvények által keltett ingadozó sebesség RMS eloszlására vonatkozóan. Majd a kidolgozott analitikus modellt felhasználtam a profil-örvényleválás jellemző frekvenciájának, valamint a leúszó két örvénysor távolságának meghatározásához. E jellemzők révén kiterjesztettem a profil-örvényleválásra vonatkozó félempirikus szakirodalmi modellt.

E félempirikus modell alapján irányelveket származtattam, melyek felhasználhatók kis Reynolds-számú légtechnikai axiálventilátorok járókerék-lapátozásának előtervezésében. A bemutatott irányelvek célja kettős, a lapátozás jellemzőinek helyes megválasztása során. a) A profil-örvényleválás emberi hallás szempontjából káros akusztikai hatásának mérséklése. b) Annak elkerülése, hogy a lapátfelület jelentős részéről összefüggő örvények ússzanak le azonos frekvenciával, ami kedvezőtlen a lapát mechanikai gerjesztése szempontjából.

*Témavezető:
Dr. Dobó Zsolt
tudományos főmunkatárs, ME MAK*

Műanyag hulladék keverékek pirolízise folyékony üzemanyagok előállítása céljából

A hulladékgazdálkodás és környezetvédelem egyre fontosabb kérdéssé válik mind globálisan mind EU-s szinten, beleértve Magyarországot is napjainkban. A TDK dolgozat célja alternatív megoldást nyújtani mind az iparban, mind a háztartásokban széles körben előforduló műanyag hulladékok hasznosítására. Olyan PS, PP, LDPE és HDPE keverékeket állítottam elő, amely tükrözi Magyarországot, az Európai Unió és a világ műanyag felhasználását és ezzel egyidejűleg a műanyag hulladék összetételét is. A keverékek pirolízise (hőbontása), majd a kapott pirolízis folyadékok desztillációjával keletkező különböző forrásponttartománnyal bíró párlatok üzemanyagként való hasznosíthatósága került vizsgálatra. A kutatás során meghatározásra került a pirolízis során keletkező ún. pirolízisgáz összetétele, a benzinmotoros mérések során az egyes párlatok elégetésekor keletkező füstgázok összetétele, valamint a desztilláció során keletkező benzinszerű párlatok kémiai összetétele. A kapott párlatok továbbá összehasonlításra kerültek a forgalomban is kapható motorhajtó anyagokkal. Az elvégzett mérések alapján a műanyag hulladékokból történő üzemanyag gyártás ígéretesnek mondható, melyek alapján a technológia fejlesztése és a kisüzemi körülmények megteremtése is várható.

Organikus Rankine körfolyamat érzékenységvizsgálata

Napjainkban egyre kiemelkedőbb szerepet kap az energetikában a fenntarthatóság szempontja. Az alacsony hőmérsékletű hőforrások hasznosításán keresztül lehetőség van az energetikában és az iparban a hatékonyság növelésére. Az egyik legdinamikusabban fejlődő technológia, amely ezt a célt szolgálja az organikus Rankine ciklus. Kutatásom során az ORC érzékenységvizsgálatával foglalkoztam kifejezetten az alacsony hőmérséklettartományban (70-140°C). A Cycle-Tempo, FluidProp és Matlab szoftverek segítségével elvégzett vizsgálatok során a körfolyamat termikus és exergetikai hatásfokának változását vizsgáltam a körfolyamat berendezéseinek különböző paraméterei "ceteris paribus" elv szerinti változtatása mellett. A vizsgálatot különböző hőmérséklet-szintek mellett különböző munkaközegek esetén is elvégeztem vizsgálva azok termofizikai jellemzőinek hatását az érzékenységre. Az érzékenységvizsgálat eredményei rávilágítanak ezen rendszerek neuralgikus pontjaira és megfelelő háttérrel biztosítanak a megvalósuló projektek kapcsán meghozandó műszaki és gazdasági döntésekhez mind a beruházási, üzemeltetési (karbantartási) és fejlesztési stádiumban.

A vezérelt regeneratív hőcserélővel rendelkező ORC rendszerre elvégzett érzékenységvizsgálat eredményei alapján következtetésként levontam, hogy a munkaközeg érzékenysége telített gőz görbék jellegetől, kémiai csoportjától és a kritikus hőmérsékletüktől függ. A rendszer nagy érzékenységet mutat az expanzióvonalat befolyásoló paraméterek esetében, míg az egyéb paramétereknél minden esetben 5% alatt maradt a rendszer hatásfokának romlása. Összefüggéseket fedeztem fel továbbá a közegek fázisgörbéjének másodlagos karakterisztikus pontjai, a regeneratív hőcserélő üzeme és a nagy hatású paraméterek érzékenysége között.

A munkám során megvalósított keretrendszer alkalmas egyéb hőkörfolyamatok modelljével való kiegészítésre, így vizsgálható a többi alacsony hőmérsékletű hőforrásokat felhasználó villamosenergia termelési módszer érzékenysége vizsgálatára is. Céloom továbbá kutatásom kiterjesztése a paraméterek közötti keresztérzékenységek elemzésére is.

PINCZÉS ZSUZSANNA
zsuzsanna.pinczes@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gépészmérnöki Kar

TESKI TAMÁS FERENC
teski.tamas@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gépészmérnöki Kar

*Témavezető:
Dr. Poós Tibor
egyetemi docens, BME GPK*

Pirolízisolaj szakaszos, vákuum rektifikáló berendezésének beüzemelése és vizsgálata

Feladatunk során rektifikáló berendezés üzembehelyezésével foglalkoztunk, amelyet követően próbaméréseket végeztünk, majd pirolízisolajat desztilláltunk. Célunk a berendezés működőképessé tételével pirolízisolaj vákuum rektifikálása, hogy ez a nagy jelentőséggel bíró melléktermék is hasznosítható legyen. Kutatómunkánk témáját egy ipari probléma ihlette: évente olyan kis mennyiségű pirolízisolaj keletkezik az iparban, amely nem elegendő a folyamatos üzem gazdaságos működtetéséhez. Ennek okán a pirolízisolaj további szétválasztására nincsen egységesen elterjedt protokoll. Ahhoz, hogy ez megvalósítható legyen egy szakaszos üzemű berendezés szükséges, amelynek kísérleti jellegű, laboratóriumi méretű modelljével foglalkoztunk [1-2].

[1] Földes, F., Fonyó, Zs., Rektifikálás, Műszaki könyvkiadó, 1978.

[2] Ringer, M., Putsche, V., Scahill, J., Large-scale pyrolysis oil production: a technology assessment and economic analysis, United States, 2006.

Propilén-propán szplitterek hőszivattyús kialakításainak vizsgálata

A desztilláció a vegyipari elválasztó műveletek döntő többségét teszi ki (Sholl & Lively, 2016), bár jelentős energiaigénye van, és termodinamikai hatékonysága pedig igen alacsony. A világ energiafogyasztásának 10%-át, az USA-ban a vegyipar energiaigényének a 40%-át képviseli.

A vegyiparban egyre inkább előtérbe kerül a folyamatok hatékonyságának növelése, például olyan optimalizáció révén, mely során egy időben több szempontot is figyelembe vesznek. A hőszivattyús eljárások több fronton is eredményesnek bizonyulnak intenzifikálás szempontjából. A két leggyakrabban kutatott megoldás a pára-kompressziós (VRC) és a folyadék-expanziós (BF) hőszivattyú.

A vegyiparban az egyik legnagyobb energiaigényű folyamat a propilén-propán elegy elválasztása, ami rendkívül nagy (150-200) tányérszámú kolonnákban történik. A MOL százhalombattai telephelyén két propilén-propán szplitter található: az egyik a fluidkatalitikus krakkoló (FCC) üzemhez tartozik, a másik a koksizáló üzemrészben van. Mindkét kolonna VRC-t alkalmaz.

A vállalat kolonnáinak különböző szempontú vizsgálatát professzionális folyamatszimulátorban (ChemCad) végeztem el. A VRC és BF hőszivattyús megoldásokat hasonlítottam össze, figyelembe véve a munkaközeg mennyiségének optimális megválasztását. Számításaim során érzékenységvizsgálatokat végeztem, és a folyamatszimulátorba beépített optimalizáció funkciót használtam. A számítások egy részét Excelben végeztem. A célfüggvény a VRC esetében a kompresszor teljesítményének minimalizálása volt. A betáplálás optimális helyét is meghatároztam. A kompresszióviszony minimumát és a teljesítménytényező (COP) maximumát kerestem meg az egyes esetekre. Emellett figyelembe vettem a környezetre gyakorolt hatást (CO₂-emisszió), és gazdaságossági számításokat is végeztem.

A jelenleg üzemelő rendszerre fejlesztési javaslatokat tettem. Eredményeim révén bizonyítottam, hogy a hőszivattyús energiacsökkentési megoldásoknak van jövője környezetvédelmi és gazdasági szempontból is, a teljes éves költség és a CO₂-kibocsátás jelentősen csökkenthető.

Irodalom

Sholl, D. S., & Lively, R. P. (2016). Seven chemical separations to change the world. *Nature*, 532(7600), 435–437. <https://doi.org/10.1038/532435a>

GÉPGYÁRTÁSTUDOMÁNY ÉS TECHNOLÓGIA 1



**Műszaki Tudományi
Szekció**

Abrázív vízvágás numerikus modellezése

Napjainkban az új technológiák mellett, számos már viszonylag régebbi eljárás állandó fejlesztése zajlik, a jobb használhatóság és a költségek alacsonyan tartása miatt. Az egyik példa az abrázív vízvágás. A technológia viszonylag fiatal, de a fejlesztések miatt az eddig megszokott gépek mellett, az abrázív vágóberendezések is megjelentek. Az ilyen gépek egyre szélesebb skálát fednek le a megmunkálható anyagok, valamint a gyártható termékek között. A technológia anyag leválasztó eljárásnak felel meg, azon belül a forgácsolás csoportjába sorolhatjuk, mert a vágási út mentén a sugár a munkadarabot „elkoptatja”. A vágáskor egy kis átmérőjű, nagy nyomású sugár halad nagy sebességgel a felület felé majd, amikor találkozik azzal, a sugár elkoptatja az anyagot. A használt sugár egy vagy több komponensű lehet, egy komponens esetén vizet használunk, de gyakran a víz mellett valamilyen abrázív (koptató) hatású szemcsés anyagot keverünk a vízhez a jobb hatásfok érdekében. A módszernek számos előnye van. A megmunkálás során nem keletkeznek káros anyagok, hiszen sem a víz, sem az abrázív anyag nem ártalmas környezetünkre, anyagok széles skálája megmunkálható, állandó hőmérséklet miatt nem keletkeznek anyagszerkezeti változások, valamint az eljárás termelékeny. Természetesen ennek vannak hátrányai is. A szerszám nem egy „fix” szerszám, nem határozható meg egyértelműen a geometriája, a vezérlésnek ezt folyamatosan korrigálnia kell, az eljárás során a nagy nyomást előállító eszközök jelentős igénybevételnek és kopásnak vannak kitéve. Azonban a fő hátrány, a pontosság és a felületi minőséget befolyásoló hibák, a vágórés alakja és az elhajlás jelensége teljesen nem szüntethető meg. A különböző technológiai próbák során levonhatunk gyakorlati következtetéseket, hogy mikor milyen beállításokkal érdemes használni a gépet, azonban ez hosszas idő, valamint költséges, mert az egyes beállítások teszteléséhez a gépet kell használnunk és próbadarabokat kell gyártanunk, ami szintén költséges. Célszerűbb modellezni a vágási folyamatot. A valósághoz hasonlóan viselkedő modellel a technológiai paraméterek munkaminősége gyakorolt hatásának vizsgálata általában gyors és olcsó. Kellő számú szimuláció után a valóságban is elvégezve a vágást hasonló eredményeket kapunk, akkor a szimulációkból levonható következtetéseket akár a gyakorlatban is alkalmazhatjuk. Ennek megfelelően munkám célja egy olyan numerikus modell kidolgozása, amellyel az abrázív vágás elfogadható pontossággal modellezhető.

Alkatrész gyártási idejének becslése neurális háló segítségével

Az ipar 4.0 világában egyre nagyobb szükség van tanuló algoritmusok alkalmazására. Többfajta tanuló algoritmust ismerünk, egy közülük a neurális hálók módszere. A neurális hálók jól modellezik az agyunk működését. Az iparban rengeteg területen használják őket, pl. optimalizálásra, approximáló módszerként (rendszerként) stb.

A TDK dolgozatomban célja, hogy létrehozzak egy modellt, amely E-400-as esztergagép által legyártott alkatrészek geometriai adataiból meg tudja becsülni a gyártási időt. A programhoz neurális hálózatot használtam, amelynek a bemenő adatai a megmunkálások száma az alkatrészen, az alkatrészek hossza, átmérője és anyagminősége. Kimenő adat a becsült idő. A hálók felépítéséről is lesz szó, hogy milyen rétegekből áll és melyik rétegnek mi a pontos feladata. Az összetett neuronhálót, amit már nem egy neuron alkot, perceptronnak nevezzük. A perceptron történelméről, függvényeiről, fajtáiról, működéséről is beszélek. Elmagyarázom, hogy tanul a hálónk, milyen típusai vannak a hálók tanulásának. Részletesebben mesélek az ellenőrzött tanulásról, mert munkám során ezt a típust használtam fel, mert adottak voltak a kimenő adataim. A hálók bemutatása után elmondom, hogy dolgoztam fel az adatokat, mely adatokra volt szükségem, miért volt rá szükségem. Beszélek a költség és időbecslésről, miért fontosak a gyártásban, milyen típusú költségbecsléseket ismerünk. A saját hálóm felépítését és működését is bemutatom, majd a program lefutása után lévő értékekből keletkezett diagramokat is ábrázolom.

Aszinkron motorok diagnosztikai módszerei

A dolgozat célterülete a villamos forgógépeket vizsgáló diagnosztikai lehetőségek és módszerek bemutatása. A terület nagyon szerteágazó mivolta miatt ebben a munkában a dolgozat elsősorban a csapágymeghibásodás és tengelybeállítási hibákra koncentrálódik. A diagnosztikai módszerek két irányt vesznek alapul, az egyik a rezgésmérés és az áram jelalak-analízis.

Az eddigi vizsgálatokhoz képest szeretné figyelembe venni a villamos gép okozta rezgéseket, többlet csapágyterheléseket is. Ezeket a „saját hibákat” maga a tekercselés, valamint a gyártástechnológiai hibák, pontatlanságok okozzák.

Miért az aszinkron motorokkal foglalkozik a dolgozat?

Egyrészt az aszinkron motor a legelterjedtebb és éves szinten legnagyobb darabszámban gyártott és alkalmazott motortípus.

A felhasználási kör széles, a háztartások és az ipar egyaránt nagy fogyasztóként alkalmazza. Meg kell jegyezni, hogy a jelenlegi, talán legnagyobb elektromos autógyártó, a Tesla cég autójában ezt a motortípust is alkalmazzák hajtómotorként.

Másrészt a villamos forgógépek között ez a géptípus rendelkezik a legkisebb légréssel, így nagyon kis értékű gyártástechnológiai fegyelmetlenség okozhat 10%-nál nagyobb légrés aszimmetriát, amelynek már komoly következményei vannak a működésnél. Zaj- és rezgésnövekedés következik be, és a kialakuló nagy értékű radiális húzóerő egyúttal a csapágyak megnövekedett igénybevételét is okozzák.

A dolgozat két diagnosztikai területet egyszerre használja a villamos forgógépek állapotfelügyeleti vizsgálatainál.

Evolvens csiga gyártási pontosságának vizsgálata kinematikai modell segítségével

A dolgozat az evolvens csiga gyártása során keletkező hibák elméleti modelljét fogalmazza meg, valamint ezen hibák nagyságát és hatását mutatja be.

Az első rész az evolvens csiga generáló evolvensseinek és fogfelületeinek a felírását tartalmazza, figyelembe véve azt, hogy az evolvensnek az alapkörtől sokkal távolabb eső részeit használjuk, mint közönséges hengeres kerek esetében.

A dolgozat második részében a valós, gyártási hibával terhelt fogfelületet hasonlítjuk össze az elméleti fogfelülettel. Ennek jelentősége abban áll, hogy az egyes hibaforrások hatását hierarchizálja, ezáltal nevesítve a gyártás beállításának pontossági követelményeit.

Végző következtetésünk abban áll, hogy a valós felületek mindig különböznek az elméleti felülettől, de a legkisebb hatása a kés emelésének, míg legnagyobb hatása a szerszámprofilnak van.

Fúrás optimalizálás a "myNCT" fejlesztésével

Felmérések alapján az iparban a forgácsolási műveletek jelentős hányada fűrés. Mivel ezen megmunkálások során a forgácstér félig zárt, így jellemző probléma a forgácsalaktól függően annak eltávolítása. Ez kiemelten jelentkezik, ha nem fektetünk megfelelő hangsúlyt az optimális technológiai paraméterek megválasztására, melyek a forgácsalak mellett jelentősen befolyásolják a szerszám élettartamát és a furat alakpontosságát is. A CNC technológiával történő gyártás előnye az egyetemes gépekhez viszonyítva, hogy az alkatrészek komplexebb geometriával rendelkezhetnek, a gyártható sorozatnagyság számottevően nagyobb és az ismétlési pontosságuk is jobb. Hátrányuk viszont, hogy programozásuk és ezen keresztül a velük történő gyártás képzettebb munkaerőt igényel. Napjainkban a szakemberhiány miatt szükség van olyan felületek létrehozására, amelyek segítségével a kevésbé képzett munkaerő is bevonható az ipar ezen területeire. Kutatásunk célja egy olyan grafikus felület fejlesztése volt, amelyben a felhasználók dialógusban segítve hoznak létre optimalizált fűrés ciklusokat. A feladat megoldására az NCT vezérlőkben megtalálható „myNCT” szolgáltatást fejlesztettük tovább paraméteres programozást felhasználva.

A tanszéken több korábbi kutatás született a technológiai adatok és a furatok alakpontossága közötti összefüggések vizsgálatáról. A korábbi eredményekre alapozva az általunk írt parametrizált program segítségével a felhasználó csupán egy ábrát látva, azon a katalógus ajánlásokból technológiai adatokat megadva programot generálhat. Az optimalizált fűrés ciklusunk továbbá növeli a szerszám élettartamot csökkenti a belépéskor keletkező alakhibát és csökkenti az átmenő furatok esetében jelentkező kilépési nyomatókat. Mindezt egy olyan felhasználó hozhatja létre, aki a paraméteres programozás szabályait nem feltétlenül ismeri és a technológiai adatok megadásakor a katalógusok ajánlásaira támaszkodik.

Az általunk alkotott egyedi fűrés ciklus segítségével kevésbé képzett munkaerő is bevonható a programozásba: önálló technológiai adatok megadása és a hosszú címláncok ismerete nélkül generálhatnak optimalizált fűrés ciklust. A programunk alkalmazhatóságát átfogó kísérlettervvel bizonyítottuk, amely eredményeképp további technológiai ajánlások születtek.

Pozitív eredmények birtokában az alkalmazott technológia és az optimalizált fűrés ciklus viszonyát a jövőben további kísérletekkel kívánjuk vizsgálni.

Hajtott szerszámtartó tervezése

Dolgozat részletezése

1. Gép kiinduló adatainak elemzése

A gép kinematikai viszonyait vizsgálom, ezek a méretezés alapjai (a hajtómotor fordulatszám-nyomaték jelleggörbáját elemzem). A 90°-os kihajtás megfelelő hajtóelemeit az egyszerűség és gazdasági megfontolások alapján választom ki.

2. Főbb szerkezeti elemek igénybevételeinek számítása

A főbb gépelemekre ható igénybevételeket számítom, a biztonsági tényezőket meghatározom, valamint a választott anyagokra értendő határállapotokkal összehasonlítom. Az alkalmazott szerszámok megmunkálás során ébredő forgácsolóerőit számolom.

3. Konstrukciós fejlesztési irányok

A piacon elérhető konstrukciók tovább gondolása. A hajtott tengely csapágyazásának változtatása a dolgozó és nem dolgozó oldalakon a hely szűkösségének figyelembe vételével. A szerszámtartó külső és belső hűtésének lehetőségei.

BEKŐ BÁLINT
bekob.main@gmail.com

Óbudai Egyetem
Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki
Kar

Témavezetők:
Dr. Gáti József
címzetes egyetemi docens, OE BGK
Dr. Némethy Krisztina
tudományszervező, ügyvivő szakértő, ID Energias, HR vezető

Hegesztő robotok telepítésének biztonsági kérdései

Dolgozatom az első robot használatától kezdődően bemutatja az elterjedésük statisztikáját világviszonylatban. Az egyes ipari forradalmak kiemelten fontosak e téren is, hiszen az alkalmazás lehetőségei folyamatosan fejlődnek. Összegzésre kerülnek a használat munka-, tűzvédelmi követelményei, telepítési, valamint alkalmazási szabályai. Ezen elvárások ismertetése az Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar CLOOS laboratóriumának esetében is megvalósul, melyeket a veszélyek több szempontból való vizsgálatával tudtam összesíteni. Volt szerencsém testközelből részt venni a telepítésben, a részletek pontos kidolgozásában. További célom egy üzemelési szabályzat kidolgozása, ami a továbbiakban elősegítheti a balesetmentes munkavégzést.

Homlokmarási technológia hőkamerás elemzése a fordulatszám változtatásával

A dolgozatom célkitűzése a homlokmarási technológia során a forgácsleválasztáskor képződő hőmérsékleti zóna vizsgálata egy modern hőkamerával.

Azt szeretnénk bizonyítani a hőkamera segítségével, hogy a közvetlen forgácsleválasztási zónát vizsgálva a magasabb fordulatszám értékhez magasabb felületi, maximális hőmérsékleti érték tartozik. Az alapkoncepciónk az volt, hogy a fordulatszámokon kívül minden más technológiai paraméter állandósága mellett készítjük el a felvételeket.

A felvételeket a Debreceni Egyetem Műszaki Karának forgácsoló laborjában vettük fel. Minden felvétel felülethűtési technológia nélkül lett rögzítve.

A hőkamerás mérések elkészítését egy tervezési munkafázis előzte meg, amely során elő kellett készíteni minden paramétert és szükséges eszközt. A maró lapkákat gyártó cég által ajánlott forgácsolási értékek alapján állítottuk fel azt a fordulatszám sort, amelyet a felvételek elkészítése során követtünk. A hőkamerás felvételeket egy speciális kiértékelő szoftver segítségével elemeztük ki.

Végeredményben megállapítottuk, hogy a fordulatszám növelésével, a magasabb paraméterhez magasabb felületi átlaghőmérséklet tartozik.

GÉPGYÁRTÁSTUDOMÁNY ÉS TECHNOLÓGIA 2



**Műszaki Tudományi
Szekció**

A Creality Ender-5 3D nyomtató szerkezeti hibái, és ezek korrigálása

A 3D nyomtatás, mint gyártástechnológia, az elmúlt tíz évben hatalmas fejlődésen ment keresztül. Napjainkra már nem csupán egy drága, az ipar számára elérhető technológiát jelent, hanem megjelentek az olcsó, széles felhasználói réteg számára hozzáférhető, hobbikategóriás nyomtatók is. Ezek általában kínai gyártók termékei, és sokszor egyszerre jellemzi őket a megbízhatóság és a komoly hiányosságok.

A hobbinymtatókkal kapcsolatos kétéves tapasztalatomat 2020. nyarán tovább bővíthettem, amikor gyakornoki pozíciót kaptam a budapesti 3Dee Technologies Hungary Kft.-nél. Az itt eltöltött két hónap alatt fogalmazódott meg bennem az az igény, hogy a saját nyomtatómból is megpróbáljam a lehető legtöbbet kihozni.

Szerencsére az Ender-5 3D nyomtató kiváló alapot biztosít ehhez a projekthez, nagyfokú kompatibilitás és strapabíró, merev vázszerkezet jellemző rá. Ennek ellenére, mint minden hobbicélra készült gépnek, ennek a szerkezetnek is megvannak a maga apró, ám annál bosszantóbb hiányosságai.

A TDK dolgozatomban a szálhúzásos technológiával működő 3D nyomtatók általános bemutatása után alaposabban is elemzem a konkrét nyomtató szerkezeti kialakítását, a legfontosabb hiányosságokat, és egy lehetséges megoldást mutatok be, amellyel jelentősen növelhető a nyomtató megbízhatósága, nyomtatási sebessége, illetve a nyomtatás minősége. A dolgozatban összegzett tapasztalatok természetesen nem csak erre a konkrét típusra, hanem általánosságban bármely 3D nyomtatóra érvényesek lehetnek.

Axiális csapágy szerelésének optimalizálása turbófeltöltő összeszerelő soron

Az automatizálás az ipar minden ágazatát elérte. Az egyre komplexebb feladatok egyre összetettebb berendezéseket igényelnek. Gyárainkban megjelentek az ipari rendeltetésű robotok, valamint számos gyártósor képes humán beavatkozások nélkül is ellátni feladatát. Mindezek célja a termelékenység növelése, ciklusidők csökkentése és az emberi figyelmetlenségből bekövetkező hibák kiküszöbölése, amely selejtgártáshoz vezethet. Az automatizálásnak így számos előnye van, de vajon érdemben alkalmazható-e egy olyan önműködő sor, melyen ciklikusan megjelennek bizonyos hibák? Megengedhető-e egy automata soron, ha csak egy gépegység is, az optimálistól eltérően üzemel? Munkámat egy automatizált, turbófeltöltő összeszerelő soron jelentkező hiba megoldása motiválta. Dolgozatomban bemutatom a konkrét gépegyéget, részletezem a hibát és annak okát. Megoldást keresek a hibára, annak észlelésére és elhárítására. Megvizsgálom, milyen eszközök szükségesek a megoldás kivitelezéséhez. Végezetül az optimalizálást gazdasági szempontok alapján is vizsgálom.

Fröccsöntő gyártócella ciklusidejének csökkentése

Napjaink egyik legtermelékenyebb polimer gyártástechnológiája a fröccsöntés, amelynek segítségével nagy komplexitású, tetszőleges alakú 3D termékeket gyárthatunk nagy méretpontossággal. A fröccsöntés kiválóan automatizálható, robotizálható, valamint szinte hulladékmentes gyártást lehet vele elérni, ami a fenntartható fejlődés egyik alappillére [1]. A fröccsöntés kiemelkedő szerepet kap az autóiparban, ahol az egyre összetettebb elektronikai rendszerek gyártásához egyre több magas minőségű csatlakozóra van szükség. A növekvő piaci igények kielégítéséhez szükséges kapacitásnövelés általános esetben további gépvásárlást, új gyártószerszámok készítését vonja magával, amely jelentős anyagi és környezetterheléssel jár. Mivel a ciklusidő a gyártási folyamat termelékenységének a mérőszáma, ezért csökkentése kulcsfontosságú a költséghatékony és környezetbarát gyártókapacitás-növelésben.

Autóipari csatlakozók esetén alapvető elvárás a termékek méretpontossága a bepattanó kötések megbízhatósága érdekében. E szempont biztosításának céljából kollégáim egy olyan másodlagos záró mechanizmust fejlesztettek, amely a gépkocsikban fellépő rezgések ellenére megakadályozza a kötés véletlenszerű oldódását, ezzel is növelve az üzembiztosságot. A ciklusidő csökkentésekor figyelembe kell venni, hogy az egyes lépések szoros kölcsönhatásban működnek egymással. Legalább olyan fontos a termék eltávolítása, mint maga a plasztikált alapanyag szerszámba juttatása. Utóbbit tekintve napjainkban forrócsatornás rendszerek alkalmazásával segítik a folyamat hatékonyabbá tételét mind technikailag mind pedig gazdaságilag.

A forrócsatornás rendszerek alapvető jellemzője, hogy segítségükkel megvalósítható a csatornamaradék nélküli gyártás, ezzel csökkentve az adagsúlyt, a ciklusidőt, valamint a folyamat során képződött hulladékot [2].

Dolgozatomban megvizsgáltam, hogy a fröccsöntött másodlagos záró mechanizmus gyártási folyamatainak részleges fejlesztésével kiváltható-e egy teljes értékű, új gyártócella beszerezése. Megvizsgáltam a gyártási folyamat lépéseit, a használt berendezések alkalmasságát, különös tekintettel a fröccsöntőgépre, és a segédberendezésekre. A ciklusidő további csökkentése érdekében az alkalmazott fröccsöntő szerszámot továbbfejlesztettem és javaslatot tettem az egyes gyártóegységek átalakítására, kiváltására.

Irodalom:

[1] Czvikovszky T., Nagy P., Gaál J.: Polimertechnika alapjai 2013

[2] Unger P.: Hot Runner Technology, Hanser Publishers 2006

Gyártásfejlesztés a 8D és FMEA összekapcsolásával

A dolgozatom témaválasztásának gyökere a termelő vállalatok által használt minőségbiztosításban rejlik. Ismertetem a minőség történetét, a szabványok kialakulását, majd átfogóan a 8D és az FMEA módszereket. A címben említett két minőségbiztosítási technika összekapcsolása szokatlan vállalkozásnak tűnhet. Céлом ennek vizsgálata, mely segítséget nyújthat a vállalatoknak a hatékonyság javítására. Az FMEA és a 8D módszer összekapcsolásával az FMEA-ra építve csökkenteni lehet a 8D-k számát, ezzel időt és erőforrásokat lehet megtakarítani.

Primer kutatásom alapja két gyártósor, melyeken két ütemben méréseket végzek. Bemutatom a gyártás lépéseit és lényegét. A folyamatot vizsgálva feltárom a nem értékteremtő részeket, és az FMEA módszerrel megvizsgálom a hibákat, melyeket megreklamáltak a vevők. Ezek után módosítom a gyártást, oly módon, hogy az FMEA-ban és a gyártáselemzésben kijött eredményeket implementálom a gyártási folyamatokba. Költségkalkuláció segítségével munkaállomásokra bontva bemutatom a tevékenységek pénzügyi vonzatát is. Az elemzések eredményei által költséghatékonyabbá tehető a tevékenység, és ami dolgozatom nézőpontja szerint relevánsabb, elégedettebb vevőkkel és magasabb minőségi szinttel kívánom megújítani a vizsgált gyártási folyamatot. A hibák kiküszöbölésével megoldást nyújthatunk a reklamációk megelőzésére, és további fejlődést alapozhatunk meg a gyártásban.

Inverz posztprocesszor fejlesztése, programozása és validálása 2D-s esztergálási és 2,5D-s marási környezetben

Az elmúlt évtizedekben az alkatrészek CNC gépeken történő gyártása rohamosan fejlődött. Egyre jobb és jobb, újabb és újabb szerszámgépekkel történik a gyártás, míg a régebbi gépek folyamatosan kopnak ki a korszerű üzemekből és a tömeggyártásból. Ezzel párhuzamosan folyamatosan fejlődnek a gyártásprogramozást segítő CAD/CAM rendszerek is, amelyeknek az NC gépek programnyelveinek különbözősége miatt egymástól sokszor merőben eltérő posztprocesszorra (utófeldolgozó egység) van szükségük ahhoz, hogy az adott CNC környezetben hiba nélkül lefuttatható NC programot hozzanak létre.

Ipari környezetben gyakran előforduló nehézséget jelent egy régen, vagy más programozó(rendszer) által írt NC program átírása/illesztése valamely más vezérlésre. Ezen fordítási/illesztési feladatot jelenleg semmilyen kereskedelembe kapható szoftver nem támogatja, így a feladat idő és költségvonzata (a program bonyolultságától és a munkaerő szakképesítésétől függően) jelentős lehet.

A kutatásom fő célja egy inverz posztprocesszor kifejlesztése és tesztelése volt, mely algoritmus egy meglévő NC programot szabványos nyelvre (CLDATA) fordít, hogy később, egy már meglévő posztprocesszorral egy kiválasztott másik vezérlő nyelvére illeszthessük.

A kutatási munkám a CAD/CAM/CNC rendszerek, CLDATA programnyelv és a posztprocesszorok alapos áttanulmányozásával kezdtem. Az inverz módon működő posztprocesszor létrehozásához szükségem volt egy olyan posztprocesszorra, amely számomra elérhető módon tudott CLDATA fájllokból NC programot generálni. Ezt a ZW3D CAM szoftver segítségével tudtam megvalósítani.

Ennek alapján létrehozhattam azt az algoritmust, mellyel különböző megmunkáló programokból újra létrehozhatók a szabványos CLDATA adatok. Az általam fejlesztett algoritmus alapján C# környezetben felhasználóbarát programot hoztam létre, melyet 2D-esztergálási és 2,5D-s marási mintapéldákkal teszteltem. A kutatómunkám összegzéseként összehasonlítottam az inverz posztprocesszor működésének legitimitását más, hasonló funkciót betöltő lehetőségekkel (pl.: STEP NC).

A jövőben az algoritmust olyan keretrendszerbe szeretném illeszteni, melyben az újonnan megjelenő vezérlőtípusok specifikációi időhatékonyan és felhasználóbarátan hozzáadhatók lennének.

Lokális hálófinomítási eljárás fejlesztése fröccsöntési szimulációs alkalmazásokhoz

Dolgozatom során lokális hálófinomító algoritmus fejlesztésével foglalkoztam. Az algoritmust Matlab-ban írtam és a Moldflow fröccsöntési szimulációs szoftver nyírás okozta kitöltési egyenlőtlenségeinek előrejelzésében kíván segíteni.

A hálófinomító algoritmus lényege, hogy a már létező szimulációs adatok segítségével egy percentilis érték alapján hálósűrítést végez a releváns területeken a tetraéderes elemek súlypontjába helyezett új csomópontok segítségével. Az így kapott csomópontfelhőből lehetséges az új háló felépítése. Eddig hőmérsékletgradiens, nyírás és sebességgradiens értékeket vizsgáltam. Ezekből az előző kettő kielégítően teljesített, a sebességgradiens azonban nem a kívánt finomítást eredményezte.

Az új háló felépítését eddig Delaunay-féle háromszögeléssel végeztem, amely kielégíti a szimulációs szoftver igényeit a körüljárási irány tekintetében, azonban konkáv testek esetén nem alkalmazható. Emiatt egy új módszerre váltottam, amely a Moldflow konkrét igényeit ismerve építi fel az új Connectivity List-et a csomópontfelhőből. A módszer sikeresnek bizonyult és ennek köszönhetően konkáv testek szimulációs kísérleteire is lehetőségem nyílt.

A sebességgradiens ötletét elvettem és a sebességvektorok egy újfajta alkalmazását mutattam be a háló finomítására. Mivel a nyírás által okozott kitöltési egyenlőtlenségek a szerszámokon belüli elágazásokhoz köthetők, feltételeztem, hogy a sebességvektorok nagyobb irányváltoztatásának alapul vétele egy jó stratégia lehet. Ezért az elemeken belül vizsgáltam a csomópontokhoz tartozó sebességvektorok által bezárt szögek nagyságát az utolsó időpillanatban, kétféle próbatesten. Ezután az új hálókkal szimulációkat futtattam és bemutattam a nyírási eredményeket. A módszer kellőképpen sikeresnek bizonyult, hiszen elsősorban az elágazásokban, kanyarokban végez lokális hálófinomítást.

Szerszámgéprezgések csillapítása passzív piezoelektromos rendszerrel

Szerszámgépek működése során komoly rezgéstani problémákat és a felület minőségének romlását okozhatják az úgynevezett regeneratív rezgések. Különböző módszerek léteznek ennek a jelenségnek az elkerülésére, illetve a szerkezeti rezgések csillapítására a szerszámgépek esetében. Ezek közül – az utóbbi időben – egyre nagyobb mértékben kutatott és igen ígéretes területe a piezoelektromos rezgéscsillapítás. Két nagy csoportba sorolhatók ezek a piezoelektromos kristályok tulajdonságait kihasználó rezgéscsillapító rendszerek. Az egyik oldalon az aktív csillapítási rendszerek szabályozással érik el a megfelelő hatást, amely hatékony és rugalmas, de ugyanakkor kifejezetten bonyolult is lehet. Ezzel szemben a másik megközelítés egy passzív, külső beavatkozás szükségét mellőző rendszer kialakítása, amely sokkal kompaktabb és nem igényel szenzoros megfigyelést. Azonban egyes feltételeknek teljesülniük kell ebben az esetben és megvannak a módszer határai, melyek bemutatásra kerülnek. A dolgozatban ezekről a passzív piezoelektromos csillapítási rendszerekről lesz szó. Amely során bemutatásra kerülnek a piezoelektromos anyagok tulajdonságai és az elektromechanikai modell levezetéséhez szükséges, két rendszer közötti analógiák. Annak érdekében, hogy az iparban is széles körben használható legyen a módszer, az úgynevezett receptance coupling alkalmazható mérhető szerszámdinamika esetében. A dolgozat bemutatja, hogy a felépített modellek a jól ismert Den Hartogh módszer alkalmazásával optimalizálhatók, a megfelelő elektronikai paraméterek meghatározásának köszönhetően.

Referencia:

1. Tobias, S.A. "Machine Tool Vibration", Blackie, London (1965)
2. J. Munoa, X. Beudaert, Z. Dombovari, Y. Altintas, E. Budak, C. Brecher, G. Stepan, "Chatter suppression techniques in metal cutting." CRIP Annals, 65, (2016): 785-808
3. J. P. Den Hartog, "Mechanical Vibrations", Dover Publication Inc., New York, (1985): 87-102
4. Csernák G., Stépán G., "A műszaki rezgésstan alapjai", Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Műszaki Mechanikai Tanszék, (2012): 91-92

GÉPI TANULÁS ÉS KÉPFELDOLGOZÁS



**Műszaki Tudományi
Szekció**

An End-to-End Deep Learning Model for Copy-Move Forgery Detection and Localization

A novel end-to-end deep learning model proposed in this paper for copy-move forgery detection and localization. The features are extracted from two different branches in which every branch has different architecture and different filters size to ensure extracting different features. Fully connected architecture block is used between two convolutional architectures to take advantages from these two architectures. The output of the model is a binary mask which detects both source and target of the copy-move forgery. The model is tested on two standard datasets: CASIA CMFD and CoMoFoD. The model is compared with three traditional methods. The results show that the proposed model has better accuracy than the traditional methods.

Arcfelismerő rendszer kliens-szerver architektúra alapon

Jelen írás témája egy olyan szoftverrendszer implementálása, mely alkalmas arcuk alapján különböző személyek identitásának felismerésére. A rendszer részét képezi egy mobil kliens alkalmazás, melyen az arcképek készülnek és előfeldolgozásra kerülnek, illetve egy webszerver alkalmazás, mely képes fogadni és kiértékelni a kapott adatokat. Támaszkodva a mobilvilágban jelentkező folyamatos teljesítménynövekedésre, a rendszer mobil része lesz felelős az arcképből történő adatok kinyeréséért és egységesítéséért, a szerver pedig ezután elvégzi az adatok összevetését az eltárolt adatokkal. Jóllehet, a hasonló fejlesztésű rendszerek terén jelenleg leginkább az úgynevezett vékony kliens kialakítás terjedt el, melynek lényege, hogy minimalizálja a kliensre terhelendő számítókapacitást, jelen műben egy vastagkliensű rendszer kialakítását tűzöm ki célul megvizsgálva egy ilyen kialakítás lehetséges előnyeit.

Deep Learning alapú P300 jelfeldolgozás beágyazott környezetben

A különböző agy-számítógép interfész (BCI) eszközök fejlesztése és alkalmazása egyre nagyobb teret hódít magának. Ezen rendszerek nem csak kényelmi funkciókat képesek szolgálni, hanem ami még fontosabb, kommunikációjukban és/vagy mozgásukban korlátozott emberek életminőségének javítását teszik lehetővé. A BCI eszközök direkt kapcsolatot létesítenek a felhasználójuk és a jelfeldolgozó számítógép között, amelyhez agyi jeleket használnak fel. Az agyi jelek rögzítésére a ma ismert legkevésbé komplex és legolcsóbb eljárás az elektroencefalográfia (EEG). Az EEG jelek feldolgozása sok kihívást rejt magában, főképp a jel rendkívül alacsony jel-zaj viszonya miatt. Az EEG jelek komponensei közé tartoznak a P300 jelek, amelyeket külső inger válthat ki. A P300 jelek napjainkban a legalkalmasabb jelek közé tartoznak a BCI rendszerek fejlesztésének tekintetében.

Dolgozatunk során egy olyan BCI rendszert mutatunk be, amelyet magunk hoztunk létre, és amely képes EEG jelek feldolgozására, dekódolására. Az eszköz használata során a felhasználó az eszköz segítségével képes lesz egy adott szó lebetűzésére, tisztán egy képernyőn látott 6x6-os betű- és számmátrix (ú.n. P300 betűző) használatával. Jelrögzítésre egy saját fejlesztésű EEG eszközt használunk, míg a nyert adat feldolgozására egy korszerű hardvert, az NVIDIA Jetson Nano Developer Kit-et. A Jetson Nano rendszerünk magját adja, amely felhasználói felületet kezel, jelfeldolgozást végez, mi több, egy modern mély neurális háló architektúrát futtat. Az agyi jelek dekódolására az EEGNet 2-dimenziós konvolúciós neurális háló modellt alkamazzuk, amely nagy pontosságú P300 detekcióra képes. A modell teljesítőképességét és adaptálhatóságát különböző eljárások segítségével növeljük.

Eredményeinket előre feldolgozott, nem nyers EEG jeleket tartalmazó adathalmazokon nyert eredményekhez mérve validáljuk. A dolgozat során bemutatjuk, hogy milyen lehetőségeket és kihívásokat rejt magában egy state-of-the-art BCI eszköz fejlesztése.

Kézgeometria és tenyérfelismerés alapú biztonsági beléptetőrendszer

Napjainkban egyre elterjedtebbek a biometrikus személyazonosító berendezések (tenyérszkenner, retinaszkenner, ujjlenyomat olvasó). A dolgozatom célja megismerni és implementálni különböző algoritmusokat a tenyér és a kéz geometriai jellemzőinek kinyerésére, majd egy biztonsági beléptetőrendszer infrastruktúrát megépíteni, ahol az implementált algoritmusok segítségével történik a személyazonosítás. Higiéniai és költségvetési szempontokat figyelembe véve indokolt egy olyan rendszer építése, amely nagyfelbontású kamera képét veszi alapul. A dolgozatom keretén belül bemutatok olyan alacsony költségvetésű hardverberendezést és képfeldolgozó algoritmusok sorozatát, illetve, egy teljes infrastruktúrát, mely ezeket a szempontokat kielégíti. A megvalósított rendszer szerver oldalon végzi az azonosításhoz szükséges műveleteket. Az infrastruktúrához tartozik egy beléptető kapu szoftver, mely a beágyazott rendszeren fut és a rögzített képet továbbítja elemzésre a szervernek.

Egy olyan saját fejlesztésű képfeldolgozó modul került implementálásra, amely képes egy kézről készült bemeneti kép alapján olyan egyedi kézgeometriai és tenyérjellemzőket kigyűjteni, melyek segítségével azonosítható egy személy. A kéz jellemző pontjait a rendszer geometriai összefüggések használatával nyeri ki, míg a tenyérjellemzőket ablak-alapú és morfológiai műveletekkel nyeri ki. A tenyérjellemzők összehasonlítása mintaillesztés, távolságtranszformáció és egyéb műveletek segítségével történik.

Az emberek tenyerének közepén számos vonalat találhatunk, melyeknek már az ókori görögök is különböző jelentéseket tulajdonítottak. Több rendszer építkezik kizárólag ezeknek a vonalaknak a detektálására, ám esetleges fizikai sérülések következtében felismerhetetlenné válhatnak ezek a vonalak. Az általam tervezett rendszer a kézgeometriai jellemzőit is figyelembe veszi (ujjak hossza, ujjak és kéz aránya, stb.)

Különböző gépi tanulási algoritmusok optimalizálása és összehasonlítása napelemparkok statisztikai alapú termelés előrejelzésére

A fotovoltaikus (PV) energiatermelés világszerte intenzíven fejlődik, egyre nagyobb részesedést vállal a villamosenergia termelésből. A klímavédelmi célok megvalósításában a hazai Nemzeti Energiastratégiában is jelentős és egyre erősebb szereppel bír, így igen aktuális, erősen kutatott téma az időjárásfüggő termelésingadozások becslése, kiegyensúlyozása az ellátásbiztonság veszélyeztetése nélkül.

A kutatásom során a termelés előrejelzési módszerek közül a statisztikai alapú, gépi tanulási algoritmusokat vizsgáltam, illetve egy saját eljárást készítettem, amelyek negyedórás sugárzás, hőmérséklet, szélsébség adatok alapján adnak becslést egy napelempark day-ahead és intraday termelésére. Matlab-ban készítettem saját eljárást, amely hasonló pontokat keres adatsor azonos naptári időszakában, és eze-ket átlagolva ad becslést, valamint a Python scikit learn könyvtárának beépített algoritmusait (LR, DTR, SVM, k-NN, ABR, GBR, MLP) optimalizáltam, illetve ezekből a módszerekből további vegyes eljárásokat készítettem. Ezek eredményeit vizsgáltam, továbbá bevezettem olyan mérőszámokat, amelyek segítségével tiszta és felhős napokra bontva külön betanított algoritmussal lehet jósolni.

A kiértékelés fő problémája az, hogy nem létezik olyan széles körben elfogadott verifikációs rendszer, amely lehetővé tenné különböző típusú, elhelyezkedésű és méretű napelemparkok más-más szolgáltatótól szerzett előrejelzések alapján történő menetredezésének összehasonlítását. Ennek tükrében az egyes eljárások egymáshoz képesti relatív jóságát vizsgáltam. Maga a hibaszámítás sem egyértelmű, hiszen a rendszerirányító főleg mérlegköri szinten értékeli a napelemparkokat, míg a tulajdonosok a havonta befizetendő kiegyenlítő energia pótdíj számláját szeretnék csökkenteni. Utóbbi elszámolási rendszere igen komplex, a sok változó miatt nem képezhető belőle explicit képlet a fizikailag mérhető eltérések általános értékelésére. Ebben a helyzetben két statisztikai módszer mentén vizsgáltam pontosságot, az átlagos abszolút hiba és a négyzetes hibák átlagos termelésre fajlagosított eredménye alapján.

A legjobb négy algoritmusnak az SVM, MLP, GBR és a k-NN adódott. A hibák csökkenthetőek tiszta és felhős időre való szeparálással, illetve a vizsgált negyedóra környezetében lévő adatok prediktorként való használatával. A különböző eljárások eredményeinek átlagolásával javítható az előrejelzés, azonban minkét hibaszámítás alapján legjobb módszert nem találtam, rendre Pareto jellegű görbéket kaptam.

Optikai karakterfelismerő mesterséges intelligencia és szöveganalitika alapú intelligens rendszer megvalósítása banki környezetben

Az informatika rohamos fejlődésének köszönhetően ma már nincs szükség sok millió forintos bonyolult szuperszámítógépek kiépítésére, ha nagy mennyiségű adatokat szeretnénk tárolni, feldolgozni, vagy azt modellezni. A mai mikroprocesszorok és CPU-k olyan gyártástechnológiával készülnek és olyan számítási teljesítményre képesek, melyek 10 évvel ezelőtt még elképzelhetetlenek voltak. Egyre nagyobb mennyiségű adatokat vagyunk képesek tárolni, feldolgozni és megjeleníteni is. Az adatok ilyen szintű feldolgozási kapacitása mellett egyre inkább teret hódítanak a gépi tanulást alkalmazó programok és felhasználási területek is. A gépi tanulás során mesterséges neuron hálók felhasználásával biológiai ihletésű szimuláció történik, mely képes megoldani bármilyen problémát melyek számítógép segítségével megoldhatók. A matematikai modellezés során nélkülözhetetlen, hogy a modell bemenetül szolgáló adatok minél „tisztábbak” legyenek és lehetőleg minél kevesebb emberi erőforrás ráfordításával álljanak a rendelkezésünkre, ezért egy ilyen technológiával kombinált modellezési eljárás új kapukat nyit meg előttünk. A modellezésen túl számos lehetőségekkel is szolgál az adatok ilyen fajta gépi feldolgozása, lehetőség nyílik egyes irodai munkafolyamatok tömeges automatizálására, ahogy az korábban a gyártóiparban is végbe ment.

Polimer felület spektrális reflexióján alapuló anyagfelismerés, gépi tanulás használatával

2017-re a világ teljes polimer előállítása meghaladta a 348 millió tonnát, amelynek egy része sajnos mindenféle minőség-ellenőrzés nélkül hagyja el a gyárakat, és egészen a végfelhasználóig nem történik semmiféle vizsgálat.

A minőség-ellenőrzés egyik formája, amikor az anyag összetételét ellenőrzik spektroszkópai úton. De az ilyen típusú technológia bevezetése és üzemeltetése napjainkban igen költséges.

A minőség-ellenőrzéskor azonban nem feltétlenül szükséges az anyagok kémiai szerkezetének azonosítása, az is elegendő, ha maga a spektrum egyezik. Ilyen megközelítés alapján a gépi tanuló algoritmusok használata kiválóan alkalmas erre a célra. Az ilyen típusú adatfeldolgozás nem igényli a spektroszkóp abszolút pontosságát, csupán a mérés reprodukálhatósága a lényeges. Ez lehetőséget ad olyan, a jelenlegieknél lényegesen olcsóbb eszközök használatára, amelyek lehetővé teszik a spektroszkópia használatát olyan területeken is, ahol eddig még nem volt gazdaságos. A gondot itt az jelenti, hogy kis mintaszám esetén kevésbé alkalmazható.

A kutatás első lépéseként megépítettünk egy spektroszkópot, majd kifejlesztettünk egy kiértékelő eljárást, amivel roncsolásmentesen, gyorsan meg tudunk különböztetni különböző polimereket egymástól. A minták megkülönböztetése a róluk visszavert fény spektrális eloszlásán alapul. Az újítást nem a spektroszkóp ilyen célra történő alkalmazása adja, hanem az adatok kiértékelésének újszerű megközelítése jelenti. A kiértékelés nehézségét a kevés tanító adat okozza, mivel alacsony mintaszám mellett nehéz a gépi tanuló algoritmusok használata. A spektroszkópból származó tanítómintákat ún. one-shot technikával dolgoztuk fel. Ez lehetővé teszi, hogy kevés tanítóminta segítségével is meg tudjuk különböztetni a kívánt anyagokat, anélkül, hogy több száz mérést kellene elvégezni az adatok gyűjtése során. Végeredményben elmondhatjuk, hogy sikerült egy, a 3D nyomtatás területén elterjedt polimereket osztályozni képes rendszert alkotnunk. Az általunk tervezett alacsony árú és egyszerű felépítésű spektroszkóppal is képes működni az eljárás, ami jól bizonyítja az osztályozás robusztusságát.

Térfogati égés optikai vizsgálata és mesterséges intelligencia alapú elemzése

Eredmények: A spektrális mérés adatai alapján a füstgázösszetétel optimalitását leíró mesterséges intelligencia-alapú fogalom-alkotás keretében levezetett index modellezhető volt mind a 752 objektumra valid módon. A legjobb kísérleti beállítás az idealitás-indexek alapján beállításonként (15) és idősávonként (752) is levezethető volt az elemző robotok segítségével valid módon. Az idealitás-index értékei és a folyamat fizikai paraméterei (hőmérséklet, nyomás stb.) között a termelési függvény 0,83 korrelációs értékkel felállítható volt minden objektumra (10 db) valid módon. Az idealitás-index értékei a spektrális adatok alapján is levezethetők voltak valid módon a 15 beállításra 0,87-es korreláció mellett. Hasonlóképpen a füstgázelegy egyes komponensei is levezethetők voltak a kísérleti paraméterek alapján (pl. O₂ - korreláció: 1 mind a 15 objektumra valid módon). Az égés, mint rendszer genetikai potenciálja (vagyis az ideális paraméter-kombináció) az MI-alapú termelési függvény alapján mérnöki szempontból is reálisan közelíthető (vö. $t_{\text{énymax}} = 1000918$, genetikai potenciál = 1008774), így a legjobb kezelés beállításaihoz képest a várhatóan még jobb idealitás-indexhez vezető folyamatparaméterek változtatásának iránya és mértéke becsülhető. A modellek minőségbiztosítása magas szintű: az MI-alapú modellek ugyanis ismerik a nem-tudom-rendszerválaszt is – vagyis nem „fecsegnek” - s mivel itt egy fizikai rendszerről volt szó, a nem-tudom-rendszerválaszok hiánya ennek a determinisztikus keretnek az elismerése/visszaigazolása.

Városi buszok útvonaltervezése mesterséges intelligencia módszerekkel

Az intelligens közlekedési rendszerek (ITS: Intelligent Transportation systems) egyik fő feladata a földfelszíni közlekedés fejlesztése. A tömegközlekedés jellemzően kötött vonalú utazást jelent fix útvonallal, megállókkal és menetrenddel, melyben a városi autóbuszok kulcsfontosságú szerepet töltenek be. Ebben a tanulmányban a tömegközlekedés egy új formáját vetjük fel, melyben a buszok szabadon, az utasokhoz alkalmazkodva közlekednek (és nem fordítva) úgy, hogy felveszik őket az aktuális pozíciójukon és elszállítják őket a céljukhoz.

El lehet képzelni egy mobil applikációt, amelynek a felhasználói bejelölhetik aktuális helyzetüket és a céljukat egy úthálózaton. A buszok útvonalának illeszkednie kell erre az utas-elrendeződésre. A probléma közel áll a multi-vehicle multi-depot Dial-a-Ride Problem-hez (MM-DARP) és az On-Demand Transportation task-hoz (ODT), ahol a járműveknek ki kell szolgálni az utasok szállítási igényét. Az MM-DARP-val és ODT-val kevés kutatás foglalkozik, a problémák komplex természete miatt. A szakirodalom áttekintésével azt láthatjuk, hogy a legtöbb tanulmány a témában környezet-specifikus megoldásokat biztosít, amelyeket nem, vagy csak nehezen lehet szélesebb körben alkalmazni.

Az úthálózat egyszerűen reprezentálható egy gráffal, amelyben a csomópontok az útkereszteződéseknek, az élek pedig az ezeket összekötő útszakaszoknak felelnek meg. A feladat olyan busz-útvonalak keresése a hálózaton, amelyek mentén a buszok el tudják szállítani az összes utast úgy, hogy az átlagos utazási idő minimális legyen. A költségfüggvény más paramétereket is tartalmazhat, például a buszutak hossza vagy az utasok prioritása (munkába tartó emberek). Ebben a dolgozatban megadtuk a probléma formális leírását és több módosított hangyakolónia algoritmust (ACO: Ant Colony Optimization), melyekkel optimális megoldást kapunk.

GÉPTERVEZÉS 1



**Műszaki Tudományi
Szekció**

Anguss eltávolító szerszámgép tervezése

A szakdolgozatom témáját az Eissmann Group Automotive Hungaria Kft. biztosította számomra, ahol 7 féléves gyakorlatomat töltöttem a Duális képzés keretében. Azért választottam ezt a témát, mert munkám során több tervezési feladatot is elláttam már és a cég számára egy termelékeny és gazdaságos megoldást készíthetek így. Az adott terület folyamatmérnöke bemutatta nekem az előző gépek működési elvét és a gyártási folyamatokat, valamint az előző gépek hibáit és hiányosságait is. A szakdolgozatom megkezdése előtt már többször is foglalkoztam az Anguss (a fröccsöntésnél a beöntési csatornából visszamaradt anyagfelesleg) eltávolító szerszámgépekkel. Kisebb, nagyobb átalakításokat hajtottam végre rajtuk, annak érdekében, hogy selejtszámuk és zajhatásuk csökkenjen, valamint beállíthatóságuk könnyebb legyen. Ezek a törekvéseim több kevesebb sikerrel meg is valósultak, de egyre világosabbá vált, hogy a hibák valós megoldásához egy új konstrukciót kell megtervezni. A célkitűzésem tehát az lett, hogy egy olyan Anguss eltávolító szerszámgépet tervezek, amely kis zajhatású, minél gazdaságosabban lehessen előállítani, termelékenysége, pontossága, beállíthatósága és szerelhetősége is optimálisabb legyen az elődjétől. A zajhatás csökkentése érdekében úgy gondoltam, hogy leburkolom a motort, valamint a vágókorongot, persze ennek biztonságtechnikai hatásai is lesznek. A gazdaságos előállítás érdekében igyekszem minél több kereskedelmi forgalomban kapható alkatrészt használni az egyedi gyártásuk helyett. A tervezett célgép termelékenységét az egyszerű és gyors munkadarab befogásával kívánom elérni. A megfelelő pontosság és állíthatóság érdekében egy fecskehornyon csúszó finommenetes szárral állítható egységet kell terveznem. A jó szerelhetőség elérése érdekében törekednem kell minden elemet úgy megtervezni, hogy az hozzáférhető és könnyen kezelhető legyen, valamint az alkatrészek ne legyenek túlhatározottak a rögzítésük szempontjából.

Automatizált stiftelő sor koncepcionális tervezése

A sikeres piaci megjelenéshez elengedhetetlen a költséghatékony és minőségorientált gondolkodásmód. Nagy számban történő forgácsolt termékek gyártásánál hatványozottan megtérülhet egy-egy beruházás, mellyel a gyártási költséget kívánjuk csökkenteni.

A Matro Kft.-nél egy már régóta gyártott alkatrésznél, most olyan szintű keresletnövekedés történt, mely megkívánja egy jelenleg kézzel végzett munkafolyamat gépiesítését. A folyamat során a készre forgácsolt alkatrész két furatába préselnek egy-egy csapot. Ez utóbbit nevezzük a vállalat berkein belül stiftelésnek. A folyamatot kiváltó gép koncepcionális tervezéséről készítettem a dolgozatom, melyben leírom a géppel szemben támasztott követelményeket, a lehetséges megoldási konstrukciókat, és azokat értékelem is.

MEISEL ÁDÁM
meisel.adam96@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gépészmérnöki Kar

SZÁSZ NORBERT CSABA
szasznorbert97@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gépészmérnöki Kar

TÖRÖK RICHÁRD
richardtorok18@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gépészmérnöki Kar

Témavezető:
Kemény Alexandra
doktorandusz, BME GPK

Bemutató és oktató robot tervezése elmozdulás arányos vezérléssel

A robotok egyre nagyobb szerepet töltenek be nem csak az iparban, hanem az életünk több területén is. Egy ilyen, folyamatosan fejlődő terület az orvostechika, ahol bonyolult, rendkívül finom mozgást igénylő műtéteknél, például idegsebészetben, sok esetben alkalmaznak robotokat, ezáltal a műtétet végző személy sokkal nagyobb biztonsággal és hatékonysággal képes ellátni a feladatát, míg a páciensnek kevesebb fájdalommal, szövetkárosodással és kórházban töltött nappal kell számolnia. [1,2]

A TDK dolgozatunk keretein belül a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen működő Orvostechika Szakosztály számára tervezünk egy bemutató robotot, amely segítségével a Szakosztály interaktív módon nyújthat betekintést a modern orvostechikába az érdeklődőknek. A robot egy vezérlő, illetve egy végrehajtó egységből áll, továbbá a valós műtőrobotokhoz hasonlóan master-slave elv alapján irányítható. Munkánk során nagy hangsúlyt fektettünk az egyes alkatrészek optimális kialakítására és a költséghatékony gyártására.

Célunk, hogy létrehozzunk egy működő, több szabadságfokú robotot, amellyel szemléltethető a műtőrobotok működése. Ezen felül szeretnénk megismertetni a gépészmérnök hallgatókkal a robotok felépítését, kinematikáját, irányítását, illetve a gépépítő elemek alkalmazását a gyakorlatban.

Forrás:

[1] Gomes, P. (2011). Surgical robotics: Reviewing the past, analysing the present, imagining the future. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 27(2), 261–266. doi:10.1016/j.rcim.2010.06.009

[2] Boyraz, P., Dobrev, I., Fischer, G., & Popovic, M. B. (2019). Robotic Surgery. *Biomechatronics*, 431–450. doi:10.1016/b978-0-12-812939-5.00015-x

Dobkemence futógyűrűjének javítására alkalmas célgép tervezési kérdéseinek kutatása

Kutatásom témáját egy olyan célgép tervezési kérdéseinek vizsgálata képezi, mellyel nagy átmérőjű futógyűrűk javítás utáni megmunkálását lehet szakszerűen elvégezni. A megmunkálendő alkatrészt ilyen méretben elsősorban forgó-dobkemencék részeként alkalmazzák a kemence külső, hengeres felülete és a szerkezet megtámasztására szolgáló futógörgők között. A futógyűrűk jellemző tönkremeneteli formája a felületi kifáradás. Mivel a gyűrű általában gyengébb minőségű anyagból készül (nagy mérete és gyártási technológiája miatt), mint a görgők, továbbá a szerkezet a szabadban üzemel, így az elhasználódás jelei először rajta jelentkeznek, elsősorban annak felületéből kisebb-nagyobb kiszakadó/kieső darabok képében. A futógyűrűk felületi kifáradásából keletkező anyagvesztés miatt, a görgők közös érintkezési felülete csökken. A csökkenés következménye a köztük lévő felületi nyomás növekedése, mely még gyorsabb kifáradáshoz fog vezetni.

A kemencék karbantartási költségeinek csökkentése érdekében a futógyűrűk cseréje helyett alkalmazható egy olyan technológia, mely során a gyűrűkön képződött mélyedéseket az eredetivel megegyező hozaganyaggal feltöltik. Ez azonban a javított felületrészek felületi egyenletlenségeket eredményez, amelyek eltávolítása nélkül a kemence forgása közben igen kedvezőtlenül befolyásolnák a gép működését és károsítanák a futógörgőket. A javított részek eredeti felületbe való munkálásához lenne szükség az általam vizsgált gépre. A kutatómunkámban olyan célgép tervezési kérdéseit vizsgálom, amely egy megadott átmérőhöz, kis darabszámban (akár egy) készül, és képes az általunk kívánt geometria és felületi minőség létrehozására a kívánt tűréshatárokon belül. A kutatás során a lehetséges problémákat és rájuk adható megoldásokat keresem. Ilyen felmerülő probléma lehet például a munkadarab megfelelő központosítása, mozgatása, illetve a berendezés mozgathatósága. További kérdéses terület lehet a szerkezet szállíthatósága, egyértelmű használata, a megmunkálendő felülethez való pontos pozicionálása, vagy éppen a keletkező forgács és egyéb szennyezők kezelése.

Iveco Trakker tehergépjármű felépítményének tervezése

Dolgozatom témája egy Iveco Trakker nehéz tehergépjármű felépítményének a tervezése. A tervezés és a vizsgálat során a jármű közúti tulajdonságaira (pl. kanyarfolyosóban való viselkedés), a segédalváz szilárdságtani vizsgálatára, a szabványos kötőelemek megválasztására és a kompresszorok kiválasztásának a szempontjaira tértem ki.

Az időközben elkészült és az ügyfél számára átadott felépítmény az AJG Agrogép Jármű- és Gépgyártó KFT egyedi készítésű felépítményeinek a sorába tartozik. Minden elkészült felépítmény az ügyfél igényei szerint és az általa kiválasztott tehergépjárműhöz igazodik. A dolgozatomban vizsgált felépítmény típus azért is kiemelkedő az egyedi típusok között, mivel több extra felszereltséget is tartalmaz. Ilyen extra felszereltség a Jurop gyártmányú hidraulikusan mozgatható tömlődob és szívókar, amely által jelentősen kibővül a felhasználási terület, vagy a DEST – dekantáló rendszer, amely segítségével megtörténik az iszapfázis fölötti víz leválasztása. További extra a két kompresszor alkalmazása, amelyek a többi típustól megkülönböztetik: egy nagy teljesítményű szívó és egy kisebb teljesítményű ürítő kompresszor. A tartályfenék lezárása hidraulikus kapcsokkal történik, ez szintén növeli a használati értékét és a komfortot a gépkezelő számára. A hidraulikus kapcsok ellenőrzését is elvégeztem.

Külön figyelmet szükséges fordítani a segédalváz méretezése mellett annak megfelelő kialakítási módjára és a jármű fő alvázához történő rögzítésére. A megfelelő kötéstípusok alkalmazása szintén fontos a későbbi hibamentes üzemeltetés szempontjából. Az előbbieket mellett vizsgáltam az alkalmazott szabványos kötőelemek számát is, mivel fontos, hogy a későbbiekben a törvényileg meghatározott erőhatásoknak ellen tudjanak állni.

Kerámiaipari robot gépészeti tervezése

A technológiai folyamatok automatizálásában a robotok egyre több helyen egyre jelentősebb szerepeket kapnak. Segítségükkel a termékek sokkal pontosabban, megbízhatóbban, hatékonyabban és termelékenyebben gyárthatók. Az univerzális, több területen használható robotok mellett megtalálhatóak a speciális technológiai igényeket kielégítő egyedi robotok is.

A TDK dolgozat témája egy kerámiaiparban használatos gyártástechnológiai folyamat egy lépésének automatizálására alkalmas robot gépészeti tervezése.

A technológiai folyamatelem a mázolás, mely során a kerámiaipari terméket mázréteggel látják el. A termékek számtalan különböző geometriai kialakítása miatt célszerű a mázréteget felhordó szórófejet a robot karjaival hat szabadságfokmentén mozgatni, hogy a nehezen hozzáférhető helyek megközelítése is biztosítva legyen.

A hat szabadságfokú robot önmagában nem lenne elég termelékeny, ezért a termékek cseréjére egy kétágú fordítókar és a karok végén egy-egy termékfordító berendezést került kialakításra. Ez további három szabadságfokot jelent. Ezen ellátószerv segítségével a rendszer szinte folyamatosan képes termelni. Amíg a fordítókar egyik végén a mázolás folyik, addig a másik végén ki lehet cserélni a terméket, majd fordítva. A megtervezett robotkonstrukció tehát összesen kilenc szabadságfokot tartalmaz.

A dolgozatban bemutatásra kerül a feladat megoldásához szükséges irodalomkutatás, a konstrukció létrejöttének lépései, a robot egységeinek gépészeti tervezése, a berendezés kivitelezése felé tett lépések, valamint a kidolgozáshoz kapcsolódó alapszintű robotirányítási megoldások.



Rugalmasan elhelyezhető tengelyű sűrített levegős motor tervezése

2019-ben került tizenkettedik alkalommal megrendezésre a Nemzetközi Aventics Pneumobil Verseny Egerben. A csapatok feladata egy pneumobil megtervezése, aminek egy fő vezetővel a fedélzeten kell teljesíteni különböző versenyszámokat. A pneumobil olyan „pneumatikus jármű”, mely a sűrített levegő energiáját alkalmazva, pneumatikus vezérlő és végrehajtó elemek felhasználásával viszi át a nyomatékot a hajtott kerékre. Ezen a versenyen az Airrow csapat tagjaként vettem részt.

A csapaton belül a feladatom egy pneumobil motorjának megtervezése, a tervezéshez tartozó méretezések és számítások elvégzése. A motor segítségével lehet a sűrített levegő energiáját használó pneumatikus munkahenger lineáris alternáló mozgását forgómozgássá alakítani, amelyet aztán a hajtáslánccal tovább vezetve lehetséges a hajtott kerekek meghajtása.

A motor hossza a hengerek méretéből adódóan közel 700 mm, ami a munkahengerek dugattyúrúdjaiknak maximális kitolása esetén további 500 mm-rel növekszik, így a motor hosszmérete miatt nehéz optimálisan elrendezni a kihajtó tengelyt. Ez ugyanis azt jelentené, hogy ha a motor csak fogaskerék-hajtásokat tartalmazna, a kihajtó tengely túl messze kerülne a hajtott tengelytől, vagy túl sok tengelyt kellene felhasználni a motorban. Rugalmasan elhelyezhető kihajtó tengelyre van szükség. Ezt a problémát úgy szeretném megoldani, hogy a tervezéskor kombinálom a motorban a fogasléc-fogaskerék-hajtást és a lánchajtást.

A motorba két pneumatikus munkahengert építünk be. A munkahengerek lineáris mozgását fogaskerék-fogasléc kapcsolat alakítja forgómozgássá. A munkahengereket és a fogaslécet egy külön erre tervezett elem köti össze. A fogasléc megvezetéséhez egy golyós vezetékot használok két szánnal, hogy a fogasléc ne hajoljon ki. A fogasléc-hez kapcsolódó fogaskerék tengelyén egy nagyobb lánckerék is található, mely egy másik tengelyen lévő lánckereket hajt meg, aminek a tengelyéről pedig egy lánchajtás egy, a harmadik tengelyen lévő lánckerékre hajt át. A második és harmadik tengely között egy fogaskerék-hajtás is található, mely ellentétes forgásirányban hajt át, mint a tengelyek között lévő lánchajtás, így van kihasználva a munkahenger mindkét üteme. A harmadik tengelyen lévő lánckerék és fogaskerék egy-egy szabadonfutóhoz kapcsolódik. A szabadonfutókra azért van szükség, hogy a harmadik tengely a munkahenger dugattyúrúdjának mindkét üteme esetén ugyanabba az irányba foroghasson, így a motor a hajtásláncon keresztül folytonosan egy irányba forogva hajtson ki.

GÉPTERVEZÉS 2



**Műszaki Tudományi
Szekció**

CNC vezérelt prototípusgyártó berendezés tervezése

Dolgozatomban a prototípusgyártó eszközök egy konkrét fajtájáról annak kialakulásáról, felépítéséről valamint működéséről fogok írni, valamint egy új gépet tervezek. Ez a gép az FDM 3D nyomtatók közé tartozik. A mérnöki tudomány ezen ágával körülbelül három éve kezdtem el foglalkozni. Körülbelül egy évig csak tanulmányoztam ezeket a gépeket az interneten. Sokat tanulhat manapság már az ember online felületeken. Bár ez egy kényelmes tanulási mód az időt akkor is bele kell fektetni. Egy év után úgy véltem, hogy megvan a kellő alap tudás és pénzügyi keret az első 3D nyomtató megvételéhez. A nyomtató olcsó volt és sok kihívást állított elé a rendkívül rossz minőségű alkatrészek és rosszul kivitelezett megoldások miatt. Ezt a gépet ezen felül önmagamnak kellett összeépíteni, ami körülbelül 6 órát vett igénybe. Miután a nyomtatót megépítettem elkezdtem használni és kiismerni annak működését. Nagyjából egy évig használtam a gépet, mikorra úgy véltem, hogy a hibáit, annak okait és következményeit megértettem. Fontos volt, hogy felismerjem azokat a hibákat vagy tulajdonságokat, amiket a nyomtató nem saját hibájából, hanem az én beállításaim miatt produkál. Mindezek után elkezdtem ezen nyomtató elemzését, fejlesztését majd teljes újra tervezését.

Energiahatékony és moduláris felépítésű pneumatikus töltőállomás tervezése

We may need compressed air in countless places, such as: industrial sorting units, pneumatic grippers, pneumatically operated racing cars, operation of components during the course, and during research and development. The basic condition for this is that there should always be available air in the right amount, pressure and pure. The purity of the air may be justified by the following reasons for maintaining the accuracy of the actuated components, the elimination of a fault in the system due to contamination, health reasons, and medical reasons. Therefore, it is important to treat the compressed air before using, that is, the filter system, and pressure limiter must be used.

My task is to design a multi-pressure pneumatic filling station that can be used for research-related measurements – for example breathing device-, to meet the air supply needs of competitive teams (pneumobile team) during the testing, and for educational purposes. During the development, it is important that the unit has a modular structure and that the air treating complies with environmental regulations, and safety regulations.

In order to perform the task I began with literature research, and I complete a detailed list of requirement, and then with solution search steps. While exploring information, I examined the possible methods of separating various air pollutants. Then, after the chosen air purification method, I began by selecting energy efficient components the detailed design of the filling station, going from the frame structure to determining the exact location of the last pneumatic connection. After the design, I made the experimental prototype, on which we could examine the operation of the selected elements, which I will present in detail in the dissertation. I present the experiences of design and production as well as the achieved results in my dissertation.

Házi ponthegeesztő berendezés tervezése és gyártása

Napjainkban igen széleskörű alkalmazásnak örvend a ponthegeesztés technológiája. Ponthegeesztett kötésekkel sokszor találkozhatunk hétköznapi életünk során: a kenyérpirítóban, a számítógép vagy a telefon akkumulátorában, de akár a különböző előre gyártott építkezési betonelemekben is. Háztartási eszközök gyakori meghibásodása miatt hasznos segítség lehet a műhelyben egy kis teljesítményű ponthegeesztő, amellyel a javításon túl egyéb feladatokat is elvégezhetünk.

A kutatási cél nem egyéb, mint egy hobbi célra jól használható, egyszerű, kis előállítási költségű ponthegeesztőgép tervezése, gyártása, majd tesztelése. Mindezt a legyártott berendezéssel hegesztett pontvarratok minősítése útján. A konstrukció kör-nyezetvédelmi lehetőségeket is fölvet, ugyanis a legfontosabb alkotóeleme a transzformátor, ami egy meghibásodott mikrohullámú sütőből kerül felhasználásra, alternatív lehetőséget nyújtva ezzel az elektronikai hulladékok újrahasznosítására. A jövőben a gyakorlati használat tapasztalataira alapozva lehetőség nyílik a konstrukció továbbfejlesztésére, tökéletesítésére egy, a piacon is versenyképes termék létrehozása céljából, ugyanis jelenleg a piac ezen szegmense még kiaknázatlan.

Hengeres porleválasztó hatékonyságának növelése

A por a mindennapjaink szerves részét képezi, hiszen a levegő nagymértékben tartalmaz szennyező anyagokat. Ezek az apró részecskék káros hatással vannak az emberi szervezetre, ugyanis belélegezve számos egészségügyi kockázatot rejtenek magukban. Tényekkel bizonyított az, hogy krónikus betegségek kialakulása léphet fel a por miatt, de az asztma kialakulása sem kizárt. Az ipari munkahelyeken, ahol számos porfajtával és levegőbe kerülő szennyező anyaggal találkozhatunk (fém-, üveg-, fa-, csiszolatporok), ott szigorú szabályzásokat vezettek be az emberi élet megvédésére, így jöttek létre a porleválasztók.

Ide tartozik a mezőgazdaság is, hiszen a termények feldolgozása során is rengeteg por szabadul fel és kerül be a gépezetekbe. A drága eszközök és berendezések gyors tönkremenetelének fő okai a szennyező anyagok lehetnek. A por a termények minőségét is befolyásolhatja. Emiatt a mezőgazdaságban a porkibocsátás csökkentésének igénye folyamatosan szigorodó követelményeket támaszt az alkalmazott technológiákkal szemben. A szárítás technológiája az egyik olyan terület, ahol a kibocsátott levegő por tartalmát csökkenteni szükséges.

A porleválasztás klasszikus megoldása a ciklonok alkalmazása. A ciklonoknál egy ventilátor segítségével beáramló levegő a centrifugális erőt kihasználva szűri meg a tiszta levegőt a szennyező anyagoktól. Azonban ezeknek a berendezéseknek a kialakításuk bonyolultabb és helyigényük is sokkal nagyobb, mint a hengeres porleválasztóé. Nem beszélve arról, hogy a technológiába történő illesztésük költséges. A porleválasztás egyszerűbb kivitelű hengeres porleválasztó alkalmazásával is megoldható, azonban ennek hatékonysága elmarad a ciklonokétól.

A fenti ismérvek alapján döntöttem úgy, hogy a dolgozatban a hengeres porleválasztó hatékonyságának növelés és innovatív fejlesztése a célom. Ez számos új kiskapukat nyithat meg olyan kezdő kis és középvállalkozásoknak, akiknél nincsen túl nagy hely és a gazdaságos megoldásra törekednek.

Dolgozatomat egy már létező hengeres porleválasztó mintájára készítettem el. A koncepció nem más, mint a rendszer belsejébe helyezett különböző geometriájú elemek behelyezése. Ezáltal megváltoztatva a légáramlás útját, annak céljából, hogy kevesebb por kerüljön a tiszta levegőbe.

SZÉLES LEVENTE
szeles.levente@gt3.bme.hu

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gépészmérnöki Kar

VAJDA MÁRK ZSOLT
vajdamarkzsolt@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gépészmérnöki Kar

Témavezető:
Dr. Rádics János Péter
adjunktus, BME GPK

Kis teljesítményű lineáris hajtásrendszer fejlesztése és megvalósítása

A feladatunk egy olyan irodai eszköz megtervezése volt, amely célja a lassú, alternáló lineáris mozgás megvalósítása. Az eszköz fejlesztésének legnagyobb kihívásait az alacsony 40 [mm/perc] mozgási sebesség, a viszonylag nagy (12 [kg] -os) teherbírás mellett az irodai környezethez szükséges, lehetőleg rezgésmentes működés jelentette. Az elvárt kritériumoknak fontos részét képezte, hogy a mozgatás funkciót a lehető legkisebb, a felhasználót nem zavaró zajterhelés mellett, nagy üzembiztonsággal és hosszú, gondozásmentes élettartammal valósítsa meg.

A feladat elvégzését irodalomkutatással, és az ezt követő ötleteléssel kezdtük. Az információfeltárás nyomán számos kísérleti hajtásrendszer konstrukciót terveztünk meg, a koncepciók a tisztán lineártechnikai megoldásoktól haladtak az egyedi, költséghatékonyabb megoldások irányába. A megalkotott koncepciókat több szempontot figyelembe véve értékeltük, a legjobb megoldásokat kiválasztva, illetve kombinálva két kísérleti prototípus megvalósítását irányoztuk elő.

A megválasztott hajtásrendszerekhez egy befoglaló keretet terveztünk, majd a két kísérleti prototípust legyártottunk. A megvalósított eszközökön megfelelőségi vizsgálatokat és gyengepontfeltárást végeztünk, valamint felhasználói szemmel is vizsgáltuk a hajtásrendszereket működés közben. A vizsgált- és mért paraméterek alapján levont következtetések eredményeként terveztük meg a végleges konstrukciót, amelyet le is gyártottunk.

Dolgozatunkban a tervezés és gyártás tapasztalatait, valamint az elért eredményeket mutatjuk be.

Napkövető napelem mozgató szerkezet tervezése

A napelemek elterjedése az elmúlt néhány évtizedben ugrásszerűen megnőtt. Megjelenésük kb. az 1800-as évekre tehető, amikor számtalan tudós tanulmányozta a napelemek működésének elvét. Legelső térhódítása a 20. században az űrkutatás terén volt, de még ekkor sem nyertek nagy teret a hétköznapi emberek életében. A napelemek a megújuló energiaforrások egyik eszköze. Ezeknek az eszközöknek a használata során nem terheljük a környezetünket mindenféle káros melléktermékkel szemben a fosszilis tüzelőanyagok elégetésével. Energiatermelésüket számtalan tényező befolyásolja, mint például az elhelyezkedés és a napsugárzás. Napelemeket elsősorban házak tetőszerkezetére telepítenek. Nagyszámú rendszerek esetén energiahozamuk lefedheti egy normál családi ház éves energiaszükségletét. Ezt azonban számtalan tényező befolyásolhatja. A napelemek teljesítménye akkor a legoptimálisabb, amikor a napelem felületét a Nap sugarai merőlegesen érik. Továbbá ez a merőleges pozíció több órán keresztül tart.

Manapság egyre elterjedtebbek azok a rendszerek, melyeket a földön egy állványszerkezetre telepítenek és képesek a több tengely körüli mozgásra a teljesítménynövelés érdekében.

Feladatom egy olyan berendezés tervezése, amely alkalmas a szabványosított napelem táblák mozgatására, hogy a Nappal bezárt szögük a nap minden szakában optimális legyen.

Szövetekercselő egység tervezése

A gumiipari termékek széles körben elterjedtek a hétköznapi életben. Felhasználásuk a tömegközlekedésben és teherszállításban a legmeghatározóbb, azonban az ipari alkalmazásuk is igen széleskörű. A nyíregyházi Continental ContiTech Magyarország Kft. nél, ahol duális gyakornokként folytatom tanulmányaimat, elsősorban a légrugó technológia a meghatározó. Ebben a termelői környezetben választottam ki a szakdolgozatom témáját, egy korszerű szövetekercselő egység tervezése.

Az szövetekercselő berendezés a termelési folyamatának egyik igen fontos szakaszában, a szövetvágásnál található meg. A szövet, más néven szilárdsághordozó, mely a légrugó membránját építi fel, a megfelelő működés szempontjából termékspecifikus, meghatározott vágási szöggel és szélességgel rendelkezik. A vágott szövetet feltekercselik, amely ezt követően az adott gyártóegységhez kerül. Ezt a vágott szövetet építik fel megfelelő rétegsorrenddel és darabszámmal a gyártási folyamat során, mely a vulkanizálási folyamatot követően a légrugó testjét (membránját) alkotja.

A tekercselést végző berendezés elavulása, gyakori meghibásodása, a tekercsek minőségének romlása vezetett ahhoz a célkitűzéshez, hogy szükséges az egység felújítása, korszerűsítése, illetve cseréje. Az üzemi feladat megoldása során a szövetekercselő berendezés fejlesztésére több változatot is kidolgoztam.

Közülük a cégvezetés által is megfelelőnek tartott megoldásra elvégeztem a szerkezeti vizsgálatokat, véges elem módszerrel ellenőriztem a legkritikusabbnak ítélt alkatrészeket. Továbbá, elkészítettem az egyedileg gyártott alkatrészek gyártástechnológiáját, szereléstechnológiáját, műszaki utasításokat készítettem a berendezés legyártására vonatkozóan.

Az egyedi gyártással készíthető alkatrészek geometriája bonyolult, szükséges a CNC megmunkálóberendezések felhasználása. Gyártásukhoz az EdgeCAM szoftver segítségével CNC programot készítettem. Végül fúrókészüléket is terveztem a bonyolult geometriájú, csatalakozó tárcsa furatainak pontos megmunkálásához.

HABOK ÉS KOMPOZITOK



**Műszaki Tudományi
Szekció**

Alumínium habbal erősített szerkezeti anyago fejlesztése

Manapság a fémhabok, különösképpen az alumínium habok sokkal nagyobb figyelmet kapnak. Miért is kerül egyre inkább előtérbe az alumínium habok használata? A választ egy kicsit távolabbi megközelítésben keresve kapjuk meg. A gondolatmenetet egy angol kohómérnök, név szerint Michael F. Ashby idézetével kell kezdenünk: „Amikor a modern ember nagy teherviselő szerkezeteket épít, sűrű, szilárd anyagokat használ: acél, beton és üveg. Amikor a természet teszi ugyan ezt, általában cellás (sejtes) anyagokat használ: fa, csont, korall. Ennek biztos, hogy nagyon jó oka van.” Ashby a fémhabokkal kapcsolatos kutatások egyik neves alakja, az idézetének lényege röviden az, hogy ha a természet cellás anyagokat használ, akkor nekünk is el kéne gondolkodnunk a használatukon. A fémhabok porózus szerkezeti anyagok, a porózus szerkezeti anyagok pedig speciális kompozitok. A kompozitok olyan anyagok, amelyek két vagy több anyag egybeépítésével jönnek létre. Megalkotásuk célja, hogy jobban érvényesüljenek az alkotóanyagok előnyös tulajdonságai. A kompozitok egy mátrix anyagból, erősítő anyagból és egy interfész (a két anyag között a kapcsolatot megeremtő) anyagból állnak. A porózus szerkezeti anyagoknál a mátrix anyag az alapanyag, míg az „erősítőanyag” a levegő (interfész csak némely esetben van). Amennyiben a porózus szerkezeti anyagok mátrix anyaga fém, fémhabokról beszélhetünk. Az idézet azért is találta fején a szöveget, mert nagyon egyedi tulajdonságokkal bírnak a fémhabok, és ezen tulajdonságok a cellás szerkezetükből adódnak.

A fokozott kutatási tevékenységek két nagyobb csoportra oszthatók: a minél tökéletesebben befolyásolható és reprodukálható habok gyártására és a már jelenleg is előállított fémhabok felhasználhatóságának vizsgálatára. A fémhabok gyártásának két legszokványosabb módja az öntészeti és a porkohászati habosítás.

Az alkalmazási területek a felhasznált fémhabok típusától függenek. Teljesen más felhasználási lehetőségei vannak a nyitott cellás és a zárt cellás fémhaboknak. A kutatási területek nagy százalékban a zárt cellás fémhabok ipari alapanyagként történő felhasználására összpontosítanak. A fémhabok között is elsődleges az alumínium, mint alapanyag használata.

A habbal való töltésnek több módszere is lehetséges, de mindegyiknek megvannak a maga előnyei és hátrányai.

A dolgozatomban a töltési módokra összpontosít és eredményként a betöltési módokat hasonlítom össze a világ témába vágó irodalmával, kísérleteivel.

A töltőanyag méretének és térfogatarányának hatása a bimodális kompozit fémhabok mechanikai tulajdonságaira

A modern fémhabok ipari felhasználását megalapozva széles körben elterjedt, és egyre népszerűbb a könnyűfém habokat célzó kutatás. Előnyös tulajdonságai az ilyen cellás anyagoknak a kisebb sűrűség és az arra kiszámított megnövekedett fajlagos energiaelnyelő képesség. Felhasználásukat tekintve jellemzően járművekben ütközőelemekként alkalmazhatók a fémhabok a jármű tömegének csökkentése céljából.

Kutatásomban szintaktikus fémhabokat gyártottam, amelyek kétfázisú cellás anyagok, ahol a mátrix valamilyen fém, a második fázis pedig egy porózus töltőanyag bevitelével hozható létre. A szintaktikus fémhab egyik továbbfejlesztett típusa az úgynevezett bimodális kompozit fémhab, amely két különböző átmérőjű töltőanyagot tartalmaz, amellyel nagyobb térkitöltést eredményez, tehát kisebb sűrűségű anyagot.

A kutatáshoz felhasznált anyagok közül mátrixanyagnak Al99,5 és AlSi12 alumíniumot használtam, amelyet olvadék formában kisnyomású infiltrálással juttattam a második fázis közé. Töltőanyagként pedig $\varnothing d_1=7$ mm és $\varnothing d_2=2,4$ mm átmérőjű vékonyfalú, üreges Al₂O₃ gömbhéjakat használtam. A különböző méretű gömbhéjakat eltérő arányban kevertem össze a nagyobb és kisebb sorrendjében 1:1, 2:1 és 4:1 térfogatarányban, és ezek tulajdonságait vizsgáltam. A minél egyenlőbb eloszlás elérése érdekében egy saját tervezésű egyedi keverőlapáttal kevertem a gömbhéjakat infiltrálás előtt. Az így elkészített, különböző mintákat számos vizsgálatnak vetettem alá a szerkezeti tulajdonságok megállapítása céljából.

Elsősorban roncsolásmentes anyagvizsgálattal állapítottam meg a gyártott próbatestek sikerességét. A minták csiszolása és polírozása után pásztázó elektronmikroszkópos felvételekkel értékeltem a mátrix és gömbhéj integritását, vonalmenti energiadiszperzív röntgen spektroszkópiai vizsgálattal pedig a köztük lévő határreteg vastagságát állapítottam meg, amiből egyenesen lehet következtetni a kerámia és fém kapcsolatára. Térfogati töltőanyag-eloszlást komputertomográfiai vizsgálatok adatai alapján számoltam, szabványos zömítővizsgálattal pedig a kompozit fémhabok mechanikai tulajdonságait tudtam megállapítani és kiértékelni, amelyből az energiaelnyelő képességre vonatkozó adatok nyerhetők ki.

A fent felsorolt mérések alapján összefüggéseket fogalmazok meg a töltőanyag méretének és térfogatarányának hatásairól az előállított fémhabok tulajdonságaira, ezzel átfogó módon elemezve a vizsgált anyagokat.

GRIGER BÁLINT GYÖRGY
grigerbalint@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gépészmérnöki Kar

NYÁRI SZILVIA
szilvia.nyari1998@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gépészmérnöki Kar

SÁNTHA PÉTER
pter.sntha@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gépészmérnöki Kar

*Témavezető:
Dr. Tamás-Bényei Péter
adjunktus, BME GPK*

Bazaltszál és kompozitjai emelt hőmérsékletű környezetben történő alkalmazhatóságának elemzése

Az erősítőanyagok piacát a különféle üveg-és szénszálak határozzák meg. Az ipar főként ezeknek az anyagoknak a felhasználására rendezkedett be, de számos más lehetőség van erősítőanyagok piacán. Az alapanyag választáskor a mechanikai tulajdonságok mellett a hőállóság, éghetőség, szigetelőképeség, környezetállóság és előállítási költség is jelentős szerephez jut. Dolgozatunkban a bazaltszál és annak gyakorlati felhasználásának lehetőségeit vizsgáltuk, kiemelt figyelmet szentelve az emelt hőmérsékletű alkalmazásoknak [1].

Számos lehetőség is kínálkozik a polimer kompozitok égésgátlására, amelyek mátrix-és erősítőanyag oldaláról is megvalósíthatóak. A kutatás keretében a bazaltszál és kompozitjai emelt hőmérsékletű környezetben történő alkalmazhatóságának elemzésével foglalkozunk.

A bazalt kiváló villamos szigetelő képességgel rendelkező, alacsony nedvességfelvételű, biológiailag semleges, nem irritatív vulkanikus közet. A bazaltszál több előnyös tulajdonsággal rendelkezik az üvegszállal szemben. Nagyobb a hő-és vegyszerállósága, szilárdsága, az alapanyag széles körben, kedvező áron elérhető. A bazaltszálak tulajdonságai alapján az E és az S-2 típusú üvegszálak között helyezkednek el [2]. A bazaltszál széles körben alkalmazott erősítő anyag az építőiparban több területen is. Bazaltból készült közetgyapot kiemelkedő hő- és akusztikus- és rezgésszigetelő tulajdonságú [3]. A bazalt elektromos szigetelési tulajdonságai miatt számos területen alkalmazzák ezt az anyagot, mint például az elektromos kábelek és a földalatti vezetékek szigetelésénél.

Az irodalomkutatás során külön figyelmet fordítottunk a bazalt égésgátló tulajdonságainak vizsgálatára és felhasználási lehetőségeire. Illetve ebből kiindulva mi is megvizsgáltuk az alapanyag különböző termikus viselkedését széles körben elterjedt szabványos módszerekkel.

Irodalom:

- [1] Czígány T.:Editorial corner – a personal view, Trends in fiber reinforcements – the future belongs to basalt fiber. eXPRESS Polymer Letters Vol.1. 2007
- [2] Deák T.:Bazaltszál – az üvegszál vetélytársa, Quatroplast Műanyagipari Szemle, 3., (2008)
- [3] V.V. Vasilenko, I.N Sinitsyna et al.:Composite Building Materials with Basalt Wool,International Polymer Science and Technology, 36, 33-34, (2009)

Biopolimer alapú habok tulajdonságainak módosítása hőkezelési eljárással

A biopolimer anyagok idővel kiválthatják a hagyományos tömegműanyagok szerepeit több iparágban is, legfőképpen a csomagolástechnikában, ahol a termékek hasznos életciklusa sokszor csupán hetekben mérhető. A biopolimerek kőolajból vagy megújuló erőforrásokból állíthatók elő és/vagy használat után megfelelő közegben biológiai úton, a környezetet nem szennyező anyagokra bomlanak le. Az egyik legígéretesebb biopolimer a politejsav (PLA). Mechanikai tulajdonságai megközelítik a műszaki polimerekét, ám rideg viselkedése sokáig hátráltatta az elterjedését, de ma már fólia illetve habszerkezetek gyártására is alkalmas. A politejsav egyik legnagyobb hátránya az 55 °C körüli üvegesedési átmeneti hőmérséklete, és ennek következményeként az alacsony hőalaktartása. Ezen hőmérséklet feletti üzemi körülmények közt nem használhatóak politejsav alkatrészek, mert nagyrugalmas állapotban rendkívül lecsökken a merevsége. Kutatásom során PLA habszerkezetek hőalaktartását vizsgáltam, amely egy kevésbé kutatott tématerület, így a kapott eredmények hiánypótlóak lehetnek. Céloom a növelt hőalaktartás megvalósítása és ennek eléréséhez tartozó hőkezelési paraméterek meghatározása, az anyag degradációját elkerülve. A habokat exoterm típusú kémiai habképzőszerszerrel, valamint expandálni képes mikroméretű gyönggyel (szintaktikus habszerkezetek) állítottam elő extrúziós technológia alkalmazásával. A hőkezelést utólagosan, off-line módon, meleglevegős szekrényben végeztem. Megfigyeltem a hőkezelés során fellépő hidegkristályosodás mértékének függését a PLA D-laktid tartalmától, ami erősen befolyásolja a kristályosodás mértékét és időszükségletét. A kristályos részhányad további növelésének érdekében kristálygőcképzővel adalékolt receptúrákat is alkalmaztam és összehasonlítottam az elért eredményeket. A kialakult kristályos részarányt differenciális pásztázó kalorimetriával (DSC) határoztam meg. Elvégeztem a habok termogravimetriai mérését is. A kalorimetriai vizsgálatok mellett pásztázó elektronmikroszkóppal figyeltem meg a kialakult habszerkezeteket, a cellák méreteit és eloszlását. A hőalaktartást terhelés alatti lehajlás (HDT) és dinamikus mechanikai analízis (DMA) mérések segítségével számszerűsítettem és minősítettem. Összességében elmondható, hogy a hőkezeléssel kialakított kristályos részarány döntően befolyásolja a hőalaktartás mértékét. A fent említett vizsgálatokból meg tudtam határozni a receptúrák sikerességét a hőalaktartás szempontjából, valamint a hőkezelés szükséges idő és hőmérséklet értékeit.

Egyégycellákból felépített próbatest mechanikai vizsgálata

A dolgozat célja bemutatni a szivacsos, porózus szerkezetű anyagok gyártási lehetőségeit, majd egy egységcellákból felépített, porózus, szabványos nyomó próbatesten keresztül bemutatni egy ilyen test mechanikai nyomóvizsgálatára kidolgozott szimulációs eljárást lépésenként, ismertetni a szükséges gépi erőforrásokat, a felmerülő akadályokat, és a folyamat időszükségletét. A folyamat bemutatása után a dolgozat célja konklúziót vonni, hogy milyen egyszerűsítéseket lehetséges alkalmazni az idő és erőforrásszükségletek csökkentése érdekében úgy, hogy azok ne befolyásolják a szimuláció hitelességét.

Hőaktuált alakváltó kompozitok fejlesztése

Napjainkban egyre több ipari szegmensben találkozhatunk kompozitokkal, köszönhetően a kiváló fajlagos mechanikai tulajdonságaiknak, amit az anizotrop (irányfüggő) viselkedésük kihasználásával lehet elérni. Az anizotropiának köszönhetően a rétegek megfelelő elhelyezésével elérhető a kompozitoknál nem konvencionális alakú viselkedés, amely kiváltható mechanikai terhelés hatására [1,2]. Ez az alakváltozás hő hatására is felléphet, ez azonban napjainkig még kihasználatlan a felmerülő gyártási nehézségek (vetemedés) miatt. A hő hatására fellépő alakváltozás kihasználható lenne olyan szerkezeteknél, melyek nagy hőmérsékleti tartományban üzemelnek (pl: motorháztető, turbina burkolat). A dolgozatomban a hőaktuált alakváltozással, illetve a gyártási vetemedésük kiküszöbölésével foglalkozom.

Kutatásom analitikus rétegrend optimalizálással kezdtem, ahol megkerestem a hő hatására legnagyobb mértékben csavarodó (Kxy) kompozitot, mely alapjait a klasszikus lemezelmélet adta. Különböző vastagságú kompozit lemezek alakváltozása által vizsgáltam, hogy a hőmérséklet hatására mekkora tömeget milyen magasra képesek emelni. A próbatesteket autoklávus prepreg technológiával gyártottuk, maximalizálva a minőséget.

Az aszimmetrikus rétegrendek a műszaki életben még nem terjedtek el, ugyanis a hő hatására való alakváltozás a gyártási folyamatok hatására is fellép nem kívánt vetemedés formájában. Numerikus úton, szimulációval sikeresen bizonyítottuk, hogy a gyártási vetemedés kiküszöbölhető ívelt szerszámlapos technológiával. A numerikus eredmények igazolására a legyártott, vetemedett próbadarabok felületét 3D szkennelvel elemeztük, majd marásra alkalmas CAD modellekké alakítottuk. Ívelt szerszámmal a valóságban is sikerült a gyártási vetemedést lényegesen redukálnunk, ami alapvető feltétele az alakváltó kompozitok valós felhasználhatóságának.

A kapott eredmények a jövőben nagyban segíthetik a hőaktuált alakváltó kompozitok tervezését és problémamentes gyártását. Univerzális, a tervezést elősegítő görbéket állítottunk fel, melyekkel több bemenő paraméter esetén is jól becsülhető a kompozit lemez hőközlés hatására történő tehermozgató képessége, illetve bizonyítottam, hogy az ívelt szerszámlapos vetemedés-kiküszöbölés jól működő módszer.

Irodalom:

[1] Vermes B., Czigány T.: Kompozitok alakváltásának lehetőségei. Gép, 69, 51–54 (2018).

[2] C. Kessler: Active rotor control for helicopters: individual blade control and swashplateless rotor designs. CEAS Aeronautical Journal, 1, 23-54 (2011).

Geopolimer-duzzasztott perlit kompozit előállítása és tulajdonságainak vizsgálata

A célom olyan hőszigetelésre alkalmas kompozit előállítása volt, amely kötőanyaga egy nagy mennyiségben keletkező ipari hulladék felhasználásával készült. A dolgozatomban duzzasztott perlitből (DP) és geopolimer (GP) kötőanyagból készült könnyű-kompozit előállítása, valamint az előállított anyag mechanikai és szerkezeti tulajdonságai kerülnek bemutatásra. A vizsgálatokat az összetételre irányuló előkísérletek eredményei alapján kiválasztott, optimális DP/GP aránnyal készült keveréken végeztem. A kísérletek során sor került a keverés során jelentkező, a méretnagyítás okozta problémák megoldására, és ezáltal egy új, az alapanyagok megfelelő homogenizálására alkalmas technológia kidolgozására. Az egytengelyű nyomószilárdság vizsgálat során megállapítható, hogy a kompozit 28 napos korban elérte a maximális szilárdságot, amely megközelítőleg 520 kPa. A kompozit testsűrűség értékei ($0,223\text{--}0,236\text{ g/cm}^3$) kedvezőbbek más könnyű adalékanyag felhasználásával készült hőszigetelő geopolimer kompozitok testsűrűségéhez viszonyítva. A mechanikai jellemzők mellett FTIR és SEM vizsgálatokat végeztem a szerkezet meghatározása érdekében, amelyek bizonyították a geopolimerizációs folyamatok megfelelő végbemenetelét.

Üvegszövet erősítésű kompozit lapok deformációjának és tönkremenetelének szálkötegcella-alapú modellezése

Napjainkban széleskörben alkalmazunk polimer kompozit szerkezeteket. A sporteszközöktől kezdve az autó- és repülőgépiparon át az űrkutatásig szinte mindenhol találkozhatunk polimer kompozit alkatrészekkel, termékekkel. Ennek következtében egyre nagyobb szükség van arra, hogy már a tervezési fázisban megfelelően pontos ismeretekkel rendelkezünk a kompozit szerkezetünk deformációs és tönkremeneteli tulajdonságait illetően. Jelen munka során a korábbi TDK dolgozatban elvégzett, szövetekre vonatkozó vizsgálatokkal összhangban olyan egyrétegű kompozit lapokat készítettem, amelyekben a szövet láncfonalai a húzás irányába, illetve ahhoz képest $+45^\circ$ fokban állnak, majd ezeken a próbatesteken egytengelyű szakítóvizsgálatokat végeztem. A kompozitokon és a szöveteken elvégzett szakítóvizsgálatok összevetése alapján megállapítottam, hogy a maximális fajlagos feszültség jelentősen nagyobb a 0° -os próbatesteknél, mint a 45° -os esetekben. Továbbá, hogy a láncirányban terhelt szövet jelentősen nagyobb fajlagos feszültséget képes elviselni károsodás nélkül, tehát a beágyazás rontja a szövet húzószilárdságát, továbbá ehhez a feszültséghez nagyobb nyúlásérték tartozik, ráadásul a tönkremeneteli úthossz is nagyobb a beágyazás nélküli esetben. A szakítóvizsgálatok mérési eredményeiből meghatározott, simított átlaggörbéket modelleztem a Vas-féle szálkötegcella-elmélet [1] segítségével. A modellezéshez minden esetben két, párhuzamosan kapcsolt nemlineáris E-köteget alkalmaztam. A modellezés jóságát (azaz a mérésekből meghatározott átlaggörbe és a modelltörbe közötti eltérést) az átlagos négyzetes hibával jellemeztem. A mérésekből meghatározott simított átlaggörbe és a szálkötegcella elmélettel számolt görbe között a relatív átlagos négyzetes hiba minden esetben kisebb volt, mint 3,7%, sőt egy esetet leszámítva kisebb volt, mint 2,2%. Ezen eredmények alapján megállapítható, hogy a szálkötegcella-alapú modellezés egy gyors, kis számítási igényű módszer, amely alkalmas a vizsgált egyrétegű kompozit lapok egytengelyű húzóvizsgálat során tapasztalt deformációs és tönkremeneteli viselkedésének modellezésére.

Irodalom:

[1] Vas L. M.: Idealizált statisztikus szálkötegcellák és alkalmazásuk szálás szerkezetek, kompozitok modellezésére. MTA doktori értekezés (2007).

IPARI TERMÉK- ÉS FORMATERVEZÉS



**Műszaki Tudományi
Szekció**

Alternatív fogkrém csomagolások

Munkám során a fogápolás eszközeivel, ezen belül a tubusos fogkrémek alkalmazásával foglalkozom. A csomagolás teljesen új formai kialakításával próbálok megoldást találni a fogkrémes tubusokra jellemző hibákra és egyúttal megkönnyíteni a felhasználást. Olyan formaterveket mutatok be, melyek jelentősen megkönnyítik a paszta kinyomását a fogkefére.

Célom az is, hogy a tervezett termék egykezes használatra alkalmas legyen, ezzel is növelve a csomagolás kényelmi funkcióit. Elsődleges célom, hogy a fogkrém felhasználását megkönnyítsem, emellett az is fontos, hogy megjelenése esztétikus, a felhasználók otthoni környezetébe illeszkedő legyen. Mivel a tubusok használatuk során jelentős mechanikai igénybevételnek vannak kitéve, deformálódnak, így kezdeti és végállapotuk erős differenciát mutat. Amennyiben a csomagolás rendelkezik egy olyan talpfelülettel, melyen megállítható, úgy megfelelő kialakítással elérhető, hogy még szinte teljesen üres állapotban se legyen szükség arra, hogy elfektessük. Ha a csomagolás a felhasználás során egyáltalán nem deformálódik, akkor esztétikai értéke és reklámhatása is megmarad a fogkrém teljes elfogyasztásáig.

Sokan nem is tudják, de a fogkefék fejének mérete nem illeszkedik ahhoz a megfelelő mennyiségű fogkrémhez, amennyi egy átlagos személy fogápolásához szükséges, így sokan a szükségesnél több fogkrémet használnak. Ezzel egészségügyi kockázatot ugyan nem vállalnak, ám a túlzott mennyiség elpazarlásával pénzt veszítenek, így közvetve károsítják a környezetet is, hiszen gyakrabban vásárolnak újabb termékeket. Az sem elhanyagolható szempont, hogy a nagyobb mennyiségű fogkrém csatornába juttatása megnöveli a szennyvízterhelést is. Az ökológiai szempontokhoz hozzátartozik az is, hogy a fogkrémeket általában kettős csomagolásban, azaz a tubust kartondobozba helyezve hozzák forgalomba azzal a céllal, hogy megnöveljék a csomagolás információs és reklámfelületét. Az általam tervezett csomagolások esetében a plusz kartondoboz elhagyható.

A tervezési munka során megszületett alternatív fogkrém csomagolások mindezen problémára szeretnének megoldást kínálni, és egy, a meglévőknél jobb terméként megjelenni.

Az Arduino elektronikai fejlesztőplatform oktatási lehetősége a terméktervező képzésben

Az Arduino egy nyílt forráskódú elektronikai fejlesztőplatform, mellyel széleskörűen állíthatók össze szenzorokat és aktuátorokat tartalmazó termékek. A legelterjedtebb programozási formája az IDE integrált fejlesztői környezetben történik, melynek logikája azonban a programozásban járatlanok számára nehézséget okozhat. Erre a problémára kínál hatékony megoldást a blokk alapú programozás, mellyel a fókusz a kódírás helyett sokkal inkább a tervezésre és az algoritmikus gondolkodásra irányulhat.

A dolgozat célja bemutatni egy olyan példafeladatokkal illusztrált módszertant, mely elősegíti, hogy programozási előismeretekkel nem, vagy csak kevésbé rendelkezők is képesek legyenek elektronikát tartalmazó termékek tervezésére. A terméktervező képzésben részt vevő oktatóknak és hallgatóknak a terméktervezés és az elektronika kapcsolatáról alkotott véleményét és igényeit feltérképezve, megfelelő módszerekkel lehetőség nyílt a képzésben tanulókkal számukra előnyös módon megismertetni a mikrokontroller vezérlés alapjait. A kutatásban az Arduino fejlesztőplatform blokk alapú programozásával az alapoktól kezdve egyre összetettebb konstrukciókig eljutva mutatom be, hogy mindezek segítségével a továbbiakban miként valósulhatnak meg korszerűbb, dinamikusabb terméktervezési tanulói projektek.

SZÁNTÓ MARCELL
marci199803@gmail.com

Óbudai Egyetem
Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar

Témavezetők:
Borsos Döníz
óraadó, OE KVK
Sándor Tamás
adjunktus, OE KVK

Egészségügyi távfelügyeleti karpánt megvalósítása LoRaWAN technológiával

Az emberi élet védelme a legfontosabb és vannak olyanok, akik esetében különös figyelmet kell erre fordítanunk. Csupán Magyarországon több, mint 560 ezer mentális zavarokkal küzdő embert tartanak számon, ezen kívül még az idősek, az Alzheimer-kórban, illetve demenciában szenvedőket is érinti az a veszély, hogy nem tudnak saját magukra megfelelően vigyázni.

Projektem célja egy olyan eszköz készítése, amely monitorozza a viselője életjeleit és szükség esetén vészriasztási jelzést ad, valamint ezen felül a beépített helymeghatározási funkcióval segít megtalálni a bajba jutott személyt. További szolgáltatása még az elesés érzékelése, amely főleg az előrehaladott korúak körében jelent veszélyt.

A karpánt adatait LoRa hálózaton keresztül továbbítja majd az eszköz, ami hosszú működési időt illetve felhő alapú elérést jelent a kórházak, intézetek illetve hozzátartozók számára.

Első szoftverhasználatot segítő (user onboarding) megoldások hatékonyságának vizsgálata

A szoftverergonómiai tervezési irányelvek figyelembevételével és felhasználó-központú kutatási módszerek alkalmazásával folyamatosan fejleszteni lehet a szoftvertermékeket a minél jobb felhasználói élmény elérése és a termékek iránti elköteleződés érdekében. A közkedveltség eléréséhez egy rendszernek nem elegendő a funkcionális elvárásokat teljesíteni, könnyen használhatónak is kell lennie. A cél, hogy az adott szoftver felhasználói pozitív élményekkel gazdagodjanak már az első használat (onboarding időszak) során is, amikor megismerik a termék kezelését. A tágabban értelmezett onboarding folyamat már a tájékozódás során megkezdődik, így kulcsfontosságú annak az útnak a támogatása, ami idő alatt egy potenciális felhasználó a terméket rendszeresen használó felhasználóvá válik.

Jelen kutatás középpontjában így a különböző típusú user onboarding megoldások hatékonyságának vizsgálata áll. A dolgozat elméleti részében ezek a módszerek kerültek szakirodalmi alapoottsággal összegyűjtésre. A kutatás 18 fő bevonásával került lefolytatásra, a résztvevőknek a Paint 3D programban kellett végrehajtaniuk különböző feladatokat szemmozgás-követéssel támogatott használhatósági vizsgálat keretein belül. A 18 fő három csoportba lett besorolva: a referencia csoport résztvevői a használhatósági vizsgálat feladatait onboarding megoldás nélkül végezték el, további 6 felhasználó néhány a termékhasználatot bemutató (tutorial) videóval találkozott, 6 résztvevő pedig egy kattintható, a fontosabb funkciókat elmagyarázó megoldással. A referenciacsoport eredményei így összehasonlíthatóvá váltak az onboarding megoldásokkal támogatott eredményekkel. A vizsgálat során mért mutatók (sikeresség, időigény, érzelmi reakciók, hibák száma, a hőtésképekből kinyert adatok), illetve a vizsgálat után a tesztalanyokkal kitöltetett SUS teszt eredményei számszerűsítették a feladatmegoldásokat, így a különféle onboarding módszerek hatékonysága mérhetővé vált a statisztika eszközeivel is.

Az eredmények azt mutatják, hogy az onboarding módszerek hatékonyak bizonyulnak több mutató mentén is, így érdemes ezeket a megoldásokat alkalmazni szoftvertermékek esetében a könnyebb megtanulhatóság érdekében.

A használhatósági vizsgálat után a felhasználói vélemények is feltárásra kerültek az alkalmazott onboarding megoldásokkal kapcsolatban interjúsorozat keretein belül, amelyek útmutatást adhatnak az ipari szereplők számára is a megfelelő onboarding változat fejlesztése során.

Inhalátor design

Dolgozatom témája olyan orvosi termékfejlesztés, mely elsősorban az asztmások és más légúti fertőzésben szenvedő emberek mindennapi életét könnyíti meg. A személyes indítatásból származó projektem elsődleges célja olyan innováció, melyben az új forma, funkció és anyag segítségével az inhalátor elszakad a sokak számára idegen eszköztől és olyan terméké válik, melyben az emberek megbíznak, és számíthatnak rá a legvárhatóbb helyzetekben is.

Kutatásaim során észrevettem, hogy a jelenleg piacon lévő változatok kevésbé hordozhatók, könnyen éri őket szennyeződés, és megjelenésük a legkevésbé sem barátságos a felhasználók számára. Egyes darabok használata ráadásul bonyolultnak is bizonyult.

Az általam tervezett termék nagy előnye, hogy kialakításának köszönhetően egy kézzel kezelhető, illetve a készülékben helyet foglal egy elektronikus adagoló számláló, mely mutatja a rendelkezésre álló gyógyszer mennyiségét, amit egyszerűen lehet leolvasni a kijelzőről. Emellett törekedtem az ergonomikus formai kialakításra és letisztult arcú tervezésére is. A gondosan kiválasztott anyagú készülék hozzájárul a környezet védelméhez, mivel kialakításából fakadóan könnyen szétszerelhető és újrahasznosítható. Hordozhatóságának és azonnali gyors használatának köszönhetően szabadságot és biztonságos érzést adhat a légúti betegségben szenvedő társainknak.

Kollekció a slow fashion jegyében

A napjainkban folyamatban lévő éghajlatváltozás az ipari forradalomig vezethető vissza. Az iparosodás által bekövetkezett globalizáció olyan sorozatos, környezetre káros emberi tevékenységhez vezetett, amely a ma tapasztalható globális felmelegedést okozta. A globális felmelegedést eredményező problémák fő okozója az ipar, melynek szerves része a divatipar. Problémafeltárásként kutatást végeztem és sorra vettem a divatipar környezetre káros tevékenységeit, összevettem a textilipari nyersanyagok előállításakor felmerülő energiaigényeket és a környezetkárosító hatásokat. Pályamunkám célkitűzése egy olyan kollekció megalkotása, amelynek előállításakor a lehető legkevesebb hulladék keletkezik.

Kutatásom a jelenleg is használatos és a történelem során különböző népcsoportok által használt textilfestési- és mintázási technikákra irányult. Öt növényi alapanyagtypust választottam, a lent, a kendert, a rami, a pamutot és a kevert szálak len-rami vásznát, melyeken festési és mintázási technikákkal kísérleteket végeztem. Ezzel egyidejűleg készítettem egy összehasonlító elemzést, amelyben az említett anyagtypusok környezetre való hatásait vizsgáltam az alapanyagként szolgáló növénytermesztéstől egészen a kész textilpia piacra kerüléséig. Az elvégzett kísérletek alapján a Tataki-zomé technikát választottam. Ezen technológia alkalmazásakor a nyers növényi alkotóelemet megfelelő joule nagyságú erővel sajtoljuk az anyagba. A sajtolás során a növény színpigmentjeit tartalmazó nedvesség térhálósodik a textil felületén, így a mintázás után mindössze növényi elemek komposztálható részei maradnak fenn hulladékként. Az alapanyag kiválasztásához végzett összehasonlító elemzés végeredményeként a választásom a kenderre esett.

A kollekciótervezéskor meghatározott fő szempontjaim: a környezetterhelés minimalizálása, az egyszerű letisztult formák használata, az egészségvédelmi szempontok betartása és az öltözékek természetes megjelenésének biztosítása. Ezen szempontok alapján létrehoztam egy 10 darabos öltözekekollekciót, mely 5 ruhából és 5 felsőrészből áll.

Kollekcióm a Zeraw brand nevet kapta. A névben szereplő angol "raw" szó utal a mintázáskor alkalmazott technológiára, ami során kizárólag nyers növények kerülnek felhasználásra, a zéró szó önmagában pedig utal a ruhák hulladékmentes szabászati technológiájára és a kollekció lelkületére. A tíz darabos kollekcióból kivitelezésre három modellt választottam, egy ruhát és két felsőrészt, amelyből két mintadarab kivitelezésre is került.

Reflexiók beltéri lámpa

A tervezési folyamat konkrét lépéseiről ugyan nincs konszenzus a szakmai világban, valamint gyakran egyénenként változik ki, hogy áll neki egy mérnöki vagy művészi kihívásnak, viszont léteznek olyan alapvető állomások, amelyek minden design folyamat részei. Valamint az is köztudott, hogy a design folyamat nem lineáris, vagy képletszerű, amibe a helyes változók behelyettesítésével megkapjuk a komplett terméket. A terméktervezési folyamat egy olyan visszacsatolásos folyamat, ahol mindegyik lépésnek hatása lehet az összes korábbi folyamatelemre, megváltoztathatja az alapvetően megválaszolni kívánt kérdést. Egy egyszerűsített tervezési folyamat részeit szeretném bemutatni saját projektemen keresztül, több figyelmet szentelve a folyamatnak, a kísérleteknek és az ezekből következő döntéseknek.

Kutatási munkám személyes motivációm ihlette, melynek tárgya a saját mennyezeti lámpám újragondolása volt. Ennek során egy olyan lámpa megtervezése, majd létrehozása volt a cél, melyből a fény nem direkt módon, hanem tükörfelületről visszatükröződve jut a megvilágítani kívánt felületre, ezzel csökkentve a káprázás jelenségét. Analitikus megközelítés helyett inkább anyag és formakísérletekre helyeztem a hangsúlyt, egy-egy koncepcióra kerestem olyan anyagot és módszert, amivel előállítható a kívánt hatás, majd az eredményeket összevettem az eredeti elképzelésemmel és aszerint folytattam az ötletelést. Ennek a ciklusnak többszöri elvégzésével jutottam el egy működő munkamodellig. A dolgozatomban a folyamat során elért eredményekre, észrevételekre, esetleges kudarcokra, zsákutcákra térek ki.

BÓR DORINA
bor.dorina98@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gépészmérnöki Kar

ETZLER ÉVA
etzlerev@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gépészmérnöki Kar

GALBÁCS MÁRTON
marci.nasa@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gépészmérnöki Kar

*Témavezető:
Dr. Lógó Emma
adjunktus, BME GTK*

Tovább, tovább, elfogadom, futtatás, avagy az egyetemi licenszű szoftverek telepítési nehézségei

Az egyetemtől, illetve gyártóktól kapott ingyenes (diáklicenszes) szoftverek az egyetemi évek alatt komoly anyagi terhektől mentesítik a diákokat. Érdekes azonban megfigyelni a telepítési körülményeket is. A BME diákjai számos nehézségbe ütköznek az egyetem által licenszelt Matlab telepítése során, mely egy numerikus számítások elvégzésére kifejlesztett szoftver és programnyelv, amely mind a mérnöki alapszakok, mind a mesterszakok elvégzése során hasznos eszköz a tantárgyak és tanórákon kívüli projektek elvégzésében.

Kutatásunk során elsőéves mechatronikai mérnök (Gépészmérnöki Kar) hallgatókat vizsgáltunk, ahogy telepítik az egyetem által licenszelt Matlabot, miközben a (második szintű) hangos gondolkodás módszerét alkalmaztuk (TAP). Egy nyílt forráskódú szoftver – az Inkscape – telepítési folyamatát használtuk viszonyításképp.

Főképpen a Matlab telepítéséig való eljutás időigényességét, és a hallgatók stressz-szintjét vizsgáltuk. Az utóbbi számszerű felméréséhez egy a szakirodalomban talált módszer, a NASA Task Load Index alapján készített saját kérdőív kitöltését kértük mindkét telepítési feladat elvégzése után.

A kutatás eredményeit és a telepítési folyamat módosítására irányuló javaslatainkat megosztjuk az egyetem Matematika Intézetének illetékeseivel és a MathWorks (a Matlab gyártója) egyetemi onboardingért felelős munkatársaival, és reméljük, hogy közös munkánk eredményeképpen a későbbiekben egy ergonomikusabb út nyílik a hallgatók számára a Matlab telepítésére.

IVÓVÍZELLÁTÁS ÉS SZENNYVÍZ- KEZELÉS



**Műszaki Tudományi
Szekció**

Csongrádi szennyvíztelep üzemeltetési kihívásai

Míg a folyamatos betáplálású szennyvíztisztító rendszerek esetében a biológiai tisztítás és az ülepedés különböző műtárgyakban zajlik, addig a szakaszos technológia esetében az összes folyamat egyetlen reaktorban, de különböző időben. Egy cikluson belül a töltés, reakció, ülepítés, dekantálás, illetve iszapelvételek folyamatai zajlanak le. Az egyes ciklusok időtartama a befolyó szennyvízminőségtől és mennyiségtől és a tisztítási előírásoktól függenek. A kutatás célja, hogy biokinetikai összefüggések segítségével ezen ciklusidők meghatározásra kerüljenek, az optimális tisztítási hatásfokok, valamint a gazdaságos és hatékony üzemeltetés mellett. A ciklusidők meghatározása szárazidei illetve csapadékos időszakokra kerültek kiszámításra. Numerikus áramlástani szimulációk (CFD) segítségével a pelyhes anyag ülepedését is lehet vizsgálni, ezáltal az iszapelvételei rendre lehet következtetni. Továbbá ellenőrzésre került, hogy a rendszerbe beépített mechanikus keverő az iszapot lebegésben tudja-e tartani. Az ülepedési folyamat leírását helyszíni mérések alapján kalibráltam. Az alkalmazott többfázisú áramlási modell segítségével az iszapfelszín-víztér határrétegének dinamikája előrejelezhető, amely fontos paraméter a dekantálás optimalizálására. A reakció időket tekintve továbbá szimulációk kerültek elvégzésre az elkeveredési hatékonyságot vizsgálva.

Egészségügyi intézmény belső vízhálózatának mikrobióta vizsgálata API teszttel

Az egészségügyi intézmények esetében nagyon fontos, hogy megfelelő higiéniai körülmények álljanak rendelkezésre. Ennek biztosítására nagyon sokféle intézkedés és eljárás létezik, ugyanakkor egy nehezen ellenőrizhető területről van szó. TDK dolgozatom témája belső ivóvízhálózatban fellelhető kórokozók vizsgálata, melyek akár nosokomiális fertőzéseket idézhetnek elő kórházakban. Víztisztítási vizsgálatok révén feltérképezhető egy adott intézmény vízrendszerének bakteriális összetétele, ami fontos információkat nyújt a létesítményben fellépő kockázatokról. A jelenlegi kutatásom célja az volt, hogy hagyományos tenyésztési eljárással vizsgáljam egy győri egészségügyi intézmény belső hálózatában elterjedő baktériumközösség összetételét. A vizsgálatokat két akkreditált laboratórium közreműködésével végeztem el. A baktériumtenyészetek azonosítása API tesztekkel és biokémiai tesztekkel valósult meg. Megismertem a különböző baktériumok telepmorfológiáját és jellemzőit, tapasztalatot szereztem laboratóriumi környezetben. A kiértékelés során API 20 E és API 20 NE teszttel 14 különböző taxont azonosítottam, ezek közül legnagyobb arányban az *Aeromonas hydrophila* és a *Pseudomonas stutzeri* fordult elő különböző táptalajokon. Az *A. hydrophila* és a *P. stutzeri* is képes nosokomiális fertőzést kialakítani klinikai környezetben, elsősorban fiatal vagy gyenge immunrendszerrel rendelkező szervezetben okozhatnak súlyosabb betegséget. Emellett *Legionella* baktériumokat is sikerült kimutatnom a vízmintákból, melyek aeroszollal terjedve kórházi környezetben súlyos légúti megbetegedéseket idézhetnek elő legyengült egyéneknél. A kutatás során 39 tenyészetből API tesztekkel 29 esetben tudtam fajszintű azonosítást végezni, míg 10 esetben csupán kevésbé pontos (genusz/nemzetség szintű) taxonómiai azonosítás sikerült.

Házi szennyvíztisztító tisztított vizének ökotoxikológiai vizsgálata

Napjainkban központi témává vált a centralizált, azaz a szennyvíz szennyvízcsatornában történő összegyűjtése és elvezetése a szennyvíztisztító telepre, valamint a decentralizált szennyvízkezelési eljárások, azaz a szennyvíz helyben történő gyűjtése és kezelése közötti különbség. A házi szennyvíztisztítók kérdésköre azért fontos, mert sok esetben nincs lehetőség arra, hogy az adott ingatlan tulajdonosa rákössön a közcsatornára. Ebben az esetben a házi szennyvíztisztító berendezés alternatív megoldás lehet.

Munkám során egy hazai gyártású házi szennyvíztisztító tisztított vizét vizsgáltam és hasonlítottam össze a gyártó által megadott kibocsátási értékekkel. A vizsgálat célja, hogy megállapítsuk, a gyártó által megadott tisztított szennyvíz paraméterek mennyire tarthatók valós használat során. A témához kapcsolódó hazai és nemzetközi jogszabályi háttér, valamint az érvényben lévő szabványok előírásai alapján végeztem a mintavételt és a vizsgálatokat.

A szakirodalom ismertetését követően a tisztított szennyvíz szerves és szervetlen kémiai, valamint ökotoxicitás vizsgálat eredményeit mutatom be. Továbbá megvizsgálom a tulajdonos berendezéssel kapcsolatos elégedettségét és karbantartási szokásait kérdőíves felmérés alapján.

A kutatásom eredménye alapján a vizsgált egyedi kisberendezés tisztítási hatékonysága megfelel a törvényi előírásoknak és megfelelő karbantartás mellett, valódi alternatívát kínál szennyvízelvezetéssel és tisztítással nem rendelkező háztartások számára.

Különböző szennyvíz iszapok agglomerálhatóságának vizsgálata a termikus hasznosíthatóság vonatkozásában

Institute of Raw Material Preparation and Environmental Processing carry out a GINOP-2.2.1-15- 2017-00069 project, wherein the energetic utilization of sewage sludge is one of the main objectives. Two kinds of sewage sludge sample (before and after anaerobic digestion) originated from DRV Plc was investigated. The aim of my experiments was to determine the optimum condition for the agglomeration process achieving the best quality tablet, suitable for energetical utilization. The experiment consists of three stages: drying, briquetting, and testing. The main parameters that were observed are moisture content of the sludge (5%, 10%, 15% or 20%), briquetting temperature (25 o C, 80 o C), and pressure range (50 to 300 MPa). The sample material was agglomerated into cylinder form tablets in an experimental hydraulic piston press with 25 mm diameter. The quality of the produced tablet was evaluated by their density and their tensile strength through Brazilian test.

In the study, the results of the experiments for both samples are compared to each other and recommended briquetting process parameters are given.

Kereki-Pusztaszemes települések regionális rendszerre történő rákötésének megvalósíthatósága

Kereki-Pusztaszemes települések ivóvizének biztosítása Kereki felszín alatti vízbázisára kiképzett fűrt kutakkal megoldott. A felszíni alatti vízbázisokra jellemzően a kitermelt víz jelen esetben is határértéket meghaladó vas- és mangántartalommal rendelkezik, és e mellett a kutak állapota is jelentősen leromlott, amely a maximálisan kitermelhető vízhozam tekintetében is negatív hatású.

A fenti probléma nem csak fogyasztói, hanem szolgáltatói, részemről üzemeltetői kérdéskör is, mivel a települések megfelelő mennyiségű és minőségű ivóvizének biztosítása területi vezetőként az én feladatom is. Dolgozatomban a felszín alatti vízbázis kiváltását tervezem a DKBRV regionális vízelosztó rendszerre történő rákötéssel, amelyhez egy viszonylag rövid, 1223 fm hosszúságú távvezeték lefektetése szükséges, a meglévő, üzemelő rendszeren pedig minimális átalakítások válnak indokoltá.

Az összekötéssel a települési nyomásviszonyok változatlanok maradnak, azonban a települési vízmű, és az ott lévő vízkezelő berendezések üzemén kívül helyezésével is lehetővé válik a 201/2001. (X. 25.) Kormányrendeletben rögzített paramétereknek megfelelő minőségű, és elegendő mennyiségű ivóvíz biztosítása. Emellett jelentős energia megtakarításra is lehet számítani.

Potenciális kezelési megoldások elemzése háztartási mosóvizek újrahasználata céljából

Az elegendő mennyiségű és minőségű víz biztosítása egyre komolyabb kihívást kezd jelenteni. Alternatív vízforrást jelenthetnek az ún. szürkevizetek, amelyek a fürdésből, mosásból és mosogatásból származó vizeket jelentik háztartási szinten. Ezen vizek gyűjtésével, és kezelésével olyan kezelt vízhez juthatunk, amelyet újra használhatunk, WC-öblítésre, öntözésre, vagy akár autómosására is. A szürkevizetekben nagymennyiségű felületaktív anyag található, amelyek a háztartási szennyvízzel kikerülhetnek a felszíni vizekbe, ahol annak felszínén vékony habréteget képezve csökken a víz felvehető oxigén mennyisége, illetve az öntisztulási folyamat hatásfoka. Ezért újrahasználat előtt a szürkevizet fontos ezektől a felületaktív anyagoktól megtisztítani.

Kutatásom célja, a háztartási mosóvizekből, más szennyeződések mellett, ezen detergensok eltávolítására alkalmas módszer fejlesztése, hatékony és gazdaságos vízkezelési megoldások széleskörű elemzésével. A különböző szürkevízkezelési megoldások tisztítási hatásfokának összehasonlítása érdekében egy állandó összetételű ivóvíz alapú szintetikus mosóvizet készítettem el hagyományos és biomaszszerek használatával. A szintetikus mosóvíz minőségének, valamint a kezelési megoldások eredményességének ellenőrzése céljából, mint vízminőségi paramétereket vizsgáltam a pH-t, zavarosságot, fajlagos elektromos vezetőképességet és a zéta-potenciált. Továbbá a szervesanyag tartalom mennyiségi meghatározására elemeztem a minták biológiai oxigénigényét, kémiai oxigénigényét és oldott szerves széntartalmát is. Ezen paraméterek mellett a kezelési lépések hatékonyságának ellenőrzése céljából mértem a minták anionaktív-detergens tartalmát is. Továbbá a szintetikus mosóvíz minták elemanalitikai vizsgálatát is elvégeztem ICP-OES módszer használatával. A mosásból származó szürkevíz újrahasználatra való előkészítése során, mint kezelési eljárást, komplexen alkalmaztam koagulációt, kvarchomok szűrőközegen történő szűrést, valamint oxidációs eljárást. Megállapítottam, hogy a mért és elemzett vízanalitikai paraméterek alapján optimális vegyszermennyiségek használatával sikeresen használtam egy többlépéses kezelési eljárást mosóvizek tisztítására. Ennek eredményeképpen a minőségre vonatkozó nemzetközi ajánlásokban szereplő minősítési paramétereknek megfelelő, háztartási szinten, ivóvíz minőségű vizet nem igénylő feladatokra újrahasználható, mosásból származó tisztított szürkevizet állítottam elő.

Söripari szennyvíztisztító állomás matematikai modellezése

A szennyvíztisztító állomások kiépítése és üzemeltetése egyre nagyobb kihívást jelent a folyamatosan szigorodó kibocsátási határértékeknek köszönhetően. Különösen problémásak azon esetek, amikor koncentrált ipari szennyvizet kell olyan szinten tisztítani, hogy az végső befogadóba bocsátható legyen. A komplex biokémiai szennyvíztisztítási folyamatok miatt a klasszikus (empirikus) méretezési és vizsgálati eszközök kevésbé hatékonyak, mint a napjainkban egyre elterjedtebben alkalmazott matematikai modellezés. A modellezés célja a rendelkezésre álló adatokból lehető legtöbb információt kinyerve olyan folyamatoptimalizálási stratégiák kidolgozása, ami tisztítási hatásfok növekedést és működési költségcsökkenést eredményez.

Kutatásom során egy térségünkben működő sörgyár szennyvíztisztítóját modelleztem. A modell felépítéséhez a STOWA protokoll alapján karakterizáltam és vizsgáltam a nyers és a tisztított szennyvizet. A kalibrálásához szükséges adatokat a szakaszos üzemben működő bioreaktorból vett mintákból nyertem ki.

Munkám során egy SBR típusú szakaszos üzemű reaktorban vizsgáltam az oldott oxigén koncentráció, illetve a környezeti változások hatását az elfolyó tisztított szennyvíz minőségére nézve. A szimulációk elvégzése során fényderült arra, hogy az alacsonyabb oldott oxigén koncentráció esetében jelentős energia megtakarítás jelentkezik a rendszerben, úgy hogy a tisztított szennyvíz minősége elhanyagolható mértékben változik.

Szén nanocső kompozitokkal módosított membránfelületek alkalmazása az olajszennyezett vizek hatékony tisztítására

A számos ipari tevékenységből eredő olajszennyezések okozta környezet- és egészségkárosítás csökkentése érdekében szükséges a szennyvíztisztítási technológiák fejlesztése. A membránszeparáció igen ígéretes megoldást jelenthet, ha sikerül ún. „anti-fouling” membránok fejlesztésével jelentős mértékben visszaszorítani a fluxuscsökkenést. Kutatómunkámban különböző TiO_2/CNT nanokompozitok (1, 2, 5% CNT) ilyen célú alkalmazhatóságát vizsgáltam, melyek a fluxusnövelés mellett, vegyszermentes, fotokatalitikus regenerálást is biztosíthatnak.

Először 0,1 MPa transzmembrán nyomás mellett vizsgáltam az elérhető fluxusokat a különböző membránok esetében, és megállapítottam, hogy az 1% szén nanocső tartalmú kompozittal 2,5-szeres, míg a 2% CNT tartalmú kompozittal 4-szeres fluxusnövekedés volt elérhető a kezeletlen membrán fluxushoz képest. Az 5% CNT tartalom már nem volt kedvezőbb a tiszta TiO_2 -dal történő bevonásnál.

A 2% CNT tartalmú kompozittal módosított membrán esetén nem csak a fluxus volt kiemelkedő, de az irreverzibilis szűrési ellenállás jelentősen kisebb volt, mint a membrán saját ellenállása és a reverzibilis ellenállás is minimális volt.

Ezen felül az említett kompozittal módosított felületű membrán 150 perces UV-A fénnel történő megvilágítással fotokatalitikus úton regenerálható volt, és sikerült vegyszermentes módszerrel visszanyerni a membrán eredeti vízfluxusát.

Dolgozatomban vizsgáltam továbbá azt is, hogy különböző transzmembrán nyomást (0,1/0,2/0,3 MPa) alkalmazva, milyen fluxusok, illetve tisztítási hatékonyságok érhetők el a kezeletlen, illetve a nanokompozittal felületmódosított membránok esetében.

Megállapítottam, hogy a kezeletlen membránok esetében nem növelhető a fluxus számottevően a transzmembrán nyomás emelésével, és a nagyobb nyomás a tisztítási hatékonyság jelentős csökkenéséhez vezetett. A 2% CNT tartalmú kompozittal módosított membrán esetében azonban a transzmembrán nyomás emelésével jelentős fluxusnövelés volt elérhető, a tisztítási hatékonyság jelentős csökkenése nélkül.

A kompozittal történő felületmódosítás kiváló tisztítási hatékonyságok elérését is lehetővé tette: a zavarosság 98,9/99,7/99,8 %-kal, a kémiai oxigénigény 95,1/95,9/96,0 %-kal, míg az extrahálható olajtartalom 96,8/97,9/98,1 %-kal volt csökkenthető a 0,3/0,2/0,1 MPa transzmembrán nyomások esetében. Kiemelkedő az is, hogy a felületmódosítás tisztítási hatékonyságra gyakorolt kedvező hatása a transzmembrán nyomás növelésével egyre jelentősebbé vált.

JÁRMŰGÉPÉSZET



**Műszaki Tudományi
Szekció**

GEYER KIRILL VALENTIN
kirillgeyer@gmail.com

Neumann János Egyetem
GAMF Műszaki és Informatikai Kar

Témavezető:
Fodor Antal
tudományos segédmunkatárs, NJE GAMFK

Első szárny tervezése egy Formula Student versenyautóra

A dolgozat célja, hogy a Formula Student versenyszabályzat alapján megtervezzem egy versenyautó főbb aerodinamikai elemei közül az első szárnyat. Egy irodalomkutatás elvégzése után a követelményrendszer és specifikációk tanulmányozására kerül sor. Ezt követően funkcióanalízis segítségével főbb koncepciókat dolgozok ki, amelyek közül egy kerül kiválasztásra. A részletes szabályzatnak megfelelő 3D tervezés során elkészült modelleket végeelem módszerrel vizsgálom a formák jóságának kutatása érdekében, több lépésben. Egy adott részegységre fókuszáló kétdimenziós áramlástan szimulációkat követően három dimenzióban vizsgálom az elem járműre vett hatását. A dolgozatot a gyártási folyamat alapvető kidolgozásával zárom.

Gázturbinák befecskendezés vizsgálata – magas nyomáson

Dokumentációm egy kísérleti mikrogázturbina égésterének, és a befecskendezéshez szükséges részek megtervezésével kezdődik, majd pedig a vizsgálatokhoz szükséges számítások elvégzését követően egy szivattyúteszter segítségével a kiválasztott injektorokkal befecskendezés vizsgálatok lettek elvégezve, különböző befecskendezési értékek beállításával. A kijött eredmények dokumentálásra kerültek a dolgozatban, amiket egy rövidebb kiértékelés követett.

Indirekt gumibroncs-nyomás monitorozó rendszerek vizsgálata

Napjainkban a gumibroncs-nyomást monitorozó rendszerek (TPMS) elterjedtté váltak a járművekben. A gumibroncs-nyomás meghatározására alapvetően két főbb csoportot tudunk megkülönböztetni: a közvetlen nyomásmérő és indirekt nyomásbecslő módszereket. Ezen módszerek közül, a kisebb költségük miatt, az indirekt módszereknek jelentős a szerepük. A modern indirekt TPMS-ek jelfeldolgozáson alapulnak, a legtöbb esetben valamilyen transzformáció (FFT, wavelet, Walsh–Hadamard...) segítségével előállítanak a kerékebbesség szenzorok jeléből egy frekvencia spektrumot, mely segítségével meghatározzák a gumibroncs-nyomásától függő sajátfrekvenciáját.

Az elterjedt módszerekben a TPMS-ek a kerékebbesség szenzorok jeleiből Fourier-transzformáció segítségével határozzák meg a gumibroncs nyomásától függő sajátfrekvenciát, de léteznek modell alapú módszerek is. A transzformáció azonban csak az első lépés a gumibroncs-nyomás becslésében. Az így kapott spektrumok nem csak a gumibroncs-nyomásáról, hanem a jármű többi eleméről (motor, erőátvitel), valamint az útfelületről is hordoznak információt, ezért további feldolgozás szükséges. A sajátfrekvencia keresésére az egyik leggyorsabb módszer a csúskeresés, a másik kis számítási igényű eljárás a súlypont módszer. Az egyetemen korábban vizsgálták a gyors Fourier-transzformáció (FFT), Cosinus, és a Hibrid Wavelet-Fourier transzformáció (HWFT) alapú módszereket is, valamint egy új konvolúciós neurális hálózaton alapuló módszert dolgoztak ki a sajátfrekvencia meghatározására.

A dolgozat az indirekt gumibroncs-nyomás monitorozó rendszerek vizsgálatára, továbbfejlesztésére tér ki, támaszkodva a fent említett, a Járműmechanika és Automatizálási Kutatóintézetben korábban már kutatott és alkalmazott módszerekre. Emellett megvizsgálom, hogy az eddig alkalmazott modelleket és módszereket milyen módon lehetne tovább finomítani egy még pontosabb és robusztusabb (zajokra érzéketlen) gumibroncs-nyomás becslés érdekében.

Kapacitásbővítés öves légrugó termékekkel

Tudományos diákköri dolgozatomat a ContiTech Magyarország Kft.-nél készítettem, ahol a duális képzés keretében három és fél évet tölthettem el. 2018 elején a vasútilégrugókat gyártó részlegre kerültem át. Ezt pedig a későbbiekben CTRS-nek (Continental Train Rail System) és vasúti üzemnek fogom nevezni. Itt számos olyan feladatot kaptam, amivel gyarapítani tudtam a már meglévő tudásomat. Ez időszak alatt nagyon sok feladat és munka adódott a vasúti területen a megnövekedett vevőigények miatt. Az anyacég döntése alapján több fajta vasúti légrugó membrán gyártását telepítik át nyíregyházi telephelyre kapacitásbővítés céljából. Dolgozatom tárgyának az öves légrugó termékek kapacitásbővítését választottam, hiszen számomra ez egy tartalmas és sokoldalú területnek mutatkozott.

A kapacitásbővítés során két modern prés is beszerzésre került, azonban a régi vasúti üzem területe nem volt alkalmas egy ilyen mértékű bővülés befogadására, ezért új helyre kellett költöztetni az egész vasúti üzemet a nyíregyházi gyárterületén belül. Személyesen részt vettem a gyáregység áttelepítésében és a „layout” tervek kidolgozásában is, amit később optimalizáltunk, az úgynevezett CBS (Continental Business System) „material flow” irányelvek használatával.

Továbbá készítenem kellett egy megvalósíthatósági tanulmányt, amelyben ellenőriztem az új termékek gyártásához szükséges eszközök meglétét és állapotát. Részt vettem a hiányzó berendezések tervezésében és gyártásának felügyeletében. Az általam tervezett berendezések részletes bemutatásra kerülnek dolgozatomban.

A vevői igények további növekedése miatt, az általam tervezett és már működő 747N típusú felépítődobból még egy darab került beszerzésre. Ahhoz, hogy ez még nagyobb kapacitással tudjon üzemelni, további fejlesztéseket végeztem a berendezés visszahajtó egységén. A fejlesztés célja a légrugó minőségének javítása, felépítési idő csökkentése és az ergonómia fejlesztése. A dolgozat első részében bemutatom a vasúti légrugók felépítését, működését és gyakorlati alkalmazását.

KÁNTOR KRISTÓF

kksalieri@gmail.com

Miskolci Egyetem

Gépészmérnöki és Informatikai Kar

Témavezetők:

Dr. Bihari János

egyetemi docens, ME GÉIK

Benyó Klára

mesteroktató, ME GÉIK

Kisegítő berendezés ergonómiai szempontjai

A berendezés alkalmazási területe miatt szükséges ergonómiai vizsgálat lépéseit mutatom be. A téma multidiszciplináris volta miatt az alapvető ergonómiai szempontokon túlmenően, a biomechanika és az autóiipari szabványok, ajánlások területét is érintve a tervezéshez használható elveket, útmutatásokat készíték. A felsorolt területek összessége a konstrukciós munka egyik alappillére. Kapcsolatot teremtenek az ember és a berendezés-, illetve a különböző mechanikai adatok között.

Lengéscsillapító vizsgálata személygépjárműben

Munkám egy nagyobb projekt része, mely során egy gépjármű lengéscsillapítását vizsgálom és összehasonlítom a gyári alkatrészek eredményét sport alkatrészek eredményével. A projektet saját mérőrendszer összeállításával és programozásával végeztem. A projekt nagyságából eredően több időt vesz igénybe, így a szakdolgozat célja a jármű gyári lengéscsillapítójának Lehr-féle csillapítás értékének meghatározása.

A járművet kéttömegű gerjesztett és csillapított lengőrendszerként modelleztem. A tömegek gyorsulását és a két tömeg közötti rugó megnyúlását mértem. A számolások során relatív eredményeket mutattam ki a lengéskép alapján, így nem volt szükségem ismert értékű gerjesztésre. A Lehr-féle csillapításhoz a lengőrendszer periódusidejét, csillapítás nélküli sajátfrekvenciáját és logaritmikus dekrementumát kellett meghatároznom. A szakirodalom szerinti méretezési intervallumon belüli értéket kaptam, tehát valóságos eredményt mérhettem.

A mérőrendszert egy Arduino Uno vezérlőegységre építettem. Két gyorsulásmérő és egy ultrahangos távolságmérő vett részt a mérésben. A szenzorokat inter-integrált áramkörbe kapcsoltam és a vezérlőre olyan programot írtam, mely felelt ezért a kommunikációért, működtette a szenzorokat és a mért eredményeket továbbította a számítógépre soros porton keresztül. A számítógép egy általam írt LabVIEW program segítségével dolgozta fel és rögzítette Excel táblázatba a kapott eredményeket.

A mérőrendszert saját magam telepítettem a járműre. A gyorsulásmérőket a lengőkaron és a torony felső csatlakozásánál helyeztem el, a távolságmérő pedig a rugó alsó csatlakozásánál kapott helyet. A szenzorokat összehoztam a kapcsolás szerint és összekötöttem az utastérben lévő vezérlővel.

A telepített mérőrendszerrel útpadkának hajtottam és az ebből adódó lengések gyorsulását mértem. Ennek eredményét diagramon ábrázoltam és így határoztam meg a szükséges adatokat.

A tengelyterhelést mérőpadon végezhettem a kiskunhalasi Fiat Kb. Autoteam segítségével. Így határoztam meg a modellben szereplő tömegek értékét.

Végül saját testsúlyom segítségével állapítottam meg a rugómerevség értékét. A rugó megnyúlását mértem nyugalmi helyzetben, illetve terhelt állapotban, a toronyra állva. Így lineáris karakterisztikát feltételezve számítani tudtam a merevséget.

Motorkerékpár futóművének vizsgálata

A motorkerékpárok alapvető és fontos szerkezeti egysége a futómű. A futómű a hátsó kerékfelfüggesztést, a kereket, a fékeket és az első futómű esetén a kormány szerkezetet foglalja magában. Elsődleges szerepe a váz összekötése a kerekekkel. Működése során a futómű elemeit különböző nagyságú és típusú terhelések érik, ezért fontos mind az alkatrészek, mind a teljes szerkezet megfelelő biztonságának, terhelésekkel szembeni ellenállásának, működés közbeni viselkedésének vizsgálata, ellenőrzése.

A dolgozat témája motorkerékpár futóművének vizsgálata egy külön erre a célra tervezett pneumatikus futómű vizsgáló segítségével. A futóművizsgáló a működése során egy mesterséges akadályt mozgat a vizsgált kerék alatt, ezzel szimulálva a motorkerékpár áthaladását az útegyenetlenségeken. Ilyen módon vizsgálható egy tényleges motorkerékpár futóműve, vagy egy futóműhöz hasonlóan kialakított vázra felfüggesztett kerék is. Az akadály mozgatása pneumatikus munkahengerek segítségével történik. A munkahengerek egy szerelhető vázhoz vannak rögzítve, a stabil megfogás és a megfelelő terhelésleadás érdekében. Az akadályt a kihajlás és lehajlás elkerülése érdekében lineáris vezetékek vezetik meg.

A berendezés használata közben a pneumatikus munkahengerek különböző paramétereit mérjük. A vizsgálat során végzett mérések eredményei alapján lehetőség van további számítások, kiértékelések végzésére, amivel meghatározható, hogy milyen hatással van a futóműre a rá ható terhelés, miközben útegyenetlenségeken halad át.

A motorkerékpárok futóművének dolgozatban ismertetett vizsgálatát a Miskolci Egyetem MotoStudent csapatának munkájához használjuk fel. A MotoStudent egy nemzetközi tanulmányi verseny egyetemisták részére. A verseny során a hallgatókból alakult csapatok célja egy elektromos hajtású vagy belsőégésű motorral hajtott verseny motorkerékpár megtervezése és megépítése. A pneumatikus futóművizsgáló ennek a motorkerékpárnak a futóművének a megtervezését fogja megkönnyíteni, illetve lehetőséget fog adni a mozgás közben fellépő terhelések hatására bekövetkező viselkedés vizsgálatára, elemzésére.

Szilikonolaj alkalmazása torziós rezgéscsillapítóknban

A belsőégésű motorok torziós vibrációs problémái egy nagyon időszerű téma a járműiparban. Több hazai és nemzetközi kutatási - fejlesztési projekt zajlik jelenleg is ebben a témában. Fontos téma a viszkózus torziós rezgéscsillapítók idő- és költséghatékony fejlesztése numerikus eszközök segítségével.

A dolgozat célja a szerkezetekben a tömegelő változások miatt létrejövő rezgések csillapítási lehetőségek áttekintése, a viszkózus torziós rezgéscsillapító elemzése. Egy kiválasztott szilikonolaj esetén meghatározni a csillapítási együttható értékét egy egyszerű viszkózus torziós rezgéscsillapító esetén.

Elemeztem az Ansys Fluent szoftverrel a rezgéscsillapítóban létrejövő sebesség, nyomás és fal melletti nyírósebesség változásának egy kiválasztott szilikonolajban numerikus szimulációval. A torziós rezgéscsillapítók napjainkban történő alkalmazása és a szilikonolaj fejlesztések miatt vált aktuálissá a téma.

KÖRNYEZETMÉRNÖK 1



**Műszaki Tudományi
Szekció**

Biogázüzemi technológia biológiai aktivitásának nyomonkövetése enzimaktivitás vizsgálatokkal

Az üzemi biogáz termelés anaerob fermentációval történik. A fermentorban összetett biokémiai folyamatokat kell folyamatosan úgy felügyelni, hogy azok a legideálisabban menjenek végbe, a megfelelő gázkihozatal érdekében. Az üzemeltetés során két baktériumtörzs kényes egyensúlyát kell biztosítani, ugyanis ha az egyensúly megbomlik, a folyamatok eltolódhatnak a savtermelés, vagy a metántermelés irányába. Ezek egyaránt lassabb fermentációt és csökkenő gázkihozataalt eredményeznek, akár a fermentor hasznos élő kultúrájának kipusztulásához vezethetnek.

Az üzemeltetést ellenőrző paraméterek vizsgálata alapján végzik, melyek a hőmérséklet, pH, lúgosság, illó szerves sav tartalom, fajlagos szervesanyag terhelés és a biogáz kihozatal.

Kutatásom során különböző enzimaktivitás mérésekkel vizsgáltam a fermentorban zajló folyamatokat. Elsősorban a sejtek összes aktivitását jellemző dehidrogenáz enzim aktivitást (DHA) vizsgáltam, illetve az üzem ellenőrző paramétereit elemeztem. Céлом, a lezajló biokémiai folyamatok részletesebb megismerése, illetve a tapasztalatok átültetése a gyakorlati üzemeltetésbe.

Debreceni útszakaszok zajtérképes vizsgálata

Kutatásunk során Debrecen város területén és környezetén áthaladó számozott közutakat vizsgáltuk. Munkánkhoz a Magyar Közút Nonprofit Zrt. oldaláról elérhető hivatalos, a rendelkezésre álló (1995-2017) forgalmi adatokat használtuk fel, amelyekből szabványos módszerrel zajszámitást végeztünk, valamint zajtérképeket készítettünk. Az IMMI zajtérképező programban szelvényenkénti bontásban modelleztük az útszakaszokat, évenkénti állapotfelmérést végeztünk az aktuális évhez tartozó forgalmi adatok hozzárendelésével. A pontosság érdekében ehhez előzetesen saját magunk által megrajzolt szelvénytérképeket készítettünk, amelyhez a KIRA - Közlekedési Információs Rendszer és Adatbázis adatállományát vettük igénybe. Az általunk alkalmazott térképi réteg tartalmazza az utak kilométerenkénti behatárolását, ez lehetővé tette a szelvények pontos lehatárolását. Az eredményekként kapott zajtérképekből egyértelműen látható, hogy a kiindulási (1995) évhez képest a legfrissebb adatú térképen Debrecen városának zajterhelése jelentős változáson ment keresztül. Összességében jelentős közúti forgalomból származó zajterhelés növekedést állapítottunk meg. Munkánk során ennek részletes, számszerű kiértékelését végeztük el. Megvizsgáltuk a forgalom szerkezetének változását is, amely jelentő hatással bírt a zajterhelés megváltozására. Jellemzően megállapítható, hogy a város közigazgatási határain belül csökkent a teherforgalom részaránya, de a személygépkocsik forgalmának nagyon jelentős növekedése az összeterhelés növekedését eredményezte.

Homokszórási hulladék felhasználási lehetőségeinek kutatása

A mai világban egyre nagyobb hangsúlyt kell fektetni arra, hogy minél fenntarthatóbb forrásból tudjuk biztosítani a gyártási folyamatokat. Ennek a fenntarthatóságnak a része, hogy amennyire csak lehetőség van rá, a keletkező hulladékot újból fel lehessen használni, mint alapanyagot. Továbbá a jelenlegi alapanyag éhes világban a lehető legkevesebb hulladékot termeljük meg, és lehetőség szerint a hulladékban megtalálható alapanyagokat kinyerve, újra fel lehessen használni a gyártás folyamatában.

Ezen törekvés mentén került szóba egy közös projekt feladat a BPI Group Hungary és a Gép és Terméktervezési Intézet között. Ennek a keretein belül a homokszórási technológia és a keletkezett hulladék vizsgálatával foglalkoztunk. Innen származik az alap ötlet a dolgozat témájára. A fentebb nevezett cégnél homokszórással tisztítanak fém alkatrészeket, amiből a folyamat végén jelentős mennyiségű hulladék keletkezik, amelyet hulladéklerakóban tárolnak, amely a számukra fontos törekvés mellett, hogy minél inkább környezet tudatos legyen a cég, nem megengedhető. Felmerülhet tehát a kérdés: a hulladék tartalmazhat, illetve tartalmaz-e olyan alapanyagokat, amit újra lehet hasznosítani? Természetesen a technológia vizsgálata során egyértelműen adódik, hogy tartalmaz. Magában a homokszórás kiinduló anyagát tekintve, ami jelen esetben üveggyöngy, illetve tört üveg, biztosan megjelennek a hulladék nagy részében, illetve valószínűsíthető, hogy további alapanyag szempontjából hasznos anyagokat tartalmazhat.

Az előbbieket összefoglalva a dolgozat több részből tevődik össze, melyek a következők: a legfontosabb mindenekelőtt a kapott hulladék több nemű vizsgálata mind összetétel, mind geometriai szempontokat figyelembe véve. Majd a kapott eredmények feldolgozása és kiértékelése, amelyből további kutatásokat kell végezni, arra irányulóan, hogy a hulladékot alkotó anyagokat hogyan lehetne újra hasznosítani a gyártás folyamatában. Illetve további iparágat, technológiákat is keresni kell, amelyek esetlegesen hasznosítani tudnák azokat az anyagokat, amelyek a hulladékban megtalálhatók. Érdemes elgondolkodni azon, hogy a homokszórási hulladék hogyan lehet egy új termék alapanyaga, vagy hogyan jelenhet meg a piacon, mint késztermék.

Li-ion akkumulátor bioszolubilizálásának kísérleti vizsgálata

Az értékes anyagok kinyerése a hulladékokból a fenntartható gazdaság egyik alapja. Ehhez szükséges olyan gazdaságos és környezetkímélő eljárások kidolgozása és alkalmazása, amivel ez megvalósítható. A bioszolubilizálás napjainkban egyre intenzívebben kutatott terület, mivel a hulladékokból való fémkinyerés egy környezettudatosabb, gazdaságosabb alternatívája lehet a kémiai eljárásokkal szemben. Legfőbb előnye, hogy drága, esetleg környezetre káros oldószerek helyett mikroorganizmusok segítségével végezzük az értékes anyagok kioldását a hulladékokból.

A kísérleteket kétfajta acidofil, autótrof mikroorganizmussal végeztem el: az Acidithiobacillus ferrooxidanssal és az Acidithiobacillus ferriduranssal. A mechanikai előkészítésen átesett Li-ion akkumulátor 0,5mm alatti frakciójának kioldási vizsgálatát különféle szilárd/oldószer arány mellett végeztem, majd az oldat kémiai analitikai elemzése alapján értékeltem az elért eredményt.

Napelem park környezeti hatásai

Napjainkban az egyik legfontosabb téma a globális klímaváltozás és ennek befolyásoló tényezői. Mivel az egyik ilyen jelentős befolyásoló tényező az energia előállításából származik, ezért ennek a folyamatnak a környezetterhelését kell elsődlegesen csökkentenünk. Ehhez különböző megújuló energiákat tudunk használni, amelyek közül az egyik a Naptól érkező sugárzás lenne, amit különböző naperőművek által lehet hasznosítani. A napelemek gyártása után következik a parkok kialakítása. Létesítés során először a területet kell kiválasztani, ahova építeni szeretnénk, így a dolgozatban is ennek a szempontjait vizsgáltuk már meglévő napelem parkok előzetes hatásvizsgálatai alapján. Ehhez a következők tényezőket kell figyelembe venni: napsugarak beesési szöge, infrastruktúra, védendő objektumok és a választott terület jellege.

A létesítés során fellépő környezeti hatásokat a hatótényezők szerint elemeztük és kiderült, hogy ezek a hatásokat elviselhetők, egyes esetekben szinte elenyésző. Az környezetterhelésének és igénybevitelének a mértéket pedig a hatásviselők szempontjából értékeltük külön a telepítés, a működés és a felhagyás időszakaira lebontva. Ezen terheléseket először a környezeti elemekre vonatkoztatva (föld, víz, élővilág, épített környezet), majd a környezeti elemek rendszereire, folyamataira, szerkezetére végül pedig a népegészségügy állapotára, valamint a társadalmi, gazdasági és életminőségi változásokra elemeztük. Ezeknek vizsgálatához először a jogszabályi háttér tanulmányozására volt szükség.

A dolgozat segítségével megállapíthatjuk tehát, hogy a naperőművekben folyó villamosenergia termelés valóban környezetbarát, hiszen környezetre gyakorolt károsító hatásai szinte elhanyagolhatók. Amennyiben sikerül javítani a napelemek hatásfokán és megvalósulnak a még kísérleti fázisban lévő fejlesztések, akkor akár az is megtörténhet, hogy az ilyen módon megtermelt energia 100%-ban környezetbarát energia lesz, ez pedig egy nagyon fontos mérföldköve lehetne a fenntartható fejlődésnek.

Autóiparból származó hulladék polimer szálak és pernye előkészítése és szinergikus hasznosítása

A geopolimerek főként a főként a cement- és betoniparban alkalmazott alternatív kötőanyagok, melyek a hagyományos portlandcementhez képest környezetbarátabb anyagok az előállításuk során keletkező alacsonyabb CO₂ kibocsátás miatt, és mivel különböző ipari hulladékok is használhatók alapanyagként (pl. erőműi pernye, kohászati salak, vörösiszap). A geopolimereknek számos előnyös tulajdonságuk van, pl. savakkal szembeni jó ellenállóképességük, tűz- és hőállóak stb., azonban rideg anyagok, ezért a hajlítószilárdságuk javítását már számos természetes és mesterséges szál használatával vizsgálták. Kutatásom során egy eddig még nem vizsgált anyagot, hulladék légszákok feldolgozásával előállított szálakat alkalmaztam szálerősített geopolimerek előállítására.

Első lépésként a lignit típusú pernye főbb anyagtulajdonságait határoztam meg, többek között lézeres szemcseméret-elemző készülék, XRD, XRF, FT-IR spektroszkópia és SEM használatával, illetve a légszák anyagát FT-IR spektroszkóp segítségével határoztam meg. Ezután a pernye őrlési idejét optimalizáltam, hogy megnöveljem a geopolimerek egytengelyű nyomószilárdság értékét. Végül a korábban előkészített szálak a geopolimerek hajlító és egytengelyű nyomószilárdságára, testsűrűségére, szerkezetére, és a geopolimer paszták folyási tulajdonságaira gyakorolt hatását vizsgáltam.

Az elért eredmények alapján fontos következtetéseket lehetett levonni a légszákok előkészítésére vonatkozóan, és arról, hogy a szálak mennyiségének milyen hatása van a geopolimerek tulajdonságaira.

Témavezetők:
Dr. Molnár Mihály
tudományos főmunkatárs, Atommagkutató Intézet,
Nemzetközi Radiokarbon AMS Kompetencia és Képzési Központ (INTERACT)
Major István
tudományos főmunkatárs, Atommagkutató Intézet,
Nemzetközi Radiokarbon AMS Kompetencia és Képzési Központ (INTERACT)

Városi és háttérterületekről származó aeroszol minták izotópanalitikai vizsgálata

Az aeroszol jelentősen befolyásolja a levegőminőséget és az éghajlatot is. Hazánk földrajzi helyzete kedvez a szmog epizódok kialakulásának. A széntartalmú aeroszol forrásainak helye és a kibocsátás mértéke máig alig ismert, így ezek fő témái a jelenkori környezeti kutatások. Mára az aeroszolkutatás jelentős eszköze lett a ^{14}C alapú mérés, mivel lehetővé teszi a biogén, valamint a fosszilis források kvantitatív meghatározását. A TDK munkám keretében meghatároztuk egy vidéki háttérterületről, illetve Budapest egy külvárosi- és egy belvárosi helyszínéről származó $\text{PM}_{2,5}$ frakciójú aeroszol minták széntartalmának ^{14}C koncentrációját. Minden helyszínen és minden évszaktól 1 héten keresztül, szinkronizált módon történtek a mintavételek. A minták radiokarbon koncentrációját MICADAS AMS berendezéssel határoztuk meg, mely a kis ($<1 \text{ mg C}$) mintamennyiséget is kezelni tudja.

A mért radiokarbon értékek igen tág határok között változtak (39-180 pMC), a mintavételek helyétől és az időponttól függően. A belvárosi egyetemi campuson (BpART) néhány minta egyértelműen antropogén, ^{14}C jelezett szennyezést mutatott ($>110 \text{ pMC}$).

A K-pusztai, természetes háttérállomáson egész évben a biogén forrásokból származó széntartalmú aeroszokok dominálnak, minden évszakban. A téli erősödő biogén komponens még itt, a háttérállomáson sem természetes eredettel magyarázható, hanem az egész Kárpát-medencét érintő lakossági fatüzelésből és/vagy ipari biomassza égetésből származhat. A fosszilis források hozzájárulása az egyes évszakokban közel állandó volt. A Gilice téren, külvárosi környezetben már megfigyelhetünk olyan eseteket is, ahol a fosszilis hozzájárulás meghaladja a biogént. Ezen a helyszínen egyértelműen kimutatható az antropogén tevékenység hatása. Itt nagyobb szén tömegkoncentrációt figyelhetünk meg ősszel és télen, mint tavasszal és nyáron. Ősszel a biogén hozzájárulás több, mint kétszerese, télen pedig több mint háromszorosa volt a fosszilisnek.

Eredményeink alapján a belváros esetében (BpART) is a lakossági biomassza égetés okozza a jelentős őszi és téli biogén hozzájárulást. Az átlagos fosszilis hozzájárulás itt is télen a legnagyobb. A széntartalmú aeroszol tömegkoncentráció nyáron volt a legalacsonyabb mind a biogén mind a fosszilis hozzájárulást tekintve. Télen a széntartalmú aeroszolhoz naponta közel azonos arányban járultak hozzá a biogén és a fosszilis források. Feltételezhetően nem a források száma/erőssége változott ekkor, csupán a légköri, időjárási paraméterek változhattak.

KÖRNYEZETMÉRNÖK 2



**Műszaki Tudományi
Szekció**

FISCHER ESZTER
eszti19980729@gmail.com

Pécsi Tudományegyetem
Műszaki és Informatikai Kar

Témavezetők:
dr. Dittrich Ernő
egyetemi adjunktus, PTE MIK
Somfai Dávid Márton
tudományos segédmunkatárs, PTE MIK

Az extenzív zöldtetők vízminőséget befolyásoló hatásának vizsgálata

A TDK munkám során megvizsgáltam, hogy egy extenzív zöldtető milyen hatással bír a csapadékok vízkémiai paramétereire. 10 mintavételi alkalom 9 mintavételi pontjáról történt csapadékmintavétel. Laboratóriumi mérések során meghatároztam a vízminták pH, vezetőképesség és általános vízkémiai paraméter értékeit, továbbá induktív csatolású plazma (ICP-OES) segítségével a minták nyomelem és nehézfém tartalmát. Megállapítottam, hogy az extenzív zöldtető nagymértékű foszforkibocsátó, a maximum érték elérte az 5,08 mg/l-t, illetve a szubsztrátban nitrifikáció megy végbe (az $\text{NH}_4^+\text{-N}$ csökkenésével párhuzamosan a $\text{NO}_3^-\text{-N}$ fokozatosan nő). Továbbá tapasztalható a zöldtetőkön pH semlegesítő hatás, hiszen a csapadékminták átlagos 6,9-es pH-hoz képest a zöldtetőről lefolyó minták 7,46-os átlagos pH-val rendelkeztek.

A zöldtetők mint csapadékvíz visszatartó közegek vizsgálata

A villámárvizek napjainkban egyre égetőbb problémát jelentenek, ezáltal fontossá vált megfékezésük és így a lehetséges megfékezési módok kutatása is. Talán a legjobb módszer az extenzív zöldtetők, mint víztömeg visszatartó közegek alkalmazása mely tudományos munkám alapját is képezi. Vizsgálataimat a Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Karának "C" épületén található zöld-, és kontrolltető segítségével végeztem. Kutatásom során a nyári csapadékeseményeket vizsgáltam azok mennyisége, hossza, intenzitása és a zöldtetőn történő esetleges áttörése alapján. A tetőkről lefolyó vízmennyiség külön gyűjtőtartályokba került melyek vízszintemelkedését másodperc pontossággal tudtam vizsgálni a Nivison rendszernek köszönhetően. Ezáltal a nyár folyamán sikeren regisztráltam 45 csapadékeseményt melynek mindössze harmada jutott csak át a zöldtetőn, ezzel 7000 literrel csökkentve az elfolyó csapadékvíz mennyiségét.

Egy Duna-parti olajszennyezés kármentesítési eljárásainak vizsgálata

Kármentesítési szempontból izgalmas helyzet alakult ki egy Duna menti település részén, miután az egykori szénhidrogénátfejtő telep talajszennyezést okozott. A tényfeltárást követően a megbízott kármentesítő cégek különböző eljárásokat dolgoztak ki annak érdekében, hogy minél kisebb legyen az esetleges környezeti károk mértéke. Miután a földalatti olajszennyezés elérte a talajvizet beoldódott és ezáltal az olaj terjedése horizontális irányba is megindult. Tovább bonyolítja az olaj mozgását, hogy a Duna közelségéből adódóan a talajvíz szintje nagyon dinamikusán változik. Számos beavatkozás és eljárás után, végül a rendszer megfigyelését és a szabad fázisú olaj időszakos letermelését állapították meg a legcélravezetőbb kármentesítési eljárásnak. Mindkét tevékenységet a helyszínen létesített monitoring kutak segítségével valósították meg.

A szakirodalmi áttekintés alapján is nehéz volt kivetnivalót találni az alkalmazott intézkedésekkel kapcsolatban, de néhány hiányosságra való rámutatást megalapozottnak véltem.

A BSc-s szakdolgozatomban a jelenlegi kármentesítési eljárás eredményességét vizsgáltam. A mintavételezés eredményeit feldolgozva arra a megállapításra jutottam, hogy a kármentesítés hatékony, csökkent a szabad fázisú szénhidrogén mennyisége az elmúlt években. Az idősorokban feltüntetett koncentráció értékek viszont sok helyen változó tendenciát mutattak és változó időközönként alakult ki a felúszó szabad fázis is a kutakban. Ez utóbbi adott okot arra, hogy a szennyezés terjedésének befolyásoló tényezőit alaposabban megvizsgáljam. Arra a következtetésre jutottam, hogy egy összetett folyamatról van szó, ahol kutakban lévő szabad fázis kialakulásáért felelős tényezőket folyamatában célszerű vizsgálni. Összeállítottam tehát a probléma tranziens szivárgáshidraulikai modelljét, melyet aztán MODFLOW 6 algoritmussal futtattam. A modellt a szivárgási tényező állításával a kutakban mért vízszintekre kalibráltam, az elért RMSE érték 0,026 [mBf] volt. Nagy jelentőségét láttam annak is, hogy az áramlási irányok mellett figyelembe vegyem a szivárgást előidéző gradiens nagyságát is, melyet a talajvíz esésprofiljára végzett táblázatos vizsgálataim tettek indokolttá. Az áramlási viszonyok tisztázása után egy transzport folyamatot is modelleztem.

Úgy gondolom, hogy a meglévő permanens modell mellett a tranziens állapot vizsgálatával az eddigi kármentesítési folyamatok még hatékonyabbá finomíthatóak, végsősoron hozzájárulva ezzel a körülöttünk lévő környezet védelméhez.

KASSAI CSABA MÁTÉ
kacsa.bp@gmail.com

Középiskolai hallgató
BMSZC Petrik Lajos Szakgimnázium

URBÁN BALÁZS GYULA
urbanurban0302@gmail.com

Középiskolai hallgató
Budapesti Műszaki Szakképzési Centrum Petrik
Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum

MÉSZÁROS NÁNDOR
meszi2002@gmail.com

Középiskolai hallgató
BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű
Technikum

*Témavezető:
Gőgh Zsolt*

középiskolai tanár, BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum

Elmosódó guminyomok: mennyiségi adatok az útfelületekről a felszíni élővizekbe kerülő autógumi szemcsékkel kapcsolatban

A szakirodalmi adatok minimálisan 20%-ra teszik az autógumik közúti kopásából származó részecskék arányát a mikroműanyagok teljes környezeti terhelésében. A probléma jobb érzékelhetősége érdekében végzett számításaink 2017-re vonatkoztatva 6680 t teljes kopásmennyiséget mutatnak Magyarországon, amely közútjaink minden méterén 210 g-ot tesznek ki évente!

Hosszú távra tervezett projektünk az útfelületen képződő gumitörmelék azon részével foglalkozik, amely a csapadék hatására a környező élővizekbe jut. Fontos eredményként tekintünk ezért vizsgálati helyszínünkre, a Budapest, III.ker. Pomázi úti felüljáróra és közvetlen környezetére, ahol a lemosódási, szállítódási és kiüledési folyamatok modell értékűen, mennyiségileg vizsgálhatók.

Az elemzéshez szükséges mintavételezésre, az összetett minták szeparálására, valamint a gumiszemcsék beazonosítására még nem alakultak ki nemzetközi protokollok, ezekben használható módszereket kívánunk folyamatosan megvalósítani. Az útfelület közvetlen mintázására a PVC levezetőkben „mini” bukót, az áramló víz mintázásához szivattyúval ellátott három fokozatú, szűrősort használtunk.

Több lépcsős eljárást találtunk a gumiszemcsék üledékmintákból történő szeparálására. Vizes felúsztatás, a dolomit szemcsék HCl-ban történő feloldása, végül FeCl_3 -oldatban történő felúsztatás, és az egyes fázisok utáni üledékszűrések által jutottunk kezelhető halmazhoz, amely a gumiszemcséket tartalmazza. Sztereomikroszkóp alatt a néhány tízedmillimétertől a két-három mm-ig terjedő szemcséket jellemző morfológiájuk, színük és rugalmasságuk alapján egyértelműen azonosítani tudtuk.

A felüljáróról közvetlenül lemosott üledékből a csapadékintenzitást is figyelembe véve tudtunk gumiszemcse arányt meghatározni. Az üledéket a mintegy 2,5 km-es patakhosszon végigkövetve megállapítottuk, hogy a Duna ebből a „forrásból” is mikroműanyag utánpótlást kap. Az útfelületről lemosott, az élővízbe bekerülő és a Dunáig eljutó szemcsék mennyiségének százalékos értékei igen jó egyezést mutatnak az eddig csak matematikai modellel meghatározott elméleti arányszámokkal!

A mikro méretű gumiszemcsék saját anyagukban, illetve adszorpciós módon is nem kívánatos összetevőket juttathatnak élővizeinkbe. Az elhárítás érdekében a Pureco Kft. által engedélyezett ENVIA CRC típusú, víznyelőkbe telepíthető szűrőjét teszteljük. Eddig a mérésorozat előkészítésén vagyunk túl, a megfelelő műszeres analitikai vizsgálatokat az EGIS műszeres analitikai laboratóriumaiban végezhetjük el.

Kezelt és kezeletlen szintetikusan előállított fürdővizek elemzése és fehér mustármag csírákra gyakorolt hatásuk vizsgálata

Napjainkban kb. 1 milliárd ember nem jut hozzá a napi ajánlott ivóvízmennyiséghez, mely alapján kutatásom során a vízfelhasználás csökkentési lehetőségeivel foglalkozom.

Vizsgálataim során fürdővizeket elemeztem. Elsődleges célom állandó összetételű szintetikus fürdővíz előállítása és kezelése volt. A vízmintákkal csíráztatási kísérletek is végeztem a kezeletlen és kezelt fürdővizek csíranövényekre gyakorolt hatásának elemzéséhez. A gyakorlati kutatáson túl, elméleti kutatást is végeztem egy általam készített kérdőív segítségével, amely a magyarországi lakosság vízfelhasználási szokásait, az új innovatív ötletekhez való hozzáállásukat és a szürkevízrel kapcsolatos ismereteit mérte fel. Kezdeti lépésként reprezentatív szintetikus mintákat állítottam elő normál és ún. ökotisztálkodószerek felhasználásával. Kezelésként egyszerű kvarchomok rétegen történő szűrést alkalmaztam. A fürdővíz minőségi paramétereit a szűrés előtt és után is ellenőriztem. A csíranövények vizsgálatához fehér mustármagokat választottam, melyeket kezeletlen és kezelt szürkevízzel, valamint ivóvízzel öntöztem. A szürkevizek felhasználását illető nemzetközi ajánlások a zavarosságra és a biológiai oxigénigényre adnak ajánlást [1]. Az előállított vízminták esetén kezelés után sem sikerült az ajánlott értékek alá csökkenteni a fent említett elvárt értékeket, azaz megállapítottam, hogy a fizikai kezelésen túl valamilyen kémiai kezelés alkalmazására is szükség van a víz minőségének javítására. A csíráztatást illetően megállapítottam, hogy az ivóvíz és a kezelt fürdővíz csírázásra gyakorolt hatásában elenyésző különbség van csak, míg a kezeletlen fürdővíz csírázásra gyakorolt hatása lényegesen eltért, a növények fejlődését ezen vizek gátolták. A kérdőív kitöltőinek válaszai alapján kijelentettem, hogy lenne igény egy szürkevíz felhasználású öntözőrendszer vagy hidropónia létrehozására, továbbá a válaszokból levont következtetések jó kiegészítő információk lehetnek a már jelenleg is ismert szakirodalmi adatok mellett.

A prezentáció elkészítését az EFOP-3.6.1-16-2016-00022 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

[1] USEPA (United States Environmental Protection Agency), (2004). Guidelines for Water Reuse. Report EPA/625/R-04/108, USEPA, Washington, DC, USA. Winward et al. A study of the microbial quality of grey water and an evaluation of treatment technologies for reus"

Kisvízfolyások ökológiai állapotának értékelése biológiai vizsgálatok alapján

Az emberi tevékenység jelentős hatással van mind a mesterséges, mind a természetes környezetre. Ennek feltérképezése egy komplex feladat, hiszen minden antropogén szennyezés más és más, valamint a természetes ökoszisztémák alkalmazkodási képessége is eltérő lehet. Az Aranyhegyi-patak, Solymár, Pilisvörösvár és a környező településeinek tisztított szennyvizét fogadja be, a Paprikás-patak vízgyűjtő területének nagyobb része pedig Natura 2000-es védettséggel rendelkezik, így nagyrészt természetközeli állapotokat feltételezhetünk rajta. A dolgozat keretei között két patak – Aranyhegyi-patak és a Paprikás-patak – vízminőségi állapotértékelése került bemutatásra elsősorban biológiai szempontok alapján. A pályamunka kidolgozása során összehasonlítottuk a természetföldrajzi, illetve medermorfológiai jellemzőket, mely alapján elmondhatjuk, hogy a két patak közel azonos, a különbséget a kettő vízminősége között az eltérő antropogén hatás okozhatja. Ez teszi lehetővé, hogy összehasonlítással vizsgáljuk a tisztított szennyvíznek, illetve egyéb antropogén szennyezőknek az élővilágra gyakorolt közvetlen hatását. A vizsgálatban a legnagyobb hangsúlyt a makrogerinctelen életközösségek vizsgálatára helyeztük. A kapott eredmények egyértelműen igazolták az antropogén hatás jelentőségét, a vizsgálatok által részletesebb képet kaptunk a vízfolyásokat érő hatások mértékéről. A kutatás további lehetőségeket tárt fel előttünk. A makrogerinctelen minősítés során észrevehető egy javuló tendencia, melyet a mintavételi pontok között elhelyezkedő természetvédelmi területnek tulajdonítunk, pontos és részletes vizsgálatát a mesterdiplomám keretein belül tervezem kidolgozni.

Összességében a dolgozat egy komplex, és átfogó képet kíván nyújtani a vízfolyásokat érő antropogén hatások következményeiről, elsősorban biológiai vizsgálatok alapján. Ez lehet negatív (szennyvíztisztító telepek) vagy éppen pozitív (természetvédelmi területek), mely alátámasztja azt a felvetést, hogy a biológiai vizsgálatok központi szerepet játszhatnak abban, hogy részletes képet kapjunk arról, milyen nyomot hagyunk ipari, illetve lakossági tevékenységünkkel a környező természeti értékekben.

DRÉGELY ADÉL DORINA
dadidorina@gmail.com

Pécsi Tudományegyetem
Műszaki és Informatikai Kar

HAVAS KITTI
havas.kitti@gmail.com

Pécsi Tudományegyetem
Műszaki és Informatikai Kar

GÁRDONYI ÁDÁM
gardonyiadam98@gmail.com

Pécsi Tudományegyetem
Műszaki és Informatikai Kar

Témavezetők:
Dr. Dittrich Ernő
adjunktus, PTE MIK
Somfai Dávid
tudományos segédmunkatárs, PTE MIK

Makó és környéke ivóvizének szervesanyag tartalom meghatározása

A TDK dolgozat fő témája a Makó kútjaiban lévő ivóvíz szerves anyag tartalmának meghatározása. Laboratóriumi mérések segítségével megbecsültük a víz kémiai oxigén igényét, ammónium-ion koncentrációját, valamint a vas-, mangán- és arzén tartalmat. Célunk az volt, hogy beállítsuk a lehető legjobb vegyszer adagolási értékeket, mely hozzájárul a tiszta, iható víz biztosításához a jogszabályi határértékek betartása mellett. Méréseink végezetéül a nyers és derített víz mintákat átvezettük egy aktív szénrel töltött oszlopon, mely megköti a fertőtlenítés során használt klór adagolásából származó melléktermékeket. Kísérletezéseink során arra a következtetésre jutottunk, hogy a fogyasztásra alkalmas víz elérése érdekében 5,98 ml KMnO_4 oldószert, 1,5 ml BOPAC-S flokkulálószer és 5 ml UNIFLOC derítőszer kell adagolni a mintákhoz.

Szürkevíz kezelési módszerek műszaki tervezése és gazdaságossági elemzése

Az emberi élet egyik legfontosabb életfeltétele a víz, mely bolygónkon korlátozott mennyiségben áll rendelkezésre. Jelenlegi becslések szerint vízkészletünk 2 milliárd km³, melynek jelentős hányada kémiaiilag kötött formában, azaz nem hozzáférhető állapotban van jelen. Földünk körülbelül 2/3 részét víz borítja, viszont ennek a nagy mennyiségű víztömegnek óceánok és tengerek teszik ki a 97,5%-át. A Föld népességének folyamatos növekedésével egyre nőnek a vízigények is, mely igényekkel bolygónk vízkészlete az előrejelzések szerint huzamosabb ideig nem lesz képes lépést tartani. Számos alternatíva ismeretes a túlzott mértékű vízfogyasztás mérséklésére, azonban ezen törekvések nagy része az egyre növekvő vízigényeket feltehetően nem tudják fedezni.

Manapság egyre inkább ismeretes főként a külföldi országokban az az alternatíva, mely során a szennyvizeknek a kevésbé szennyezett frakcióit újrafelhasználják - egyszerűbb kezelési eljárásokat alkalmazva - olyan célokra, amelyekhez nem szükséges ivóvíz minőségű víz használata. Korábbi tanulmányaimban számos, a háztartásokban keletkező szürkevizek újrafelhasználást célzó kezelési eljárást dolgoztam ki, melyek alkalmasak lehetnek a keletkező szürkevizek újrahasznosítására.

Jelen tanulmányban az előkutatások során kidolgozott kezelési kombinációk közül a leghatékonyabbnak ítélt eljárások elemzésére került sor, melyek alapján kiválasztásra került a gyakorlati megvalósítás szempontjából vizsgálendő eljárás. A három kombinációt összevetve a módszer hatékonysága, ugyanakkor egyszerűsége miatt a kvarchomokon történő szűrés majd hidrogén-peroxiddal történő kezelés módszerének részletesebb kidolgozását választottam. Kutatásom során megterveztem a szürkevíz kezelő rendszert egészen a szennyvízgyűjtésétől a kezelt szürkevíz felhasználásáig. Továbbá számításokkal elemeztem a teljes szennyvíztisztító rendszer bekerülési költségeit is.

A jelen tanulmányban bemutatott szürkevíz kezelési kombinációk alkalmasak a szürkevizek megfelelő mértékű kezelésére, továbbá a tervek alapján kijelenthető, hogy a választott eljárás a gyakorlatban megvalósítható. A rendszer kiépítése, a kapott árajánlatok alapján háztartási szinten nem rentábilis, azonban olyan területeken, ahol nagyobb mennyiségű a keletkező szürkevíz, illetve a kezelt szürkevíz felhasználási igénye, a rendszer hosszútávon feltehetően gazdaságosan üzemeltethető.

KÖTÉSTECHNOLÓGIÁK ÉS VIZSGÁLATAIK



**Műszaki Tudományi
Szekció**

Az ultrahangos hegesztés és a diszlokációk

A mai fejlődő világban egyre elterjedtebben használnak, ipari robotokat melyeket egyre kisebb helyre tömörítünk és egyre hatásosabb gyártási formákat alakítunk ki velük. Nincs ez másképpen a hegesztés világában sem melyben a rohamos fejlődés miatt, illetve hatására egyre nagyobb igény van a különböző anyagok egyesítésére. Erre a manapság használt számítógép vezérelt gépek már egyes esetekben lehetőséget nyújtanak. Eppen ezért választottam a kutatás céljaképpen az alumínium és a réz között létesíthető kötéseket.

A kutatás célja az alumínium és a réz közötti kötés kialakítása volt, ehhez több kísérlet került elvégzésre különböző paraméterekkel, amíg meg nem találtam a közel optimális beállítást, mellyel a legtöbb esély volt a siker eléréshez. Megelőzően elvégeztem egy előkísérlet sort melyben a réz rézzel történő hegesztését vizsgáltam, majd ezen eredmények alapján kezdtem el a kísérleteket.

Első ízben az ultrahangos hegesztőgép részeit és működési elvét ismertetem, majd röviden beutalásra kerül az ultrahangos hegesztés fejlődése. A saját kutatási munkám, valamint kísérleteim és abból levont következtetésem ezt követően részletezem.

Sajnálatos módon az ultrahangos hegesztés egy napjainkban még nem minden területen elterjedt megmunkálási forma, de bízunk benne, hogy a technológia fejlődésével, sokkal szélesebb körben fog elterjedni és esetlegesen ez a kutatás is elősegíti majd ezt. Illetve a gép egyszerű működése és könnyű, folyamatos és pontos dokumentációja nagyon termelékeny és gyors eljárássá teszi (egy varrat elkészítése 0,2-5 másodperc). A gép könnyen csatlakoztatható az Ipar 4.0 –ás rendszerekhez, hiszen minden követelményének megfelel. Ezt a hegesztési formát pont a ritkasága miatt igen nagy örömmel töltött megismerni és sok érdekességet rejtett a munkám során.

MENYHÉRT JÓZSEF

menyhrtj@gmail.com

Miskolci Egyetem

Gépészmérnöki és Informatikai Kar

Témavezetők:

Dr. Szilágyi Attila

egyetemi docens, ME GÉIK

Tóth Dániel

tanársegéd, ME GÉIK

Csavarbiztosítások hatása rezgés során a csavarkötések szorítóerejére

Az iparban leggyakrabban alkalmazott kötőeljárások egyike a csavarkötés, ennek fő oka az egyszerű kötés létesítés, valamint az oldhatósága. Az eljárás korlátai ebből az előnyből származnak, a csavarkötések a szerkezetek rezgésének következtében is oldódnak. Ezt a folyamatot elkerülendően biztosítanunk kell a kötésünket. Erre a biztosításra számos módszert ismer a szakirodalom, azonban több biztosítási módszer nem elég effektív és ennek ellenére is elterjedt és számos helyen alkalmazzák őket. Célom több csavarbiztosítási módszer bemutatása, azok vizsgálata és az eredmények alapján kiértékelése.

FELVÁRI BÁLINT
bfelvari@yahoo.co.uk

Óbudai Egyetem
Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki
Kar

Témavezetők:
Gáti József
címzetes egyetemi docens, OE BGK
Kuti János
tanszéki mérnök, OE BGK

Erősen ötvözött vastaglemez X-varratos hegesztésének kiváltása egyoldali V-varratos kötéssel, alacsony energia bevitelű eljárással

Dolgozatomban egy korrozíóálló vastaglemez hegesztését boncolgatom. Ennek jelentősége a folyamatosan fejlődő ipari megoldások, illetve a nagy igények miatt vált számomra érdekessé. Mivel a hegesztési eljárások és megoldások napról napra változnak, így rengeteg új megoldást alkalmazhatunk, csak tudnunk kell a helyesen megválasztanunk őket.

Jómagam egy olyan eljárást választottam, amely a modern technikai megoldásoknak köszönhetően született meg és alacsony energiabevittel dolgozik, ami az anyagminőségem miatt elengedhetetlen. Sajnos a kezdetben jónak tűnő eljárás több váratlan kérdést vetett fel, amelyet orvosolnom kellett, ilyen például a vetemedés mértéke és annak minimalizálása, vagy a varratsorok közti hő kiegyenlítődés időszükséglet. Továbbá nagy kihívást jelentett a darab előkészítése és a hegesztési paraméterek helyes megválasztása.

Kiértékelésnél több csiszolatot készítettem, amelyeket különböző vizsgálatoknak vettem alá. Itt a nehézséget a csiszolatok mennyisége és az anyag sajátos tulajdonsága okozta.

Összességében sikeresnek könyvelem el a munkám eddigi részét, de mint azt korábban említettem a folyamatos fejlődés miatt nagyon nagy potenciál és sok feladat rejlik még ebben a témakörben. Továbbtanulásom alkalmával szeretném folytatni a TDK dolgozatomat és azzal Msc képzésen is sikereket elérni.

Kerámia szemcsékkel erősített alumínium kompozit hegesztése kavaró dörzshegesztéssel

A modern mérnöki világ megköveteli a könnyű és egyúttal nagy szilárdságú fémek fejlesztését. Ennek érdekében ötvözött vagy kompozit anyagokat hoznak létre. Sajnos a mechanikai tulajdonságok pozitív változása hegesztés szempontjából előnytelen hat, ami az anyagfejlesztés mellett a hegesztő eljárások fejlesztéséhez is vezet. Ezen TDK dolgozat egy viszonylag új eljárást a kavaró dörzshegesztést (Friction Stir Welding, FSW) mutatja be kerámia szemcsékkel erősített alumíniumok alkalmazásánál. A kísérletek során különböző technológiai paraméterekkel alkalmazásával az FSW eljárás kerül kielemezésre metallográfiai és mechanikai vizsgálatokkal, valamint keménységméréssel és ezek kiértékelésével.

Lézersugaras hegesztés paramétereinek hatása ausztenites lemezek szövetszerkezetére

A lézersugaras eljárások még számos kiaknázatlan területtel rendelkeznek, melyek kutatása jelenleg is zajlik. A lézersugaras hegesztés a 2. legelterjedtebb technológia a lézersugaras vágás után. Vizsgálatomban az ausztenites korrózióálló lemezek hegeszthetőségét vizsgálom dióda lézersugaras megmunkálással. Az X 2 CrNiMo17 13 2 anyagminőségű lemezek jól alakíthatók hidegen, jól hegeszthetők, engedélyezett a használata nyomástartó edényekhez is. Ennek ellenére fontos szem előtt tartani, hogy az ötvözetlen acélokkal szemben lényegesen nagyobb a hőtágulásuk, sokkal rosszabb a hővezető képességük; sokkal nagyobb a villamos ellenállásuk viszont nincs beedződés a hegesztés hőfolyamatban. Ezekből az következik, hogy viszonylag kis hegesztési hőbevitellel kell hegeszteni, koncentrált hőforrásra van szükség, arra kell törekedni, hogy minél keskenyebb hőszórtást melegítsünk fel a hegesztés során. Ezért a lézersugaras hegesztés kedvező korrózióálló acélok hegesztésénél.

Vizsgálatainkhoz LDL 30-3000 típusú diódalézerforrást használtunk, melynek energiaeeloszlása erősen gaussos, a fókusz ovális alakú, hosszirányban 3 mm, keresztirányban 1 mm hosszú. A varratok készítésekor monitoron követhető volt a hegfürdő hőmérséklete, mely végig 1400 és 1500°C között változott. Hegesztéskor az alkalmazott teljesítmény 1000-1200 W között, a sebesség 4-8mm/s között változott. A varrat védelmét argon gázzal biztosítottuk. Annak ellenére, hogy hozaganyagot nem használtunk a varrat ferrittartalma a koronarészen meghaladta a 3%-ot, a csiszolatoknál ez valamivel kevesebbnek adódott. Azonos lemezhvastagságnál, azonos hegesztési teljesítmény alkalmazásakor, kimutatható, hogy a varratok ferritszókóppal mért ferrittartalma csökken a hegesztési sebesség növelésével. Mindegyik hegesztési sebességnél kimutatható, hogy a varratok keménysége az alapanyaghoz képest nő, de a hőhatásövezetekben mértük a legnagyobb keménységet, ami a deltaferrit mennyiségével hozható kapcsolatba.

Nikkel fólia lézerhegesztése kis teljesítményű dióda sugárforrással

Ismereteink szerint a dióda sugárforrással rendelkező lézerek a legjobb hatásfokúak és a technológia fejlődésével egyre több alkalmazásra válnak alkalmassá. A dióda hullámhosszából adódóan például, alumínium és ötvözetek esetében az elnyelődés elérheti a 20%-ot is. Azonban nem csak alumínium megmunkálására használhatóak, szeretnénk rámutatni milyen más anyag esetében, készíthetünk vele kötéseket sikeresen. A kis teljesítményű lézerek nem csak jelölése használhatóak, a megfelelő paraméterek mellett hegesztett kötés is létrehozható fóliák esetében. A fóliák felhasználási köre az iparban széles, nem csak gépészeti területeken, hanem például a villamos iparban is alkalmaznak fóliát, mint áramvezető elemet. A fóliák hegesztése nem tökéletesen megoldott jelenleg az iparban. Ebből kifolyólag a dolgozatomban 0,2 mm vastag nikkel fóliák három féle átlapoltsági kötésének elkészítését és vizsgálatát mutatom be. Ismereteink szerint a dióda sugárforrással rendelkező lézerek a legjobb hatásfokúak és a technológia fejlődésével egyre több alkalmazásra válnak alkalmassá. A dióda hullámhosszából adódóan például, alumínium és ötvözetek esetében az elnyelődés elérheti a 20%-ot is. Azonban nem csak alumínium megmunkálására használhatóak, szeretnénk rámutatni milyen más anyag esetében, készíthetünk vele kötéseket sikeresen. A kis teljesítményű lézerek nem csak jelölése használhatóak, a megfelelő paraméterek mellett hegesztett kötés is létrehozható fóliák esetében. A fóliák felhasználási köre az iparban széles, nem csak gépészeti területeken, hanem például a villamos iparban is alkalmaznak fóliát, mint áramvezető elemet. A fóliák hegesztése nem tökéletesen megoldott jelenleg az iparban. Ebből kifolyólag a dolgozatomban 0,2 mm vastag nikkel fóliák három féle átlapoltsági kötésének elkészítését és vizsgálatát mutatom be.

Növelt szilárdságú járműipari acélok ragasztástechnológiájánka fejlesztése femtoszekundumos lézersugaras felületkezeléssel

A járműgyártó cégekkel szemben támasztott egyre szigorúbb környezetvédelmi és biztonsági előírások hatására, egyre nagyobb számban használnak fel nagyszilárdságú acéllemezeket a járművek gyártása során. Az így elért tömegcsökkenés hatására, jelentősen csökken az üzemanyag fogyasztás és a káros anyag kibocsátás. Növelt szilárdságú acélok kötéstechológiája napjainkban még számos nyitott kérdést tartalmaz. Irodalomkutatások alapján a határfelületi tulajdonságok javulásának nagymértékű hatása van az adhézios kötéstechológiákra. A határfelületi tulajdonságok javítására femtoszekundumos lézersugaras felületkezelést alkalmaztam. Az elért változásokat nyugvó csepp módszerrel határoztam meg. A kísérleti eredményeimből a lézersugaras felületkezelés hatására egyértelmű változás látható, mely a ragasztási technológiai kísérlet során is pozitív változást mutatott. Kidolgozott technológiával nagymértékben javíthatóak a járműiparban alkalmazott növelt szilárdságú acélok határfelületi tulajdonságai. A kutatás célja olyan felületkezelés meghatározása mellyel optimalizálhatók bizonyos kötéstechológiák.

Öntöttvas műhelysatu javítóhegesztése

Bizonyára már mindenkivel megesett, hogy valami finomat akart főzni, azonban hagyatkozva a megérzéseire, inkább mellőzte a receptek tanulmányozását. Ilyenkor gyakran kaphatunk olyan eredményt, mely alulmúlja várakozásainkat.

Bármennyire is furán hangzik, a hegesztés is hasonló tudomány. Az alapok könnyen elsajátíthatók, de vannak olyan fogások, melyeket már csak a „mesterszakácsok” ismernek. Ilyen terület például a magas szénttartalmú – öntöttvasak hegesztése is.

Dolgozatommal szeretnék átfogó betekintést adni az öntöttvasak hegesztéséről és azok elméleti háttéréről. Továbbá a különböző eljárások mellett, egy törést szenvedett műhelysatu javításáról és az elkészült hegesztési varratok vizsgálatáról lesz szó.

KÖZLEKEDÉSÜZEM 1



**Műszaki Tudományi
Szekció**

Adatgyűjtés fontosságának, lehetőségének vizsgálata a városi tömegközlekedésben

A célkitűzésem a kutatás során a városi tömegközlekedésben használt adatgyűjtési módok megismerése volt, valamint egy hatékonyabb adatgyűjtési módszertan kidolgozása. Ezt azért tartom kifejezetten fontosnak, mert az utazóközönség a felhasználója a fővárosi közösségi közlekedésnek, mint szolgáltatásnak ezért kiemelten fontos a véleményük. A kiindulópontom az volt, hogy a jelenlegi jegyrendszer nem teszi lehetővé, hogy megfelelő mennyiségű és minőségű adat álljon rendelkezésre a felhasználókról és az utazási szokásaikról. A jobb összehasonlíthatóság érdekében külföldi példákat is bemutatok.

Kutatásom során megvizsgálom az egyes visszajelzési módokat, amelyek rendelkezésre állnak az okostelefonnal rendelkező felhasználók számára. Fontosnak tartom megvizsgálni, hogy adott visszajelzési opciót milyen hajlandósággal használnak, mekkora nehézség számukra a visszajelzés teljesítése. Ezt kérdőíves kutatással kívánom felmérni, amelynek eredményét egy koncepció készítéséhez használok fel, amelynek hatékonyságát használhatósági vizsgálat segítségével mérem fel.

A korszerű konvolúciós tárgy detektorok értékelése a forgalomfigyeléshez

Artificial Intelligence is no longer a science fiction technology, multiple advances in electronics and computing have allowed the development of interesting technologies that are integrated into our daily lives, natural language processing, optical character recognition and object detectors are increasingly being more frequent, which assure us comfort, security and project the society of the future towards a safe, orderly and sustainable coexistence.

Object Detectors are a promising technology that unlike image classifiers are responsible for recognizing and locating some objects in an image with previously trained supervised model from a large dataset, their uses are multiple in medicine, agroindustry, autonomous vehicle driving, mobile platforms, traffic monitoring, among others.

In the present work, the Evaluation of State of Art Convolutional Object Detectors for Traffic Monitoring through free software libraries such as Tensorflow and OpenCV is presented. Two families of detectors are mainly evaluated with their variations: Single Shot Detectors (SSD) and Faster RCNN were used and evaluated with some metrics, among them the Loss Function, Mean Average Precision (mAP), Inference Time, Average Precision(AP), Intersection Over Union(IoU) and Confusion Matrix.

A further analysis is presented, using those metrics to decide which model is the best, the use of Academic Datasets was necessary and the labelling process of another one was also shown. All the code related to this project and the results are uploaded to an Open Repository hosted in Gitlab to have public visibility from researchers, students, and enthusiasts of worldwide.

Forgalmi adatok közösségi gyűjtésének módszertana és alkalmazása

A forgalmi modellezés többnyire adat-, és így költségigényes feladatot jelent. A crowdsourcing arra az elvre épít, hogy sok adatot úgy is elő lehet állítani, ha sok ember (crowd, tömeg, közösség) egyenként viszonylag kevés adatot gyűjt, miközben a közösség jelentős adatbázist épít. Ezt az elvet állítottuk a forgalmi modellezés szolgálatába a közösségi adatgyűjtés, mint forgalomfelvételi módszertan kialakításával. A kutatás során a feladat egy olyan módszertan kidolgozása és alkalmazása volt, amelyben a forgalmi modellezés bizonyos bemenő adatai önkéntes lakossági adatfelvételek alapján határozhatók meg. Arra kerestem a választ, hogy a módszer segítségével a társadalom hogyan vonható be a közlekedés tervezési folyamatokba, a kapott információkat hogyan lehet felhasználni a modellezés, tervezés különböző fázisaiban. A crowdsourcing forgalmi adatgyűjtés célja modern technológiai eszközök használatával és a közösség közreműködésével a közlekedési szokások elemzése, jelenlegi problémák felmérése, különböző fejlesztési projektekhez szükséges bemenő adatok meghatározása. Vizsgáljuk, hogy a módszertan hatékonyan támogatja-e a hagyományos adatgyűjtési eljárásokat, esetleg kiválthatja-e azokat. Az összegyűjtött adatok, információk olyan input paraméterei lehetnek egy forgalmi modellnek, amellyel modellezhető a jelenlegi állapot; illetve a lakosságtól gyűjtött észrevételek alapján kialakíthatók az egyes jövőbeli scenáriók.

A dolgozatban részletesen ismertetem a forgalmi adatok közösségi adatgyűjtésének menetét, a módszertan elemeit. A dolgozat vizsgálja a módszertan összehasonlító elemzését hagyományos módszertanokkal és gyakorlati tapasztalatokon keresztül mutatja be az alkalmazhatóságát. A szentendrei önkormányzat lehetőséget biztosított, hogy a 11-es számú főút belterületi szakaszát vizsgáló projektjünkkel párhuzamosan ezt az adatfelvételi megoldást valós körülmények között tesztelhessük. Ismertetem a kísérlet tapasztalatait és bemutatom a gyűjtött adatok értékelését és elemzését. A pilot tapasztalatai alapján javaslatot teszek egy olyan adatgyűjtő alkalmazás elvi működésére, amely a tapasztalt gyenge pontokat kiküszöböli, és további funkciókat biztosít.

FEJES IZABELLA

izabella11.07@citromail.hu

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar

*Témavezető:
Dr. Földes Dávid
tudományos munkatárs, BME KJK*

Gyalogos biztonsági intézkedések vizsgálata az autonóm járművek megjelenésével

Az autonóm járművek fejlesztése várhatóan számos közlekedési problémára megoldást jelenthet, ugyanakkor a széleskörű bevezetésük előtt biztonsági és etikai kérdések megoldása szükséges.

Kutatásom során az önvezető járművek és a gyalogosok közötti kommunikációra helyeztem a hangsúlyt. Ehhez meglévő kutatásokból merítettem, melyeket saját elgondolásokkal egészítettem ki. Fontos figyelmet fordítani arra, amikor a közlekedés sérülékeny résztvevője, azaz a gyalogos egy olyan keresztezési pontba ér, ahol kapcsolatba kerülhet majd egy autonóm járművel. Ekkor ugyanis a járműnek nem szabad veszélyeztetnie a gyalogos testi épségét. A kutatásom a városi környezetben történő konfliktus pontokra terjed ki.

Kutatásaim során a saját mérési eredményeimet hasonlítottam össze meglévő adatokkal, annak érdekében, hogy tágabb képet kapjak a gyalogosok viselkedéséről. Kérdőíves felmérést is végeztem, amelynek célja, a gyalogosok lelki folyamatainak megértése, amelyek lejátszódnak bennük egy átkelőhely megközelítésekor, rajta áthaladva és utána, valamint, hogy képet kapjak arról, mik is lehetnek azok az okok, amik miatt szabálytalanul közlekednek.

A kutatás eredményei felhasználhatók az önvezető járművek szoftveres fejlesztéseihez; a nyert adatok segíthetnek a kevésbé racionális viselkedésű gyalogosok kiszámíthatatlan viselkedéséből adódó balesethelyzetek elkerülésében.

Haladó jármű környezetének adaptív maszkolása optical-flow technikák használatával

Az egyre teljeskörűbb autonóm funkciókat megvalósító gépjárművek megjelenése és elterjedése az egyik legfontosabb a közlekedést a jövőben alapjaiban átalakító fejlemények közül. A CrowdMapping architektúra ezen autonóm közlekedési infrastruktúrához kíván hozzájárulni nagyfelbontású háromdimenziós térképek létrehozásával. Jelen dolgozatban a CrowdMapping architektúra lokális, adatgyűjtési modulja prototípusának a fejlesztésével foglalkozom.

A CrowdMapping célja az adatgyűjtést közösségi alapon megvalósítani, a forgalomban jelen lévő járművek szenzorrendszereit hasznosítani. A minél szélesebb körű alkalmazhatóság érdekében ezért a megkövetelt szenzorok csupán egy kamera képe és a jármű mozgását jellemző információ (GPS-IMU egység).

A javasolt megoldás a mozgó járművek detektálására épít: a képek dinamikus elemei egy térképen nem ábrázolandók, illetve az egy kamerán alapuló háromdimenziós rekonstrukciót is torzíthatják. A mozgó-statisztikus szegmentáció megvalósítása az optikai áramlás mezők vizsgálatával történik: feltéve, hogy ismerjük a környezet struktúráját, a jármű saját mozgásából becsülhetjük a várható optikai áramlás mezőt, amennyiben statisztikus környezetet feltételezünk. Emellett a valódi optikai áramlást is kiszámíthatjuk, majd ezt a predikcióval összevetve detektálhatóak a mozgó objektumok.

A fenti számítási eljárás önmagában nem jelent újdonságot, a munka során elsősorban a modern képfeldolgozási eljárások integrálhatóságát vizsgáltuk. Így mind a környezet struktúrájáról adott előzetes becslés, mind az optikai áramlás mező becslése gépi tanulás alapú megoldásokkal történne, amelyek lehetővé teszik a sűrű kiértékelést és így a kevesebb utófeldolgozást. A TDK konferencián bemutatott állapotban még csak a mélységbecslés történik ilyen módon.

A kiértékelés során az egyes számítási lépéseket rendre az alkalmazandó megoldás szolgáltatja kimenettel, illetve az offline vagy más szenzorrendszerek által létrehozott, pontosabb adatokkal is elvégeztük, a hibák forrásának megtalálását megkönnyítendő. Az eredmények a megoldás működőképességét mutatják, a pontos bemenetekkel mintegy 7%-os, becslésekkel pedig reálisan mintegy 15%-os hibaarány elérésével, lényegében utófeldolgozás nélkül. Így a nem releváns adatok 85%-tól már az adatgyűjtés során megszabadulunk, a releváns információknak csupán a 15%-át elveszítve.

Közúti vasúti járművek összehasonlító futástechnikai vizsgálata okostelefonok inerciális szenzoradatainak mérés technikai alkalmazásával

A modern kor elvárásainak megfelelően Budapesten is egyre nagyobb részarányban üzemeltetnek korszerű 100%-ban alacsonypadlós multicsuklós villamosokat. A multicsuklós járműszerkezet alkalmazása azonban a korábbi forgóvázak kivitelű járművekhez képest nagyobb erőhatást eredményez a kocsiszekrényekre és az utasokra, felgyorsítva ezzel mind a pálya, mind pedig a jármű idő előtti tönkremenetelét.

A BKV Zrt. pályatervezési és pályafelügyeleti előírásait összefoglaló kötet, az ún. „Sárga könyv” új pálya tervezésére vonatkozóan ugyan tartalmaz utazási komfort határértékeket, azonban a jelenlegi szabályozásban ezek nincsenek üzemi mérésekkel alátámasztva.

Dolgozatom célja a régi hagyományos forgóvázak TATRA és az új CAF villamosok ívérzékelésének összehasonlító futástechnikai vizsgálata a „Sárga könyv” hatályos előírásainak a tükrében. A vizsgálatot okostelefonok inerciális szenzor adatainak használatával végeztem. A méréshez Csikós Attila szoftverfejlesztő által készített, „CAFat” elnevezésű telefonos applikációt használtam. A mért adatokat ellenőrzött körülmények között és helyszíni kalibrációval is validáltam. Mindkét esetben ismert mennyiségeket mértem, amiket a szenzor adatok kielégítő pontossággal visszaadtak. A járműmodulokban/kocsirészekben elhelyezett telefonok egyidejű mérési eredményeinek kiértékelésével először meghatároztam a vizsgált járművek mozgásérzékelő hosszát és az ívérzékelés szempontjából mértékadó keresztmetszeteit, ezután a két jármű összehasonlító vizsgálatát már csak ezekben a keresztmetszetekben végeztem el.

Kigyűjtöttem a mindkét jármű által járt budapesti viszonylatok, mintegy 80 pályakm ívadatait, a pályáíveket helyszínrajzi elrendezésük alapján csoportokba rendeztem és a futási szempontból kritikus vágánygeometriai paraméterek szélsőértékeinek statisztikai kiértékelésével kiválasztottam a vizsgálati helyszíneket. A kiértékelés során vizsgáltam a kedvezőtlen geometriai elrendezések esetén mért kiugró gyorsulás és szögsebesség értékeket, illetve a rögzített jelalak jellegzetességeit is. Minden vizsgálati helyszínen előállítottam a nyers mérési adatokból az oldalgyorsulás és h-vektor értékeket és ezeket összehasonlítottam az elméleti értékekkel és a vonatkozó előírás határértékeivel.

Vizsgálataim során kimutattam, hogy új építésű pályán, kedvezőtlen pályageometriai paraméterek esetén az alacsonypadlós járművek szabálytalan járműmozgása egyértelműen azonosítható, míg a hagyományos forgóvázak járművei esetén ez a jelenség nem tapasztalható.

Mikromobilitás

Az elektromos közlekedési eszközök használata megkönnyíti mindennapunkat, gondolva itt az elektromos egykerekűre, rollerre, kerékpárra, robogóra, illetve kisautóra is. Az említett járművek környezetkímélő tulajdonságaik, egyszerű használatuk, és költségkímélő fenntartásuk, a társadalom fejlődése érdekében alakultak ki. Kutatómunkám felépítését tekintve először az ipari forradalmak kialakulását mutatom be, majd az Ipar 4.0 hatását a közlekedésre fókuszálva. Ezen felül a logisztika fejlődési tendenciáit ismertetem, amely után a szállítási eszközök evolúciójának történetéről írok, továbbá az elektromos egykerekűvel kezdve az elektromos kisautóig, részletes kifejtésre kerül minden fontosabb mikromobilitási eszköz, melynek lényegesebb adatait táblázatba foglalom össze. Esettanulmányom bemutatása során kérdőívem kiértékelése által, melyet több mint 200-an válaszoltak meg, egy Excel felületet hozok létre. Egyesével figyelembe veszem az elektromos rollert, kerékpárt, robogót és kisautót, melyek a kérdőívemet legtöbben megválaszoló által kiválasztott járművei lettek, amiket egy benzines autóval hasonlítok össze. Problémamentesen ki lehet számolni az eszköz árával, munkába járás távolságának ismeretével és az adott autó fogyasztásával, mely kihozza az évi megtakarítás összegét, illetve a kiválasztott elektromos jármű árának megtérülési idejével. Ezek kiszámolásához továbbá tudatában kell lenni az évi átlag benzin árával, valamint, hogy egy átlag évben mennyi az esős és téli hónapok száma, mivel ezeknél az éghajlati problémáknál nem megoldható ezen mikromobilitási eszközök használata, a kisautót kivéve. Diagrammok és ábrák segítségével prezentálom számításaim eredményeit, melyeknél látható eltérések keletkeztek a folyamat során. Excel táblázatommal segítem válaszadóimat ezen döntések meghozatalára, hogy melyik elektromos eszköz is érne meg egyénenként. Ebbe a felületbe be lehet lépni és megváltoztathatja a saját értékeire, illetve annak a terméknek az árára is, amit megvásárolni szándékozik. Esetleg, ha a válaszadók nem tudnának dönteni két mikromobilitási eszköz között, akkor használhatják az általam készített Excel táblázatot, mint döntéstámogató eszközt.

KÖZLEKEDÉSÜZEM 2



**Műszaki Tudományi
Szekció**

HORVÁTH HENRIETT
henriett839@gmail.com

Széchenyi István Egyetem
Építész-, Építő- és Közlekedésmérnöki Kar

NÉMETH DALMA
nemethdalma97@gmail.com

Széchenyi István Egyetem
Építész-, Építő- és Közlekedésmérnöki Kar

*Témavezető:
Dr. Fischer Szabolcs
egyetemi docens, SZE ÉÉKK*

A nyomtávolság paraméter statisztikai eloszlása és időbeli változása a MÁV vasútvonalain, több kis- és nagy forgalmú vasútvonal figyelembevételével

Jelen TMDK dolgozatban a szerzők a MÁV 5 db kis- és 5 db nagyforgalmú vasútvonalát (11, 13, 145, 146, 147; valamint 1, 30, 70, 100, 120 számú vasútvonalak) alapul véve 10 éves viszonylatban (2011-2020. évek közötti időszakra vonatkozóan) elemezték a vasúti nyomtávolság paraméter statisztikai eloszlását és időbeli változását. Az elemzésekhez az FMK-004 és FMK-007 vágánygeometriai mérőkocsis mérések lettek alapul véve. A vasúti vágányokon a nyomtávolság nagygépes módszerekkel nem szabályozható, de megengedett értéke természetesen függ a vasútvonal adott szakaszán engedélyezett sebességtől (és vice versa). A dolgozatban első közelítésben el lett tekintve a vasútvonalakon alkalmazott sebességektől, ellenben az átgördült elegendő (időbeli változása) paraméter – mint elsődleges független változó – figyelembe lett véve. A statisztikai elemzésekhez a nyomtávolság paraméter 25 cm-enkénti mért adatsoraiból számított eloszlásfüggvények Vaszary-féle alakszámmal rokon állapotjellemzői lettek kalkulálva. Ezen állapotjellemzők szignifikáns különbségeket mutattak az egyes elemzett vasútvonalakon, vasúti vágányokon. A dolgozatban a szerzők egyik célja az volt, hogy bebizonyítsák, vagy cáfolják azt a korábbi kutatásokban is – több ezer kilométeres tényleges vágánygeometriai méréseken alapuló – publikált és a süppedés, irány, síktorzulás vágánygeometriai paraméterek és mérőszámok, valamint a SAD minősítőszám esetében bizonyított tény, hogy a hibák lognormális eloszlásúak.

Fordulási ráták becslése körforgalmakban, különböző becslési módszerekkel

A forgalmi modellezési feladatok során a keresztmetszeti forgalomszámlálásokon kívül a csomópontok fordulási rátáinak (azaz hogy egy adott irányból melyik irányba, milyen arányban haladnak tovább a járművek) ismerete is fontos. A ráták mérése legtöbbször kézi csomóponti forgalomszámlálással történik, ez pedig időigényes és költséges lehet, körforgalmaknál pedig a valós idejű mérés még több nehézséggel jár.

A dolgozat célja különböző eljárások vizsgálata és összehasonlítása körforgalmak fordulási rátáinak becslésére. Egy hagyományosan alkalmazott iterációs módszeren túl korszerű, állapottér-elméleti becslők is megvalósításra kerülnek. A becslések alapját a körforgalmak ágain a csomópontba behajtó és kihajtó forgalom adja. Így a költséges csomóponti méréseket felválthatja automatizált keresztmetszeti mérés egy megfelelő becslő eljárás alkalmazásával.

A dolgozatban ismertetésre kerülnek a kidolgozás során alkalmazott becslő módszerek, a különböző forgalomszámlálási módok, majd a fordulási ráták becslésének külföldi kutatásai és példái. Valós forgalomszámlálások alapján történik a különböző becslő algoritmusok kalibrációja, pontosságukat pedig teljesítménymutatókkal, hibákat és eltéréseket jellemző mérőszámokkal jellemezzük.

A kutatás fő eredményeként kijelenthető, hogy megfelelő hangolás esetén a korlátozásokat kezelő Kalman-szűrő pontosabb körforgalmi fordulási ráta becslést végez, mint a Kalman-szűrő korlátozások nélküli formája és a hagyományos iterációs módszer.

Gyűjtőpont kereső módszer kidolgozása autonóm járműves gyűjtő-elosztó jellegű szolgáltatáshoz

A piacon jelenleg is folyamatosan bővülő új, innovatív technológiai lehetőségek, mint pl. az autonóm járművek segítik a keresletalapú, ügyfélközpontú mobilitási szolgáltatások fejlesztését. Ezen innovatív szolgáltatások fejlesztéséhez szükséges számos részletes koncepció és új tervezési módszer kidolgozása. Kutatásom célja egy olyan új, megosztott autonóm járműves mobilitási szolgáltatási koncepció kidolgozása, amely az egyéni használatú mikro járművek mozgását „egyesíti” egy szakaszon úgy, hogy a járművek az útvonaluk közös szakaszán egy gyűjtőjárművön haladnak. A közös szakaszt megelőzően „felszállnak” erre a gyűjtőjárműre, majd egy adott ponton „leszállnak” és a végpontig önállóan folytatják útjukat. A koncepció növeli az erőforráskihasználás (útfelület, energia) hatékonyságát.

Ehhez a koncepcióhoz szükséges különböző gyűjtőállomásokat létesíteni, ahol a járművek „egyesülése” vagy „szétosztása” megtörténik. Ezen gyűjtőállomások elhelyezkedésének kijelölésére célom, egy módszer kidolgozása, amely egy adott városnegyed területi és az ott élők szokásjellemeit (pl. területnagyság, infrastrukturális kiépítettség, közlekedési igények) figyelembe véve meghatározza a gyűjtőpont helyszíneket. Kutatásom során elsőként helyzetfeltárást végeztem, a jelenleg üzemelő mobilitási szolgáltatások körében, feltárva ezek működési jellemzőit. Ezután részletes irodalomkutatás segítségével ismerttettem néhány mobilitási szolgáltatást, a legújabb fejlesztési irányokat és ezek lehetőségeit a piacon, majd megvizsgáltam az autonóm járművek jelenlegi helyzetét és lehetőségeit a szolgáltatás kialakításához és feltártam néhány állomáskijelölő módszert.

A dolgozat első részében bemutatom a kialakított mobilitási szolgáltatás koncepcióját, annak szerkezeti modelljét, valamint a szerkezeti modellben szereplő komponensek közötti kommunikációs kapcsolatokat tárom fel, létrehozva a funkcionális modellt. A feltárt funkciók elősegítik a kialakított mobilitási szolgáltatás üzemeltetési sajátosságainak feltárását, a jellemzők azonosítását és elemzését.

A dolgozat második részében részletezem a kidolgozott módszert, amelynek használatával meghatározhatók a különböző gyűjtőpont helyszíneket. Ezután alkalmazom a módszert egy példaterületen. Végezetül a kutatás során levont következtetéseket foglalom össze.

Hibrid vasúti járművek üzemeltetési módszereinek fejlesztése

A vasúti közlekedés évtizedek óta meghatározó ágazata a közlekedésnek. Vasúthálózatunk villamosítása a mai napig folyamatban van, ám továbbra is jelentős a nem villamosított vasútvonalak aránya, ahol dízel meghajtású járművek üzemelnek. Bár a vasút károsanyag-kibocsátása a teljes közlekedési ágazaton belül nem jelentős, mégis fontos az Európai Unió irányelv elérése mely célként kimondja a zero kibocsátású járművek minél szélesebb körű alkalmazását.

Napjainkban egyre nagyobb hangsúlyt kap a környezetvédelem, valamint a fosszilis energiaforrások is végesek. Így előbb-utóbb a hagyományos meghajtású rendszerek üzemeltetésének költsége magasabb lesz, mint az alternatív technológiák alkalmazása. Ennek megfelelően a különböző vasúti jármű-gyártó vállalatok termékei között kezdenek megjelenni a hibrid meghajtású, akkumulátorokkal is felszerelt motorvonatok.

Az új, hibrid meghajtású motorvonatok üzemeltetési jellemzői eltérnek a hagyományos járművektől. Ezért egy olyan multikritériumos értékelő módszer kidolgozását tűztem ki célul a dolgozatomban, amely a következő kérdésekre ad választ:

- mely vasútvonalakon érdemes üzemeltetni hibrid meghajtású motorvonatokat?
- milyen változtatások szükségesek az üzemeltetésben?
- hogyan befolyásolja a töltési idő a menetrendet és a fordulóidőket?
- melyek az üzemeltetés gazdasági és környezeti hatásai?

Dolgozatomban megvizsgálom a különböző meghajtási módokat, a külföldi példákat és legjobb jelenlegi megoldásokat, illetve azonosítom a hibrid meghajtási módnak a vasúti közlekedés egyéb üzemeltetési szempontból fontos területeire gyakorolt hatásait. Továbbá figyelembe veszem az új típusú meghajtásnak szolgáltatási minőségre és utasszámra gyakorolt hatásait. Az értékelő módszer kimenete egy mutatószám, ami segít a megfelelő hajtásrendszer, illetve vasútvonal kiválasztásában.

Összegezve, dolgozatomban a hibrid meghajtású vasúti járművek üzemeltetési módszereinek fejlesztésére, illetve kidolgozására keresem a válaszokat a hajtásmódok összehasonlításával, multikritériumos vasútvonal értékelő módszer felállításával, már működő külföldi példák elemzésével, valamint a szolgáltatási színvonalra gyakorolt hatások azonosításával. Az így elért eredmények bővítik a témával foglalkozó szakirodalmat és támogatják a hibrid meghajtású vasúti járművek elterjedését, és ezáltal a vasút versenyképességének fenntartását, valamint a vasút okozta károsanyag kibocsátás csökkentését.

Keresletbecslő statisztikai és adatbányászati modellek fejlesztése a vasúti személyszállítás számára

A vasúti személyszállító vállalatok hatékony működésének egyik alapfeltétele, hogy ismerjék a szolgáltatásaik használóinak számát, és meg tudják becsülni. A keresletbecslés eredményei közvetlenül hasznosíthatók a vasútüzem tervezésekor, például a kapacitásallokáció során. Keresletbecslés segítségével több információ áll rendelkezésre a nagyobb infrastruktúra- és járműfejlesztések hatására vonatkozóan, elősegítve a fejlesztési prioritásokról szóló döntések alátámasztottságát, legitimitációját.

Kutatásunk célja, hogy elindítson egy folyamatot, amelynek eredményeként a MÁV-Start Zrt. is kialakíthatja személyszállítási keresletbecslő kapacitásait.

A keresletbecslés a rendelkezésre álló szakirodalom szerint elsősorban statisztikai és adatbányászati módszerekkel történik. Keresletbecsléshez egy modellre van szükségünk, amely leírja egy adott időben, adott viszonylaton közlekedő járat utasszámait nagyszámú külső tényező függvényében. A külső tényezők lehetnek

- a vasúttársaság által kontrollált paraméterek
- alternatív közlekedési szolgáltatások minőségével kapcsolatos paraméterek
- illetve olyan közlekedési kínálattól független tényezők, mint például az évszak (iskolaidőszak), a hét napja, napszak, nemzeti ünnep.

A kutatás során az alábbi feladatok elvégzését tűzzük ki célul:

1. Irodalomkutatás – az elérhető szakirodalom mélyebb feltérképezése, különösen a hollandiai Aurora és a brit PDFH modellek működését, módszertanát illetően.
2. Módszertani ismeretek bővítése – azoknak a módszertanoknak a pontosabb megértése, amelyek a személyszállítási keresletbecslési feladat elvégzése szempontjából relevánsak lehetnek. Három módszerre fektetünk hangsúlyt: a nemlineáris és nemparametrikus regresszióra, a véletlen erdők módszerére és a support vector machines módszerre.
3. Pilot projekt – egy kiválasztott év minden viszonylatának teljes utasforgalmat lefedő jegyeladási adatait felhasználva teszteljük a fenti módszereket, amelyek potenciálisan alkalmasak lehetnek keresletbecslésre. A módszerek pontosságát összehasonlítva következtetéseket vonunk le arról, hogy melyik irány a leginkább ígéretes a MÁV-Start saját keresleti modelljének kialakítása szempontjából.

Összességében a kutatás során létrehozott modellt arra kívánjuk használni, hogy meg tudjuk jósolni a jövőben bármely vonalon várható utas keresletet. Ennek segítségével a MÁV-Start pedig sokkal jobban tudja kielégíteni a jelentkező igényeket és optimálisabban tudja felhasználni az erőforrásait.

Teherszállító repülőgépek kiszolgálásának vizsgálata a BUD Cargo City gyakorlatában

Napjainkban nagyméretű logisztika folyik, hogy ne akadjon meg az ellátási lánc a világban. Ennek szerves része a légi teherszállítás. Mivel a légi szállítmányozás a legköltségesebb a szállítási mód, leggyakrabban a kisméretű és nagy értékű áruk szállításánál alkalmazzák, mikor a küldeményt rövid szállítási határidővel, nagy távolságra lévő helyre kell eljuttatni.

A Budapest Airport a repülőtéren is egyre növekvő légiáru forgalom kiszolgálására építette meg a BUD Cargo City nevű épület komplexumot. A teherszállító repülőgépeknek kötött és sokszor szűkös menterendjük van, hiszen ameddig a földön tartózkodnak, nem termelnek profitot. Kiszolgálásukra több cég is jelen van a repülőtéren, viszonylag nagy gépparkkal rendelkezve, így egyszerre több járművet is el tudnak látni. A repülőgépek kiszolgálása egy nagyon komplex és sok szereplős feladat. Ezt sajnos nem mindig sikerül teljesen összehangolni, ilyenkor a repülő több időt tölt a földön, mint ami szükséges lenne. Dolgozatomban, a repülőgépek komplex kiszolgálási idejét, illetve ennek javítási lehetőségeit vizsgálom. Elemzésem során, figyelembe vettem a repülőtér és környezetének infrastruktúráját, a kiszolgáló cégek kapacitásait, valamint az árukezelés hatékonyságának növelését. Továbbá, kitértem a karbantartási lehetőségek fejlődésére, az éjszakai műveletek korlátozásának hatásaira, és az egyre népszerűbb e-kereskedelem igényeinek kiszolgálására. A repülőtér hosszútávú célja, hogy regionális központ legyen Közép-Kelet-Európa és a keleti országok közötti légi áruszállításban. Komoly konkurencia a bécsi repülőtér, de a folyamatos fejlesztésekkel és bővülő járatszámokkal, jól helyt tud majd állni régióinkban a Budapesti Repülőtér.

A városi térgazdálkodás átalakulása az önvezető járművek használatának következményeként

Nowadays, drivers need to walk to the parking location in order to pick up their cars. Using autonomous vehicles (AVs), this walking distance would not be necessary anymore as AVs could take passengers at origin and drop them at the destination and, after that, search for a parking space. Considering the efficiency of AVs on parking and a shared autonomous vehicle fleet, the required number of parking lots might be decreased. Accordingly, the today's urban parking may have a huge transformation. On-street parking might be replaced to spaces in automatized garage buildings out of the inner cities, leading to a more dynamic downtown area which might promote walkability with wider sidewalks, bike lanes and parklets as well as areas focused on well-being such as parks, squares and green areas. Accordingly, this study aims to identify the impacts on urban space management, mainly urban parking processes, caused by the use of autonomous vehicles. Articles published in recognized journals might be used as base of the knowledge and, consequently, critical thinking may bring additional ideas. After that, a study case in an area of Budapest is performed in order to estimate these impacts, considering different scenarios which would include private vehicles or sharing system, parking garages with or without automatization and location of them and/or number of parking lots. The results facilitate the benefits brought with the use of AVs and support changes in ideas about the use of AVs, increasing the acceptance of them by society.

LOGISZTIKA



**Műszaki Tudományi
Szekció**

KORMOS HENRIETT
kormosheni@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Közlekedésmérnöki és Járómérnöki Kar

POSTA MÁTÉ IMRE
mate.posta@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Közlekedésmérnöki és Járómérnöki Kar

MAJOR PETRA
majorpepe98@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Közlekedésmérnöki és Járómérnöki Kar

Témavezetők:
Dr. Bóna Krisztián
tanszékvezető, egyetemi docens, BME KJK
Sárdi Dávid Lajos
doktorandusz, BME KJK

A városi közúti-vasút áruszállításban betöltött szerepének újragondolása a városi ellátási láncban

A városok méretükből adódóan hatalmas áruforgalmi potenciállal rendelkeznek, melyek kiszolgálása ma szinte kizárólag közúton történik meg rengeteg különböző cégen keresztül. A városszerkezetbe jól integrálva azonban jelen vannak ma áruszállítási céljából kihasználatlan közlekedési módok, infrastruktúra hálózatok, melyek az utóbbi 20 évben csupán személyszállítás céljára lettek felhasználva.

Az egyik ilyen fontos hálózat, amivel ezen tanulmányban foglalkozni fogunk, a közúti-vasúti infrastruktúra, hétköznapi nevén: villamos. A magyarországi történelem úgy alakult, hogy egészen a múlt évszázad végéig ezen hálózatok nagy arányban vettek részt a városi teherszállítási feladatokban, azonban jellemzően csak a nagy ipari vállalatok kiszolgálása történt meg ezen módon. A nagy üzemek megszűnésével és a hálózat rendszer szintű bontásával a teherforgalom először csak megcsappant, majd végül 1993-ban meg is szűnt így csak a közúti szállítási lehetőségek maradtak.

Jelenleg a fővárost érintő egyik legnagyobb városellátási probléma a nagy mennyiségű áru gazdaságos, környezetkímélő módon történő egyidejű kezelési képességének hiánya. A 2000-es években kezdődő hálózati rehabilitáció azonban csak a személyszállítást érintette, így a ma meglévő hálózathoz hiányoznak olyan elemek (vágánykapcsolatok, iparvágányok, átrakódóhelyek stb.), melyek hiányában a teherforgalom újraindítása problémákba ütközik.

A világ különböző városaiban más-más szinten érvényesítik a city logisztikai feladatokat és törekvéseket. Számos ország képes volt innovatív bevezetésekkel csökkenteni környezetterhelését. Zürichben hulladékiszállító villamos működik, míg Drezdában egy autógyárat köt össze villamosvonal a beszállítóval a városon belül, ahol két villamos is folyamatosan szállítja a termékeket.

A tanulmány célja a jelenlegi hálózat elemzése, problémáinak feltárása és azokra különböző alternatívák, megoldások kínálata, melyekkel a jelenlegi a rendszer alkalmassá tehető a személyszállítás mellett az áruszállítási feladatok szervezett, hatékony lebonyolítására is. Megvalósulásával a közúti teherforgalom jelentősen mérsékelhető, ami számos jótékony hatást vonna maga után a környezetre és az emberekre vonatkozóan egyaránt.

Drónok integrációs lehetőségeinek vizsgálata a dokumentumok kézbesítési folyamataiba

Napjainkban a drónok alkalmazásának számos lehetősége van, és széleskörben már használják, vagy kutatják, milyen jellegű feladatok végrehajtásában tud még segítséget nyújtani. Általánosságban elmondható, hogy drónok használatával egy folyamat, gyorsabbá, pontosabbá és hatékonyabbá tehető, arról nem is beszélve, hogy megtérül a rendszer kiépítésének költsége. A logisztikában mind az intra-, mind az extralogisztika területén jó pár lehetőség kínálkozik a drónok folyamatokba való integrálása kapcsán. Az intralogisztikában a leltározást, kommissiózást és a mintavételes munkanapfelvételt, az extralogisztikában pedig a szállítást tenné könnyebbé. A BME KJK Karán belüli dokumentumáramlás lassú, átláthatatlan és nagy humánerőforrást igényel, pont ezért ennek a problémának a megoldására egy lehetőség az autonóm drónokkal való dokumentum szállítás. A drónok használatával az ember kivehető a folyamatokból, mely a legtöbb hibát és tévedést okozza, így a rendszer működése kevesebb hibával hatékonyabb lesz, és számos veszteséget eliminálnánk belőle. Az autonóm drónt egy zárt kültéri intralogisztikai rendszerbe integrálnánk be, ezzel a már meglévő kézbesítési menetet gyorsítanánk és pontosabbá tennénk.

A TDK dolgozat ezt a témát ragadja meg, hogyan próbáljuk meg drónok bevonásával gyorsítani és átláthatóbbá tenni a jelenlegi folyamatot. A dolgozat első részében ismertetem a drónokkal támogatott dokumentumáramlási rendszert megalapozó kézbesítői mérés menetét, főbb eredményeit, valamint a jövőbeli rendszer működéséhez szükséges peremfeltételeket. Az ismertetés után az eredményekből levont következtetések alapján kifejleszhető koncepciók bemutatására és összehasonlítására is sor kerül. A dolgozat további részében az épület szintű tranzakciós adatok alapján szimuláció segítségével meghatározott feladási és leadási tranzakciók figyelembevételével megtervezem a drón körjáratának előzetes felépítését, útvonalát és dokkoló állomásainak helyzetét.

Konszolidáció mérésére alkalmas módszer kidolgozása a piacok city logisztikai rendszerében

A city logisztikai kutatásokban, fejlesztésekben nagy szerepet töltenek be a koncentrált igénypont-halmazok, vagyis az olyan városi gócpontok, ahol kis területen nagy az áruforgalom. Az ezek közé tartozó bevásárlóközpontokkal és a budapesti Váci utca bevásárlóövezettel kapcsolatosan korábban már készültek kutatások a tanszéki City Logisztikai Kutatócsoportban, viszont a piacok, vásárcsarnokok is hasonló problémákat vetnek fel a városi áruellátásban, így dolgozatomban ezt a kérdéskört vizsgálom. Kutatásom során a Kutatócsoport által korábban a bevásárlóközpontok vizsgálatára kialakított módszertan lett átalakítva a piacok sajátosságaira, elsődlegesen pedig a Budapesten található Fővám téri Nagyvásárcsarnokra. A vizsgálat során kiderült, hogy a piacok esetén (az eddigiektől eltérően) viszonylag kevés árufélét különböztethetünk meg, valamint az egyes árukategóriák szerint lenne lehetőség a konszolidációra, hiszen például a zöldség-gyümölcs árusok nagy része a Nagybani Piacról szerzi be az árut, ami nagy terhelést jelent a közutakra, illetve a környezetre, ezen tudna segíteni a közös city logisztikai rendszer.

A Nagyvásárcsarnok járműforgalmi adatainak vizsgálatából kiderült, hogy jelenleg is létezik konszolidáció az áruszállításban, ami a hal-, és hentesárusok körében önszerveződő módon jelenik meg. Ezt, valamint a Nagybani Piac szerepét is figyelembe véve ki lehet jelenteni, hogy remek lehetőség nyílna piacok esetén a konszolidációra. Ebből a példából kiindulva lehetőség adódott egy konszolidációs fok fogalmának kidolgozására, ami azt mutatja meg, hogy az összes áru mekkora része érkezik konszolidáltan a vizsgált koncentrált igénypont-halmazra (esetünkben vásárcsarnokba). Ez egyfajta mutatószámként szolgálna a koncentrált igénypont-halmazokra, mint egy összehasonlítási szempont lenne nem csak egymáshoz képest vizsgálódva, hanem a fejlődési lehetőséget is megmutathatná. Ez alapján vizsgálom dolgozatomban a Nagyvásárcsarnok áruellátásának jelenlegi állapotát, és fejlesztési lehetőségeit, hogyan változik ez a mutatószám az egyes esetekben.

Dolgozatomban bemutatom a budapesti piacok jelenlegi helyzetét, az alkalmazott adatgyűjtési módszertant, annak alkalmazását és eredményeit, a vizsgált Nagyvásárcsarnok logisztikai területeit és járműforgalmi jellemzőit, a felmerülő fejlesztési lehetőségeket, a konszolidációs fok definiálását, valamint a Nagybani Piacal összefüggésben felmerülő konszolidációs lehetőségeket és a kutatás potenciális további irányait.

Létesítmény üzemeltetésének fejlesztése intelligens technológiákkal

Dolgozatom célja volt a Mérnökinformatikai Központ és a Felsőoktatási és Ipari Együttműködési Központ rendszereinek fejlesztésére javaslatokat megfogalmazni, melyek gazdasági hasznot hozhatnak az üzemeltetőnek. A fejlesztési változatok kiválasztása során szem előtt tartottam, hogy az adott technológia segítségével biztonságosabbá váljon a vagyonvédelmi rendszer. Figyelembe vettem továbbá, hogy a felhasználók kényelme érdekében a rendszerek növeljék a komfort érzetet is. A kitűzött célokat az alábbi módon valósítottam meg: A dolgozatot a meglévő technológiák sokszínűségének feltárásával kezdtem, mely során a számos lehetőség közül kiemeltem azokat a megoldásokat, melyek a Mérnökinformatikai Központ és a Felsőoktatási és Ipari Együttműködési Központra alkalmazhatóak, bevezethetők. Kutatásom során feltárt tényezőknek köszönhetően az alábbi három nagyobb beruházási lehetőséget elemeztem részletesen. A számomra leginnovatívabbnak bizonyuló terület a drónos létesítményfenntartás volt, melynek elemzésekor két fajta drónnal (DJI Phantom 4, Parrot Anafi) történő beruházást vizsgáltam. Három féle beruházási lehetőséget elemeztem. A számítások alapján ajánlást tettem a legnagyobb hozzáadott értéket képviselő beruházásra, amely magában foglalja a hőkamerával felszerelt drón beszerzését is. Második elemzésem a világítás modernizálása, mely során megvizsgáltam a lehetséges megtakarítási lehetőségeket a termék maximális kihasználtsága mellett. Az egyik modernizációs opció a LED világítás csere, míg a másik az automata világítás kapcsolás. A két fejlesztési javaslat összevetése érdekében felállítottam egy feltételrendszert (egyenlőtlenség rendszert) melynek megoldásait a Microsoft Excel program Solver nevű bővítményének segítségével számoltam ki. Az eredmények alapján megállapítottam, hogy két teremtípus (7-es és 9-es) esetében az automatizálási beruházás már akár az első évben megtérül. Továbbá azt is kiszámítottam, hogy mindkét fejlesztés bevezetése esetén (LED csere és automatizált kapcsolás) a beruházás rövid időn belül (már a 4. évben) megtérülne. A harmadik témakör az intelligens takarítógépek hasznosságának vizsgálata volt. Az általam megbecsült működési idővel és az egyetemtől kapott adatokkal megállapítottam, hogy a robotporszívó használata szükséges, melyet számításokkal is alátámasztottam. Végezetül a dolgozatban megfogalmaztam további fejlesztési javaslatokat, ajánlásokat a jövőre nézve.

Milkrun anyagellátási rendszer tervezése

Napjainkban az autópári vállalatok legfontosabb céljai a vevői igények kielégítése. A különböző vállalatok folyamatosan törekednek a legjobb minőség előállítására minimális időn belül. Az optimalizált átfutási idő megvalósítására számos metódus létezik mind a raktározási, mind a termelési folyamatokban. Tudományos diákköri dolgozatom célja egy olyan metódus létrehozása, amelynek célja az anyagellátási átfutási idő minimalizálása.

Dolgozatom során a flexibilis és jól működő alapanyagellátás, valamint késztermékfelvétel megvalósítására a Milkrun rendszert használom. Megvalósítási eszköze a Milkrun kocsi, ami különböző alapanyagok és késztermékek szállítására szolgál egy előre definiált útvonal mentén. A minimalizált időszükséglet az útvonal változtatásával és folyamatos fejlesztésével valósítható meg.

Az optimalizálási feladatot különböző műveletek és operációk segítségével matematikai modellté alakítom. A metódus leírását és alkalmazhatóságát egy konkrét számpéldán keresztül mutatom be. A feladatot a Microsoft Excel szoftver és annak Solver bővítményével hajtom végre.

A feladat első lépése az adott gyártósorra való útvonal minimalizálás egy Milkrun kocsi esetére úgy, hogy minden gyártósort csak egyszer érintse, és a kiindulási, valamint az érkezési pont is a raktári pont legyen. Ha az egy Milkrun kocsira minimalizált útvonal megtételéhez szükséges idő nagyobb, mint a Milkrun kocsi időkapacitása, akkor nem teljesül a feltétel, növelni kell a Milkrun kocsik számát eggyel, és újból elkezdni az optimalizálást. Két Milkrun útvonalra történő minimalizálás során először meghatározom a minimális útvonalat a raktári kiindulóponttól mindegy gyártósorra. Az összes minimális útvonalat összehasonlítom a szakaszegyezések száma alapján, majd csoportokat képezek, ezzel leredukálva a kezdeti gyártósorok számát. Ezután a csoportosított gyártósorokat veszem figyelembe, és újra meghatározom a legrövidebb útvonalakat, majd ismét csoportokat képezek a minimális útvonalak szakaszegyezései alapján. Ezt a lépést addig ismétlem, ameddig a gyártósorok két nagy csoportra oszlanak fel. Ezután a két gyártósor csoportra létrehozok két optimalizált útvonalat. Abban az esetben, ha a létrejött útvonalak megtételéhez szükséges idő megfelel a Milkrun kocsi időkapacitás feltételének, befejezettnek tekinthető a feladat. Ha nem felel meg a feltétel, növelni kell a kocsik számát, és újra végrehajtani az optimalizálási feladatot.

Szolgáltatás-logisztika az egészségügyben: analógiák keresése a sürgősségi betegellátás példáján keresztül az SBO-k hatékonyságának növelése érdekében

A szakmánkban elindult egy olyan trend, amely alapvetően a szolgáltató vállalatok, illetve a szolgáltatás orientált folyamatok irányába fókuszál és ennek kapcsán keresi az analógiákat, hasonlóságokat és különbségeket az iparból és a kereskedelemből már ismert jelenségek tekintetében. Ezek alapján feltételezzük, hogy a termelés-szervezésben már jól bevált módszertani megoldások - testreszabva a vizsgált rendszerben jelentkező kihívásokhoz, jellegzetességekhez és működési peremfeltételekhez- az egészségügyben is jól alkalmazhatóak lehetnek. Egy ilyen fontos jellegzetesség a humán tényező, hiszen amíg a termelésben tárgyakkal foglalkozunk, addig a szolgáltatásban emberekkel. Ennek következtében a klasszikus anyagáramlási folyamatok mellett a betegáramlást is értelmezni szükséges, annak minden járulékos feladatával együtt. Mivel a sürgősségi betegellátás, és ennek részeként a Sürgősségi Betegellátó Osztályok (SBO-k) mindig is kiemelten fontos részei voltak az egészségügynek, és azt feltételeztük, hogy a vizsgálható jelenségek markánsan jelen vannak a rendszerben, így erre a területre esett a választásunk.

Hirtelen fellépő egészségromlás esetén nagyon sok múlik az SBO-k hatékonyságán. Kutatásaink alapján bebizonyosodni látszik, hogy az ellátás hatékonysága sokszor nem feltétlen az ott tevékenykedők szakmai tudásán, hanem az ellátó rendszer logisztikai folyamatainak hatékonyságán múlik. A 2019-es évben végbement egy nagyobb fejlesztés, amit országos szinten kötelezően bevezettek. Ez a Magyar Sürgősségi Triázs Rendszer által meghatározott ún. triázsolás folyamata, amely implicit módon a logisztikai rendszer működésére is hatást gyakorol.

Dolgozatunk elkészítéséhez több hazai sürgősségi osztályon is végezhattünk helyszíni felméréseket. Beszélhattünk orvosokkal, ápolókkal, beteghordókkal és vezető pozícióban dolgozó szakemberekkel is. Vizsgálataink során feltártunk sok hasonlóságot, és markáns különbségeket is. Dolgozatunk célja a felvetett hipotézisek bizonyítása, ennek érdekében folyamatelemzéssel, az ellátó rendszer tömegkiszolgáló rendszerként való értelmezésével, sorállási modellek felállításával és elemzésével próbáljuk meg felszínre hozni az SBO-n “megbúvó” tipikus jelenségeket. Ezzel szeretnénk hozzájárulni ahhoz, hogy a logisztika egyik fontos célja az SBO-k rendszereiben is megvalósulhasson: csökkenjen az átfutási idő, ezzel sok-sok ember életét megmentve.

Tablettázógép átállási idejének csökkentése

A TDK dolgozat célja a GYFK épületben található Cadmach kétoldalas tablettázógép termelékenységének a meghatározása, az adatok kiértékelése, SMED táblázat és a jelen állapotra vonatkozó hálóterv elkészítése, valamint a jövőre vonatkozó célok megfogalmazása.

Az elért eredményeket tekintve megállapíthatjuk, hogy a kutatás középpontjában álló tablettázógép kapacitása még nem megfelelő a legyártandó termékek mennyiségét figyelembe véve. A tablettázógép szerepe igen fontos a GYFK épület mindennapi életében, mivel prösszerszámait tekintve ennek a présgépnek legnagyobb a kapacitása, tehát a legtöbb terméket ezen a gépen gyártjuk le, így fontossá vált, hogy az piaci igényeket kielégítve a lehető legjobb termelékenységet érjük el. Ezért a közelmúltban megállapítottuk a jelen állapotra vonatkozó OEE értékét, ami 30 – 40% körül mozgott. Az átállásokat szemügyre véve nyilvánvaló volt, hogy mind az „A”(anyagmentesítés, összeszerelés), mind a „B” típusú átállás (anyagmentesítés, alkatrészek és géptest mosása, alkatrészek szárítása, összeszerelés, stb.) sok időt vesz igénybe, amely így az OEE értékre is negatív hatással van.

A „B” átállás teljes átfutási ideje csaknem 850 perc. Ez azonban a gyakorlatban sok mindentől függ, így akár 900 – 1000 perc is lehet. Az emberi erőforrás kulcs tényező ebből a szempontból, valamint a folyamatok szervezettsége. A megfelelő eszközök és szerszámok elengedhetetlenek egy jól kivitelezett átállás elvégzéséhez. Mind az „A”, mind a „B” átállás mérésekor észrevehető volt, hogy több folyamatot is lehetne párhuzamosan végezni, valamint kombinálni is, de a javító intézkedések közül jó néhány mindenképpen folyamatátszervezéssel jár. Mivel a jelenlegi állapoton kívül még nem állnak rendelkezésre olyan adatok, amelyek már a javító intézkedések bevezetése után lettek le mérve és összegyűjtve, ezért csak a jelen állapotot vázoltam fel a TDK munkám során. A hálóterv elkészítése segített vizualizálni a párhuzamosan futó tevékenységeket, valamint könnyen láthatóvá váltak az egyes tevékenységeknek az előfeltételei is, amelyet mindenképpen be kell fejeznünk ahhoz, hogy a következő folyamatot elkezdhessük.

Üzemi anyagmozgatás gépeinek vizsgálata

A Hübner-H Kft. termelési rendszerében a gumitermékeket gyártó üzemszobában a legyártott különböző keresztmetszetű termékeket a csarnokban található négy autoklávban vulkanizálják késztermékké. A négy autokláv közül három 20 méter hosszúságú, ezekbe a vulkanizálásra váró termékeket tálcákra helyezve, kazánkocsikon gördítik be, majd a vulkanizálási ciklus végeztével ki.

A kazánkocsi mozgatásáért felelős szerkezet egy sín párból, a köztük elhelyezkedő lánchajtásokból, és a sín pár egy részének mozgatásáért felelős pneumatikus munkahengerből áll. A berendezés üzemeltetése során több konstrukciós problémára is fény derült:

- a lánchajtás tengelyei elhajlanak a terhelés alatt,
- a lánc gyakran elszakad,
- a két lánchajtás kerületi sebessége eltér, ezáltal hosszú üzemeltetés után deszinkronizálódnak, a kazánkocsit mozgó körmök osztása ezáltal megváltozik.

Ezen problémák összessége okozta már a kazánkocsik kisiklását is, mely igen balesetveszélyes. Úgy gondolom, ezek a problémák kiküszöbölhetőek a konstrukció újragondolásával. Az egyik lánchajtást ki kell iktatni, így megszűnik a kerületi sebességek különbségéből adódó probléma, a másik lánchajtást és annak tengelyeit pedig úgy kell méretezni, hogy azok elbírják az üzemi terhelést. Mivel mindkét lánchajtást ugyanaz a villanymotor mozgatta, így annak cseréje nem szükséges, korábbi tapasztalataink alapján kibírja az üzemi terhelést.

A tengelyek és a lánchajtás megváltoztatásával szükséges lehet a tartószerkezet kismértékű módosítása, valamint célszerű lehet a kazánkocsit mozgó körmök háromszög profiljának újragondolása is, szem előtt tartva a biztonságot és elkerülve, hogy a körmök át tudjanak ugrani a kazánkocsi keresztirányzatán melybe beakadva megvalósítják a vontatást.

MÉRÉSTECHNIKAI ESZKÖZÖK 1



**Műszaki Tudományi
Szekció**

Aszinkron motorok csapágydiagnosztikája

A dolgozat célterülete aszinkron motorok felügyelete, karbantartása csapágydiagnosztikai szemszögből. Az ipari hajtásoknál előforduló műszaki problémák modellezése, ami tükrözi egy ipari hajtás viselkedését. Az első szakaszban áttekintem a rezgés és zaj alapvető forrásait, illetve milyen üzembehelyezési kérdéseket kell mérlegelni egy villamos forgógép telepítésekor. Az elmúlt években készített rezgésmérések bemutatásra kerülnek. A dolgozatban két aszinkron motoros hajtás mérési eredményének elemzésére kerül sor. A mérések előkészítésénél természetesen figyelembe kell venni a rezgésmérés előírásait és irányelveit. A géptípus választásának oka az aszinkron gép folyamatos fejlődése és típusváltozatainak megjelenés, beleértve nem csak frekvenciaváltós hajtásokat, hanem pólusátkapcsolás valamennyi változatát. A széleskörű felhasználás számos diagnosztikai feladatot állít az ipari folyamatok felügyeleti rendszere elé. A zaj és rezgés okainak vizsgálata és a forgógépek előforduló típushibáinak megállapítása. Az aszinkron motorok elterjedtségének oka mérési módszerek folyamatos fejlesztését követeli meg. Ebben a dolgozatban a rezgésmérés kerül előtérbe a többi méréssel szemben, de a 4 kW-os aszinkron motor esetében volt lehetőségem egy típusmérési sorozatot elvégezni, amely tartalmazza a gép minden alapveszteségét, villamos jellemzőit, teljesítmény és veszteségeinek eloszlását. Az alpmérések után állítottam össze fékpaddal a terhelési mérés és rezgésmérés céljára. A másik motor egy 5,5 kW-os aszinkron motor. Ebben az esetben egy beépített géppel dolgoztam. A terhelési mérés (súlyhatással) alatti rezgésmérés zajlott. Alapvető mérési célkitűzésem volt a mérés megkezdése előtt, hogy a motoron üresjárásban és terhelés esetén is többféle leterheltséggel rezgésmérések valósuljanak meg. A mérés három lehetséges irányból (x, y, z) történt és a rezgésspektrumának felvétele. Az összeállított gépkapcsolat egy ipari aszinkron motoros hajtás modellje, amelynek valamennyi jellemzőjét vizsgáltam. A dolgozat egy bevezető áttekintést ad a rezgésdiagnosztika széleskörű alkalmazásából.

Egy új, az APLL akvizíciós tulajdonságait alapvetően meghatározó jelenség

A fáziszárt hurkok (PLL) számos elektronikai berendezés alapvetően fontos építőelemét jelentik. Például nélkülözhetetlenek a számítástechnikában, ahol a PLL áramkörök végzik el az egyes blokkok órajeleinek szinkronizálását. A digitális jelfeldolgozásban és számítástechnikában gyakran van szükség eltérő frekvenciájú, de egy referencia jelhez szinkronizált órajelekre. Ezt a komplex szinkronizálási feladatot is fáziszárt hurkokkal oldjuk meg. A PLL-ek nélkül megoldhatatlan lenne az elnyomott vivőjű modulált jelek koherens demodulálása. Az ultraszéles sávú és kaotikus vivőkre alapozott vezeték nélküli adatátviteli rendszerekben az APLL áramkörök egy igen hatékony megoldást kínálnak a szélessávú vivőhullámok generálására.

Az APLL-ek vizsgálata során egy érdekes, az irodalomban eddig nem publikált jelenséget fedeztem fel. Az APLL-ek alkatrész szintű szimulációja során megfigyeltem, hogy a valóságos fázisdetektorok kimenetén az IC-n belüli áramköri aszimmetria és parazita csatolások miatt a hasznos kimenet mellett félsszínusz hullámformához hasonló periodikus jelalakok jelennek meg. Ez a jelenség meghosszabbítja az APLL befogási idejét, esetenként meggátolja, hogy az APLL elérje a fáziszárt állapotot. A jelenség oka, hogy a PD kimenetén a hasznos kimenet mellett egy nagyszintű, nemkívánt, referencia frekvenciás, periodikus jel is megjelenik.

Az irodalomban megjelent cikkekben publikált elméleti és gyakorlati eredmények, levezetett zárt alakú összefüggések az APLL-ek alapsávi modelljén alapulnak, abból lettek származtatva. Az alapsávi modellekben ez a referencia frekvenciás, az akvizíciós folyamatot befolyásoló periodikus jel nincs modellezve, ezért az APLL áramkörökről írt könyvek és cikkek ezzel a problémával nem szembesültek. A megépített APLL vizsgálata során a jelenség közvetlenül nem figyelhető meg, mert a befogási folyamat időtartama igen rövid, tipikusan csak néhány ms hosszúságú. Ezen okok miatt a fentiekben ismertetett jelenség csak egy áramköri szintű szimulátorral lehetséges, amely alkalmas a befogási tranziens valós időben való meghatározására, és a valóságnak megfelelően modellezi a PD kimentén fellépő periodikus jelet is. Kutatásaim egyik fontos eredménye egy ilyen, áramköri szintű szimulátor kidolgozása.

A TDK dolgozat egyik célja az APLL-ek akvizíciós folyamatát befolyásoló új jelenség vizsgálata. A dolgozat másik célja, hogy kaotikus jeleket állítsunk elő az APLL-ben, és a periodikus ablakokat a kaotikus tartományokkal együtt mérésrel verifikáljuk.

Elektronikai termékek előállítása során használt tömítőanyagok és gyanták minőségi vizsgálata

A dolgozatomat alkotó téma kidolgozását a Balluff-Elektronika Kft.-nél végeztem. A vállalat ipari automatizáláshoz fejleszt és gyárt érzékelőket és hálózati eszközöket. A termékek alkalmazásának jellege, amely az élelmiszeripartól kezdve, az autóiparon át a kohászatig terjed, megkíván bizonyos speciális követelményeket, mint például az termékek megfelelő tokozása. Az általam vizsgált termékek esetében és a vállalaton belül széles körben alkalmaznak a poliuretán alapú műgyantákat. Ezeknek az anyagoknak az alkalmazásnak szempontjából többféle szerepe lehet, például véd a mechanikai behatásokról, a jó hővezető képessége miatt eloszlatja a működés közben keletkező hőt, ezzel növelve az élettartamot és nem utolsósorban tömíti az alkatrészeket. Tehát ezeknél a termékeknél elengedhetetlen a műgyantázási folyamat magasszintű alkalmazása.

A munkám célja, hogy a vállalatnál alkalmazott poliuretán alapú műgyanták napi ellenőrzési folyamatát megvizsgáljam és a gyanta egy mérési jellemzőjének (Shore D keménységének) a mérőrendszer elemzését (MSA) kidolgozzam. Az elemzést az AIAG MSA kézikönyv ajánlásai alapján végeztem el, amely a mérőrendszer ismételhetőségét és reprodukálhatóságát varianciaanalízis (ANOVA) módszer segítségével adja meg. Az elemzés során a GR&R érték csökkentése volt a célom, hogy a mérőrendszer alkalmassá váljon a későbbiekben a statisztikai folyamatszabályozásra.

Ipari automatizálásban alkalmazott IMU szenzorok szenzorfüzió és jelfeldolgozás alapú funkcionális kiterjesztése a prediktív karbantartás érdekében

A modern ipari automata gépsorok rengeteg érzékelőt tartalmaznak. Ezeket életciklusuk során számos hatás éri, például vibráció és korrózió, aminek következtében működésük meghibásodhat. Egy vibráció miatt meglazult csavar, ütődés miatt elgörbült alkatrész vagy korrózió miatt eltört elem okozhatja egy szenzor elfordulását. A nem kívánt elfordulás hibás működésre figyelmeztet, amit, ha a szenzor maga érzékel, kimenetének típusától függően jelezni tud.

Jelen munka egy olyan funkció kidolgozásáról szól, amely ipari érzékelőbe építve fix rögzítés esetén alkalmas az elfordulás detektálására, emellett az elfordulás szögét is kommunikálja, amit a felhasználó egy normál működés közben elforduló szenzor esetén hasznosíthat.

A dolgozat kitér különböző technológiájú gyorsulás- és szögsebességmérők főbb tulajdonságaira és elfordulás mérésre való alkalmazhatóságának vizsgálatára. Ezen belül a mikromechanikai technológiával készült IMU szenzor tulajdonságai részletesebben is bemutatásra kerülnek, mivel kedvező tulajdonságai miatt célszerű ilyennel az elfordulás mérő és detektáló funkció megvalósítása.

Bemutatásra kerülnek egy kiválasztott IMU szenzor fúzió algoritmus működése és az elfordulás detektálásához, ill. méréséhez szükséges, szenzor fúzió kimenetét alapul vevő további összefüggések. Meghatározásra kerültek szűrő algoritmusok, melyekkel érzékenyebbé tehető a detektálás. Szimulációk segítségével megtörtént a számított értékek érzékenységeinek vizsgálata rezgésre, a szenzorok zajára és hőmérsékletváltozásra. Szintén szimulációk használatával meghatározásra került, hogy a gyorsulásmérésben ejtett ofszet hibák hogyan befolyásolják a mérési pontosságot. Végezetül egy prototípus bemutatása olvasható, amin a funkció ki lett próbálva.

A leírt számítások és szimulációk nagy része az ISM330DHCX típusú IMU szenzor tulajdonságai alapján készült, mert ez egy viszonylag új, a funkcióra kitűnően alkalmas szenzor, és az adatlapja is viszonylag részletes. A többi számítás és szimuláció MPU-6050 típusú IMU-hoz készült, mert a prototípus készítésekor ez állt rendelkezésre.

Napelemek vizsgálata drónra integrált hőkamera segítségével

Az ipari drónokat széles körben használjuk különböző feladatok végrehajtására. Cél lehet az emberi életet veszélyeztető feladatok ellátása, vagy telemetriai adatok alapján egyéb automatizálható tevékenységek végzése. Fejlett szenzortechnika és repülésirányító rendszerek segítségével a drónok alkalmazása több iparágnak új perspektívát kínál. Gyakori alkalmazás a napelemparkok monitorozása. Hőfelvételek segítségével keresnek meg hibás paneleket, mechanikai sérüléseket. Kutatásunkban célunk egy kompakt hőkamera integrálása ipari drónra. A tervezés eredményességét a földi állomásról készített felvételekkel szemléltetjük.

Sportpálya burkolat és edzőcipő közötti súrlódási tényező meghatározása

A dolgozat célja különböző sportpálya burkolatok és edzőcipők közötti tapadási és mozgási súrlódási tényező kísérleti meghatározása, mely tényező értéke jelentős hatással bír a sportolók különböző térdizületi sérüléseire, jellemzően az első keresztszalag szakadásra.

A súrlódás tényező megállapításához egy speciális mérőberendezést terveztünk meg és építettünk meg a Gép- és Terméktervezési Intézet műhelyében. Nem a sebességet tartjuk állandó értéken, hanem egy közel állandó erő kifejtésére beállított munkahengerrel igyekszünk elcsúsztatni egymáson a nagy nyomóerővel összeszorított sportcipőt és pályaburkolatot.

A vizsgált padlóburkolat fajtája kétféle parketta és kétféle PVC burkolat. A mérések során megállapítjuk, hogy az edzőcipő és a talaj érintkezése során milyen nagyságú erők ébrednek. A mért adatok alapján meghatározzuk a tapadási és csúszó súrlódási tényező nagyságát négy pályaburkolat és kétféle edzőcipő (egy női- és egy férficipő) között és elemezzük a súrlódási tényezőt befolyásoló paramétereket.

Vákuummérő jelének feldolgozása és továbbítása, valamint a rendszer távoli elérésének megvalósítása

Vákuumrendszerek bemutatása, vákuum szivattyúk – és mérők működésének áttekintése. Kiépített vákuumrendszer működésének, és berendezéstechnikai tulajdonságainak megismerése. A rendszer lehetséges fejlesztéseinek összegyűjtése, és megvalósítása. Ipari mérőműszer jelének feldolgozása és továbbítása a távoli elérést biztosító webes felületre. A jelfeldolgozási egység áramkörének megtervezése és kivitelezése. Távoli elérésére alkalmas szoftver/felület fejlesztése. A rendszer biztonságtechnikai és automatizálási megoldásokkal való bővítése.

Védekezés egy leendő mérnök szemével

A dolgozatom során szexuális védőeszközök (gumióvszerek) anyagkárosodását vizsgáltam Fourier-transzformációs infravörös spektroszkópiás módszerrel, illetve húzószilárdság méréssel. A vizsgált gumióvszerek négy különböző márka latexalapú termékei voltak. Az anyagkárosodást ún. „oldószerfelvétel” módszerrel vizsgáltam, amely során 1-1 sorozatot áztattam két különböző oldatsorozatban: az első, ún. SBF (Simulated Body Fluid) oldat volt, amely az emberi vérplazma irodalmi összetételű oldata; illetve a másik egy gyógyszerárban vásárolt tejsav-alapú oldat. A két oldat kiválasztása során figyelembe vettem, hogy milyen testnedvekkel érintkezhet nemi aktus során a gumióvszer. Az oldószerfelvételes vizsgálatokat összesen 8 darab mintán (markánkként 2 darab óvszer) végeztem el, amelyeket a megkülönböztethetőség és a gyártó anonimitása érdekében A, B, C és D jelöléssel láttam el. A méréseket 30 napon keresztül végeztem. Analitikai mérleg segítségével tömegmérést végeztem és jegyeztem fel áztatás előtt; majd ezt követően az 1., 5., 10., 15., 20., 25. és 30. napon. Tekintettel az oldatok jellegére, a tömegváltozás mellett, az említett napokon az oldatok pH változását is regisztráltam.

A felületelemzést egy Bruker Tensor 27-es típusú Fourier-transzformációs infravörös spektroszkóppal (FT-IR), illetve a húzószilárdság vizsgálatot egy Instron 5566 típusú berendezéssel követtem nyomon a károsodási folyamatokat (kioldódás). Minden elvégzett kísérlet során alkalmaztam egy etalont, amely típusonként egy áztatás nélküli óvszer volt, az eredeti csomagból.

A tudományos diákköri dolgozatom célja, hogy több szempontból rávilágítsak a latex alapú óvszerekben rejlő allergiás veszélyekre, tanulmányozzam őket különböző anyagvizsgálati módszerekkel, illetve összefüggést találjak a tesztoldatok okozta mechanikai - kémiai anyagkárosodási folyamatok között. Az elvégzett kísérletsorozattal sikerült bizonyítani, hogy a szimulált emberi testnedvek negatívan befolyásolják az óvszer mechanikai tulajdonságait, igaz esetemben szélsőséges körülmények között zajlott a vizsgálat (30 napos duzzasztási időintervallum).

MÉRÉSTECHNIKAI ESZKÖZÖK 2



**Műszaki Tudományi
Szekció**

A mérési bizonytalanság összetevőinek azonosítása és meghatározása színtartósági vizsgálatoknál

A textíliák különféle színtartósági vizsgálatait előíró szabványok kerülnek a mérési bizonytalanság témáját. Ez azonban nem mentesíti az akkreditált vizsgálólaboratóriumokat az ISO/IEC 17025:2017 szabvány által elvárt mérési bizonytalanság tényezőinek értékelési kötelezettsége alól.

A hiányosság pótlása érdekében ez a dolgozat a legnépszerűbb színtartósági vizsgálati eljárások bizonytalansági összetevőit rendszerezi, valamint felméri a lehetséges forrásokat. Mivel a vizsgálat speciális vegyi, mechanikai és vizuális lépésekből épül fel, mérési eredménye komplex bizonytalansági tényezők kombinációjaként jön létre. Ebből fakadóan az eredmény eltéréseinek statisztikai kiértékelése is összetett, sajátos módon valósítható meg.

Tapasztalati adatok és mérési eredmények segítségével megkeressük azokat a tényezőket, melyek lehetővé teszik egy módszer számszerű bizonytalansági értékének definiálását.

A színtartósági vizsgálatok sajátossága, hogy a mintadarabot szabványos kísérőszövetekhez rögzítjük, majd a különféle előkezelési eljárások során a színezékek által kialakított lefogás intenzitását értékeljük egy szürkeskála segítségével. Ez leggyakrabban vizuális úton, szubjektív minősítés útján történik. Mivel ebben az esetben a mérőeszköz maga az operátor, a kiértékelés mérőrendszerének statisztikai jellemzői laboratóriumonként, sőt akár naponként is szignifikánsan változhatnak. Emiatt fontos az eljárás reprodukálhatóságának és ismétlődőképességének meghatározása, és mérőeszközökhöz hasonló módon rendszeres pontosság-ellenőrzése.

A kapott eredményekkel a laboratórium nemcsak az általános akkreditációs követelményeknek tehet eleget, hanem eljárásainak, pontosságának és precizitásának folyamatos fejlesztését is elősegítheti.

Automatikus kártevőazonosító és számláló mezőgazdasági célra

Az integrált kártevő-szabályozás célja a megfelelő, egyedi növényvédelmi stratégia kidolgozása minden rendelkezésre álló paraméter ismeretével. Ez azt jelenti, csak akkor juttatunk a környezetbe biokémiai szert, amikor tényleg szükséges, és csak olyat, ami a jelen lévő, valamint a várhatóan megjelenő kártevőkre van hatással. A jó stratégia kidolgozásához számos adatra van szükség., többek között a kártevők sűrűségére. Az általam megtervezett rendszer célja egy olyan mobil, kültéri berendezés megalkotása, mely képes a rovarkártevők, elsősorban a molyfélék sűrűségének detektálására és ezen adatok továbbítására, valamint későbbi megjelenítésére. Az adatok egy adatbázisban kerülnek eltárolásra, ahonnan akár webes, akár mobilapplikációs felületen könnyedén megtekinthetőek, kielemezhetőek. A kártevők megszámlálására digitális képfeldolgozó algoritmusokat, valamint konvolúciós neurális hálózatot alkalmazok. Az eszköznek képesnek kell lennie egy teljes szezonon (4-5 hónap) keresztül folyamatosan üzemelni külső hálózati tápforrás nélkül, ezért a végponti eszköz tervezése során végig törekednem kellett az alacsony energiafelhasználásra. A munkám során igyekeztem a gyártási és az üzemeltetési költségek minimalizálására. A TDK dolgozatban bemutatott rendszer tehát segítheti a gyümölcsösök integrált kártevő-szabályozási eljárásának tervezési szakaszát, azzal, hogy folyamatosan képes követni a kártevő-sűrűség alakulását és adatokat szolgáltatni róla, minimális emberi beavatkozás mellett. Az általam tervezett rendszer nagymértékben hozzájárulhat az agrármérnökök tervezési tevékenységének sikerességéhez.

Ferrofluidum maggal ellátott differenciál transzformátor felbontásának növelése

A dolgozat témája egy dőlésszögmérő szenzor felbontásának további növelése, mely működését tekintve nagyban hasonlít egy LVDT (Linear variable differential transformer) szenzorra, amely egy elmozduló vasmagból és három tekercsből áll. A három tekercs egymás mellett helyezkedik el, középen a primer, mellette pedig a kettő szekunder egymással ellentétes irányban tekercselve. A primer tekercset szinuszos jellel gerjesztjük. Így a vasmag pozíciójától függően a két szekunder tekercsben különböző feszültségek indukálódnak, melyek különbségéből meghatározhatjuk az helyzetét. Az általunk fejlesztett szenzor az LVDT-ben található szilárd vasmagot ferrofluidummal helyettesítjük, így létrehozva egy ferrofluidum maggal ellátott differenciál transzformátort (röviden FCDT).

Ha a ferrofluidummal feltöltött cella vízszintes helyzetben van, akkor a szenzor belsejében található folyadék egyenletesen oszlik el a tekercsek által körbe öltelt részekben. Viszont ha valamely irányba megdöntjük, akkor a három térrészben eltérő mennyiségű folyadék lesz, ezáltal változik a szekunder tekercsekben indukálódó feszültség és mérhetővé válik a dőlés vagy éppen gyorsulás mértéke.

A felbontás növeléséhez először is elméletileg meghatároztam a szenzor érzékenységéhez köthető kritikus paramétereket. Az elméleti eredmények igazolására kísérleti vizsgálatokat végeztem, melyekhez teszt tekercseket készítettem. A teszt tekercsekkel végzett méréseim alapján, valamint a jelfeldolgozáshoz használt AD598-as IC paramétereit figyelembe véve meghatároztam az ideális primer és szekunder tekercshuzalokat, valamint a gerjesztő frekvenciát. Ezek után elkészítettem két FCDT prototípust az általam javasolt huzalokból, két különböző méretű csévetestre. A jelfeldolgozó panel elektronikai alkatrészeit átméreteztem az új tekercsekre, majd vizsgálatokat végeztem annak érdekében, hogy összehasonlítsam az elméletileg várt adatokat a már valós szenzorok által mért adatokkal. Javaslatot tettem egy új, rezonancia alapú mérési eljárásra, amely még tovább javíthatja a szenzor érzékenységét. A mérések alapján határozottan kijelenthető, hogy az általam elkészített, új típusú FCDT-ék érzékenysége a korábbiakéhoz képest lényegesen fejlődött.

Forgógépek diagnosztikai eljárásai és alkalmazási lehetőségük felmérése

A dolgozat célterülete a villamos forgógépek diagnosztikai mérései, ez legyen ipari vagy ipari-kutatási alkalmazás. Az elmúlt évek elméleti és gyakorlati tapasztalatai jelentős alapot szolgáltatnak a munka megszületéséhez.

Villamos forgógépek diagnosztikai eljárási és alkalmazási lehetőségük felmérése, ami azt jelenti, hogy a jelenleg ismert mérési módszerek mérlegelése és összevonása egy olyan gépspecifikus hiba megállapítására, ami még nem egyértelműen ismert megoldás. Léteznek roncsolás és roncsolásmentes folyamatok, mindkettő családból válogattam.

A diagnosztikai méréseknél az alábbi módszereket alkalmaztam:

- Fázisáram mérésre és abból spektrum képzése
- Áram Park-vektor és annak x és y-komponenséből spektrum készítése
- Zajmérés és abból spektrum képzése
- Hőmérsékeltmérés és számolás
- Termográfiai mérések
- Felületi kopás megfigyelése mikroszkóp segítségével.

A fent felsorolt eljárások szolgáltatnak alapot a munka megkezdéséhez. A forgógépek mérésnél szem előtt kell tartani a hozzáférhetőség kérdését, hogyan lehetséges a munka kivitelezése, ami azt jelenti, hogy az általam elvégzett és átgondolt mérési módszerek két részre oszthatók.

- Laboratóriumi körülmények között kivitelezhető mérések.
- Ipari körülmények között elvégezhető mérések.

Az ipari körülmény alatt azt értem, hogy a forgógép üzemeltetési körülményei nem teszik lehetővé a „könnyű” hozzáférést, illetve a zavartalan üzem biztosítása érdekében nem is megengedett. Gondolva pl.: a zajmérésre, gyakorlati körülmények között nem egyszerű megoldás. Az ipari csarnok esetében pedig több motor dolgozik együtt, ami a hanghullámok visszaverődése miatt nehezíti a zajspektrum felvételét. Ennek eredményeképpen értem a két részre osztást, mert laboratóriumi körülmények alatt azt értem, hogy minden olyan mérési körülményeit igyekeztem megteremteni, ami csak a gépre jellemző jel, illetve olyan zavaróhatást, amit nem sikerült elhárítani, annak a figyelembevételével dolgozni. A kiválasztott villamos gép aszinkron motor és terhelőgépként megjelenik az egyenáramú mérlegdinamó.

FILEP ZSOLT
fzsolt9001@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Természettudományi Kar

Témavezetők:
Dr. Lukács István Endre
tudományos főmunkatárs, Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézet
(Energiatudományi Kutatóközpont)
Dr. Volk János
tudományos főmunkatárs, Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézet
(Energiatudományi Kutatóközpont)

Kétdimenziós elektrongáz alapú elektromechanikus érzékelők

A dolgozatomban célja az MFA Nanoérzékelők Laboratóriumában készített AlGaIn/GaN HEMT eszközök vizsgálata potenciális elektromechanikus érzékelőként. Két mintát kaptam, az egyik már teljesen elkészült és működőképesnek bizonyult nyomásmérőként. Ezen az érzékelőn a HEMT egy körülbelül 500 μm átmérőjű membrán szélén fekszik. A másik mintán a hordozó még nem lett elmarva a membrán alól, így referenciának használtam a kész minta alkotórészeinek jellemzésére. Ezen a referencia mintán TLM (transmission line method), cTLM (circular transmission line method) és Schottky-dióda méréseket végeztem, így vigyázva a kész érzékelőre. A kontakt ellenállás 2,1 Ω , a négyzetes ellenállás 448,2 Ω , a Schottky kontaktus idealitása pedig 2,5-nek adódott (a dióda mérés 263,15 Kelvines hőmérsékleten zajlott). Ezek az eredmények az elvárásoknak megfelelőek. Mindkét érzékelő alapvetően tranzisztor, ezért a tranzisztorként való működést is igazoltam. Ezután méréseket végeztem, ahol a membrán különböző pontjaira fejtettem ki erőhatást egy AFM tűvel és a válaszokat megvizsgáltam. Pozíciófüggő változás volt érzékelhető a tranzisztoron átfolyó áramban. A legérzékenyebb ponton a mintát több erővel megnyomva az ellenállás relatív megváltozása a nyomó erőhöz képest: 0,3424 1/mN volt. Végezem modellezést is használok összehasonlításra és új alkalmazások keresésére. Az érzékelő mikrofonként, vagy oldalirányú erőmérőként is működhetne kisebb módosításokkal. A pozícióra és oldalirányú erőre való érzékenység jó jelöltté teszi az ilyen érzékelőket szintetikus bőr kialakítására.

Levegő szennyezettség mérése alkalmazott szenzorikai eszközökkel

Dolgozatom célja egy olyan, általam készített hordozható levegőminőség-mérő elektronika bemutatása, amely kis mérete, egyszerű használata, valamint okostelefonos kompatibilitása miatt alkalmas a mindennapi használatra. A dolgozatom során egy rövid irodalomkutatás, a légszennyezettség mérésének főbb okainak, céljainak bemutatása után ismertetem a célra használt modern szenzorok fő típusait, működésüket, valamint az adataik kiolvasására és feldolgozására alkalmas lehetőségeket. Ezt követően megmutatom, hogyan készítettem el egy prototípust, valamint milyen méréseket készítettem vele, milyen nehézségekbe és problémákba ütköztem fejlesztése, használata során. A prototípust gyártási laborkörnyezetben validáltam, ezzel kapcsolatot teremtvé a munkám és az Ipar 4.0 elvárásainak megfelelő alkalmazott szenzorikai elvárásokra. A munkám következő szakaszában ezeket a nehézségeket, problémákat áthidalva megismertetem az olvasóval egy jól működő, enyhén kezdetleges, de viselhető és kifejezetten tanulságos információkat adó rendszer elkészítésének folyamatát, technikai megoldásait. Miután a rendszert urbánus környezetben okostelefonnal leteszteltem, kitekintést nyújtok a téma lehetőségeivel, jövőjével kapcsolatban.

Munkám során foglalkoztam C nyelvű, valamint Arduino programozással, Android szoftverfejlesztéssel, valamint elektronika tervezésével, forrasztásával is.

Műanyagok szakítószilárdságának mérésére alkalmas berendezés tervezése és kivitelezése

A dolgozat célja egy, a polimerek uniaxiális szakítóvizsgálatára alkalmas berendezés tervezési és kivitelezése. A berendezés felépítése az iparban használt szakító gépek felépítéséhez hasonló, viszont egy költséghatékony megvalósítás. A berendezés felépítésében helyet kapott egy váz, két csavarorsó, melyek léptető motorokkal vannak meghajtva. A mechanikus részt egy Arduino egység vezérli és kapcsolja a számítógépen található kezelői felülethez.

MÉRÉSTECHNIKAI ESZKÖZÖK 3



**Műszaki Tudományi
Szekció**

Aszinkron motorok mechanikai eredetű jellemzőinek diagnosztikai vizsgálata áram jelalak-analízis módszerével

Napjainkban villamos gépek állapotfelügyeletének a szerepe jelentősen megváltoztatta a forgógépekről kialakult egyszerű analóg mérési eljárásokat. A számítástechnika ütemes fejlődése és összekapcsolva a méréstechnikával „korlátlan” információ mennyiségek feldolgozását teszi lehetővé. Nemcsak állapotvizsgálatról van szó, hanem egy olyan információszerezési eljárásról, amely definiálja a gép aktuális „fizikai állapotát és tanulórendszer tud képezni.” A folyamat, a villamos gép és a köré épült mérésfeldolgozó egység, egy rendkívül gazdag számhalmazként is felfogható, beleértve az összes leíró függvényt és jelenségeket, amely végigkíséri gép életciklusát. Információhordozó pl.: az áramjelből képzett spektrum, annak amplitúdó és frekvencia komponensei, majd a rajta végzett elemzések és abból képzett halmazok (Fuzzy-halmazok). A villamos gépek (jelen dolgozatban aszinkron motorok) egy integrált rendszer részei (frekvenciaváltó, szenzorok, szoftverek stb.) és azzal már nélkülözhetetlenül együtt dolgoznak. Ebben a folyamatban nyílik lehetőség a gépről alkotott működési „térkép” felállítására, legyen az folyamatos, szakaszos, tranziens üzemi körülmények. Ebben a dolgozatban a háromfázisú (külső szemmel egy „egyszerű felépítésű gépet”, amit, nap, mint nap látni lehet az iparban) aszinkron motor, úgy tekintem, hogy „információhalmaz”, folyamatos üzemviteli jelforráshordozó gép. A dolgozat elsősorban a mechanikai eredetű jelekkel foglalkozok, és abból képez elemzési lehetőségeket. A szakterület hazai és nemzetközi viszonylatban megalapozott és széleskörűen művelt ágazat. Ebben a szakirodalomban rendkívül gazdag területben keresem a saját munkám helyét és létjogosultságát. Az elmúlt évek tanulmányi és mérési, kísérleti anyagai kiindulási alapként szolgáltak a közelmúltbeli munka megszületéséhez. A dolgozatot korábbi tevékenységeim lezárásaként tekintem és megnyitva egy új fejezetet, amely elindul jövő villamos hajtásrendszereinek fejlesztésének útjára.

Biológiai mérőlabor középiskolásoknak

Egy hírben olvastam, hogy egy informatikus az izmai megfeszítésével képes vezérelni a prezentációját. Ekkor megszületett egy gondolat, és rendeltem is egy EMG szenzort, amivel elkezdődött az azóta is tartó munka, ami folyamatosan bővül. A myDAQ és a Labview felhasználásával sikerült megalkotni egy olyan iskolai laboreszközt, amely az élettudományokkal foglalkozók számára új lehetőségeket teremt, hiszen ez az eszközkészlet eddig csak meglehetősen borsos áron állt rendelkezésre. A labor egyes elemeinek fejlesztése, tesztelése is része a pályamunkának. Egy olyan mérés adatgyűjtő-elemző rendszert és a hozzá tartozó szoftvert valósítottam meg, - egy MyDAQ eszköz felhasználásával -, amivel ki lehet bővíteni a középiskolai biológiai kísérleteit, és lehetősége van a diákoknak sok emelt szintű biológia kísérlet elvégzésére is. Az egészségügy ágazatos szakgimnáziumi osztályok számára is új helyzetet teremt, hiszen az elektromiográfiai méréseket már középiskolában megismerik, és a szakmai gyakorlaton már sokkal könnyebben tudják alkalmazni a megszerzett tudást, tapasztalatot.

AL-AREQI AHMED
ahmedalareqi2020@gmail.com

Óbudai Egyetem
Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki
Kar

FAREED YETM
fareed.ytm@gmail.com

Óbudai Egyetem
Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki
Kar

AYMAN MOUSA
ayman93793@gmail.com

Óbudai Egyetem
Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki
Kar

SHBABAH MARIAM
mariam.shbanah@gmail.com

Óbudai Egyetem
Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki
Kar

*Témavezető:
Dr. Szakács Tamás
adjunktus, OE BGK*

CAN BUS COMMUNICATION DEMONSTRATION TOOL FOR EDUCATION

A Controller Area Network (CAN bus) It is a communication protocol between the different control units in the car where the controllers (computers) can exchange information directly (without a link unit between them). It is a protocol based on the principle of messages. Each message has its own electronic structure consisting of: Message ID, message start, message body and end of message. CAN messages do not contain the address of the sender or the addressee, but the content of the message itself contains an additional identifier for the information transmitted like RPM, temperature or whatever. In this phase the console looks at it and if this information is important for its work it will be processed, If not important, it will be ignored. The message identifier contains an electronic fingerprint that specifies (message priority). A priority message is first broadcasted on the network, and the second message is delayed in the unit that you send for a period of time where it becomes a priority and it is sent. All of these messages are done at a speed of 500 K / bps. This system was developed by Bosch and Intel to be specially used in cars to solve the problem of sizes, costs and weights of the wire group that abounded with the large number of computers and control units.

Erőmérő cellákkal felépített súlymérő rendszer fejlesztése

Munkám során egy olyan rendszer kifejlesztése iránti igény fogalmazódott meg, amellyel húzó terheléseket lehet mérni 0-1000 kg tartományban, és távolról ellenőrizhető az egyes pontokra jutó terhelés. A rendszer ipari környezetben történő mérésekre kell, hogy alkalmas legyen.

A fentiek szerinti súlymérő egységeknek legalább a mérni kívánt terhelés ötszörösét kell, hogy elviseljük biztonsági okot miatt, tehát 1000 kg-ig történő mérés esetén olyan megoldást kell választani, ami 5000 kg terhelést is kibír. A mért érték kilogramm pontosságú kell, hogy legyen. A mérés helyén szükséges kijelzés 4digit 7 szegmenses led kijelzőkkel.

Ezen kívül elvárás, hogy a mérő egységeket hálózatba lehessen kapcsolni, és a mért értékeket továbbítani lehessen egy központi egység felé kábelben. A központi egység nagy távolságban, akár több száz méterre is lehet a mérő egységektől. A mérő egységek tápfeszültség ellátása, és kommunikáció egy kábelben belül, de külön ereken kell, hogy történjen. Az egységeket egymás után, láncba lehessen fűzni, és minden egység egyedi beállítható azonosítóval kell, hogy rendelkezzen. A tápfeszültséget a központi egység biztosítja. A központi egységen egy időben meg kell jeleníteni maximum 16 darab mérő egység által küldött pillanatnyi súly adatot, valamint az eddig mért legkisebb és legnagyobb értékeket. Ezeket az értékeket tápfeszültség kikapcsolásakor nem felejtő EEPROM memóriába is naplózni kell. A központi egységen mind a 16 mérőegységhez kell egy egyedi beállítható megengedett maximális terhelés érték, melynek túllépésekor a rendszer hibajelzést ad. Szükséges még mind a 16 csatornához analóg bárgráf kijelzés is, a megengedett maximális terheléshez képest. Dolgozatom célja, hogy bemutassam a fenti paraméterek figyelembevételével általam kifejlesztett súlymérő rendszert.

KOVÁCS GYULA
kgyula9307@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gépészmérnöki Kar

WÁGNER ÁRPÁD
wgnrar@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Villamosmérnöki és Informatikai Kar

Témavezetők:
Dr. Tamás Kornél
adjunktus, BME GPK
Hudoba Zoltán
tanszéki mérnök, BME GPK
Kovács László
Ipar 4.0 témavezető, BME VIK

Horizontális penetrométer és elmozdulás mérő fejlesztése talajmodellek kalibrációihoz

Napjainkban számos kutatás célja a talaj-szerszám kapcsolatban az érintkezés során létrejövő hatásmechanizmus vizsgálata. Az egyik ilyen vizsgálandó jellemző a talajellenállás, ami kiemelten fontos tényező talajmechanikai szempontból. Ezen belül is a talaj adott szerszámmal történő horizontális mozgatása során adódó fajlagos ellenállás. A horizontális penetráció során mérhető talajellenállás nagyságát horizontális penetrométerrel lehet meghatározni. Jelen kutatás szerves részét teszi ki maga a mérőberendezés fejlesztése, illetve egy gyorsulásmérő szenzoron alapuló eszköz is a mérési környezet részét képezi, ami a talaj elmozdulás valós időbeli alakulását képes megmutatni. A horizontális penetrométer, mint mérőberendezés kapcsán rengeteg konstrukciós kialakítás született már és az ezekkel végzett mérések is számos kutatásban megtalálhatók. Az irodalomkutatás során részletes tanulmányozásra került több különböző kialakítás és ezek funkcionális szerepe. A végső konstrukciós kialakítás során legfőbb szempont a gyárthatóság volt, azokkal a berendezésekkel, amik a rendelkezésre álltak. A mérőberendezés fejlesztése során számos olyan gépészeti megoldás került kialakításra, amelyek a mérés során jelentkező, a mérési eredményeket torzító jelenségeket hivatottak kiküszöbölni. A horizontális penetrométer összeállítása után következett maga a mérés, amely két fontos talajjellemző tulajdonság meghatározásához szolgált alapul. Egyik az általunk vizsgált horizontális penetráció hatására létrejött talajellenállás különböző mélységekben. A másik pedig a vizsgált talaj elmozdulás mértéke, amelyet a mérőberendezés a talajban történő vontatásának hatására hozott létre. A mérések előkészített laboratóriumi talajvályúban lettek lefolytatva különböző működési paraméterek beállítása mellett. A vizsgálatok alatt együttesen került rögzítésre az adott réteg penetrációs ellenállása és a talajelmozdulásmérő elmozdulásának a mértéke. Fontos kiemelni, hogy az eddigi kutatásokban alkalmazott jelölőkockák adta lehetőségeken túl kutatásunkban a kifejlesztett elmozdulásmérő képes volt a talaj kezdeti és végállapotba jutása közötti talaj elmozdulást, annak pályáját folyamatosan rögzíteni. A kapott eredmények alapján kimondható, hogy a mérés megfelelően reprezentálta a tőle elvárt értékeket, így ezek alapján ezek felhasználhatóságát biztosítanak a későbbiekben különböző talajmodellek kalibrációjához.

KO-pot, a növénygondozás jövője

Az innovációm a szobanövények önműködő (automatizált) gondozását célozza meg. Kutatásom során megvizsgáltam a piacon már létező, erre a célra tervezett eszközöket, kielemezve ezek funkcióit, majd kibővítve és tökéletesítve ezeket.

A találmány tárgya a szobanövények gondozásának az automatizálása, a KO-pot® “okos” cserép, nevű eszköz, illetve ennek részegységei a KO-ntrol Board® illetve a KO-connection Point®, mely teljes mértékben képes a szobanövények környezeti életfeltételeinek (paramétereinek) biztosítására akár hosszas felhasználói beavatkozás hiányában is (pl. nyári-téli szabadság idején is). A növénygondozó eszköz két üzemmódban működhet. Az alap (DEFAULT) üzemmódban csak a legszükségesebb paramétereket mérve és öntözve a növényt, míg a felhasználói (CUSTOM) üzemmódban, lenyegesen több, a felhasználó által beállítható paramétert mérve és feldolgozva, majd visszajelezve interneten keresztül, összetett adat-grafikonos kimutatásokat küldve okostelefonra, táblagépre és e-mail-re felhasználójának.

A KO-pot® “okos” cserép rendelkezik egy kiegészített BETA (kísérleti fázisban levő) funkcióval is, amely során a felhasználók különböző kísérleti funkciókat tesztelhetnek növényeiken. Jelenleg egy ilyen funkció az okoscserépbe beépített mágneses tér generátor VMFGM (Variable Magnetic Field Generator Mode) amely segítségével elérhető a növény gyorsabb fejlődése, valamint bizonyos esztétikai változások is előidézhetők. Úgyszintén kísérleti jellegű a lüktető pót fényforrás, a APLSM (Auxiliary Pulsing Light Source Mode), amely szintén kedvezően befolyásolhatja a növény fejlődését, és nem utolsósorban a növénynek halk harmonikus frekvenciák szolgáltatását, a SHFGM (Silent Harmonic Frequency Generator Mode) ami még nem teljesen egyértelműen kimutatott, de kísérleti fázisban már elismert tény, a növény hatásosabb fejlődését illetően...

Méréstechnikai eljárások javítása piezoelektromos energiagyűjtőkhöz

Dolgozatom témája az Energiatudományi Kutatóközpont Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézetének Nano-érzékelők Laboratóriumában fejlesztés alatt álló piezoelektromos energiagyűjtő rezgőnyelvek villamos tesztjeinek továbbfejlesztése. Az „energy harvesting”, azaz energia gyűjtés, egy kevésbé ismert terület, mely több szakterület szoros együttműködését kívánja, ha elektronikus eszközeink egy részének valaha is ilyen módon szeretnénk villamos energiát biztosítani. A terület megismerése és az általam elvégzett módosítások egy tipikus példája volt annak a munkafolyamatnak, mely a villamosmérnöki területet leginkább jellemzi. Dolgozatomban egyik oldalról szeretném körbejárni az energiagyűjtést, mint kutatási területet kiemelt figyelemmel a piezoelektromos elven működő energiagyűjtőkre. Másik oldalról felvázolni, hogy hogyan is zajlott az a megismerési folyamat, melynek során én magam is bekapcsolódhattam ezen kutatásba. A dolgozatban összefoglalom, hogy milyen problémákba ütköztem, milyen eredményeket hoztak ezek a kiegészítések, valamint hogyan tervezem folytatni a munkát.

BAGDI ROLAND TAMÁS
bagdiroland@gmail.com

BUKOR CSONGOR
goliem51@outlook.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gépészmérnöki Kar

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gépészmérnöki Kar

Témavezetők:

Dr. Nguyen Huy Hoang
tudományos munkatárs, BME GPK

Dr. Kerényi György
tanszékvezető helyettes, egyetemi docens, BME GPK

Mérőpad tervezése hajtáselemek fárasztásos vizsgálatához

TDK munkánk során feladatunk volt egy olyan mérőberendezés összeállítása, mely alkalmas különböző hajtáselemek hosszútávú üzemének gyorsított vizsgálatára. A feladatot gondozó tanszék, a BME Gép- és Terméktervezés Tanszék nagy múlttal rendelkezik a területen, a tanszék dolgozói régebben aktívan teszteltek hajtástechnikai elemeket hasonló berendezéseken (ipari megrendelésre vagy kutatási okokból), ezen tevékenység a felélesztésére, valamint az oktatás támogatására teszünk kísérletet az új mérőpad tervezésével és kivitelezésével. Munkánk kiterjedt a mérőpad konstrukciós tervezésére, a hozzá kapcsolódó vezérlőelektronika felvázolására, valamint munkavédelmi megoldások kidolgozására.

A konstrukciós tervezés során elsődleges szempont volt a megbízható üzem és a nagyfokú állíthatóság, szerettük volna ugyanis minél nagyobb mértékben lefedni azokat az ipari igényeket, melyek a projekt elindulásának okot adtak. Ennek megoldásaként a szerkezet moduláris jelleggel egy hornyos asztalra kerül felépítésre. A berendezés hajtáslánca elektromos, egy hajtó és egy visszatöltő egységből áll, melyek konstrukciós szempontból teljesen azonosak, eltérő azonban az alkalmazásuk: az egyik hajtásegység motorként a kívánt fordulatszám beállítását teszi lehetővé, a másik pedig generátorként üzemelve. A minél szélesebb terhelési és fordulatszám tartomány elérése különböző méretű hajtóművek és elektronikus vezérlés segítségével került megoldásra.

Biztonságtechnikai oldalról felvázolásra került több olyan megoldás is, melyek eltérő hatékonysággal kielégítik a biztonságos üzemeltetés igényeit. Végző megoldásként egy hangszigetelt mérőszoba felállítása mellett döntöttünk, mely kialakításából adódóan egyben védelmet is nyújtana az esetlegesen kirepülő repeszekkel szemben is. A berendezés rezgéseinek szigetelése gumibakok segítségével történik.

A projekt nem jöhetett volna létre az SEW-Eurodrive támogatása nélkül, akik a BME Gép- és Terméktervezés Tanszékét saját termékpaletájuk elemeivel ellátva, valamint szakmai tudásukkal segítették munkánkat.

MÉRNÖKI MATEMATIKA 1



**Műszaki Tudományi
Szekció**

A Möbius-szalag alakjáról

A Möbius-szalag olyan nem irányítható felület, amely a háromdimenziós térbe helyezve egy oldallal és egy éllel rendelkezik. A szalagot a 19. század első felében fedezte fel két német matematikus egymástól függetlenül. Nevét egyik felfedezőjéről, August Ferdinand Möbiusról kapta.

A Möbius-szalag az élet meglepően sok területén előfordul. Számos művészeti alkotásban fellelhető a pontos forma (például M. C. Escher néhány képe), több esetben a folytonosságot, az önmagába való visszatérést szimbolizálja. A természetben (például aromás vegyületek molekuláinak alakjánál) is megtalálható. A hétköznapi életben is felfedezhető a Möbius-szalag: például szállítószalagoknál ez a forma biztosítja, hogy a felület egyenletesen kopjon. Mindezek fényében meglepő, hogy a szalag alakja zárt matematikai összefüggésekkel nem leírható.

Egy, a háromdimenziós térben elhelyezkedő felület (például a gömb) paraméterezése során egy síkidom (például egy téglalap) és a felület pontjai között létesítünk egyértelmű kapcsolatot. Az említett példában a téglalap pontjai a földrajzi hosszúságnak és szélességnek felelnek meg. Ismert, hogy ezen két adatból egyértelműen beazonosítható a gömb bármely pontja, a két pólus kivételével, ahol a hosszúsági adat nem egyértelmű. Ezen megfeleltetés alapján készülnek a térképek is.

Jelen pillanatban nem ismert hasonló leképezés a síkba teríthető Möbius-szalagot illetően, annak ellenére, hogy számos kutatás foglalkozik a szalag sajátosságaival. A Möbius-szalag különböző terhek hatására számos alakot felvehet, a fentebb említett tanulmányok azonban elsősorban a szalag (terheletlen) egyensúlyi alakjának meghatározására irányulnak. Ennek nehézsége, hogy a Möbius-szalag pontjaiban (terheletlen állapotban is) feszültségek ébrednek (hasonlóan a feszített tartókhoz), amelyek egyensúlyban lévő nyomatékok révén biztosítják az alakban a görbületet.

Kutatásomban egy olyan (közelítő) képletet keresek, amely egyszerű megfeleltetést ad a téglalap és a belőle készített, terheletlen Möbius-szalag pontjai között. Ennek segítségével a Möbius-szalag különböző terhek hatására létrejövő alakváltozásai a mai eljárásoknál egyszerűbben számíthatóvá válnak.

Irodalom:

V.B. Gerritsen: The protein with a topological twist (2002) - https://web.expasy.org/spotlight/back_issues/020/

E.L.Starostin, G.H.M van der Heijden.: The shape of a Möbius strip. Nat. Mater.6, 563–567 (2007)

S.Bartels, P.Hornung:BendingPaper and the Möbius Strip. J Elast119:113(2015)

Témavezetők:
Dr. Fürjes Péter
tudományos főmunkatárs, KFKI MFA Mikrorendszerek Laboratórium
Reichardt András
egyetemi tanársegéd, BME VIK
Dr. Hajnal Zoltán
tudományos főmunkatárs, KFKI MFA Mikrorendszerek Laboratórium

Folyadékdinamikai jelenségek modellezése és vizsgálata kétfázisú cseppes mikrofluidikai rendszerekben

Napjainkban egyre nagyobb teret nyer a kompakt diagnosztikai eszközök fejlesztése és felhasználása olyan bonyolult feladatok esetén is, melyek hagyományosan nagylaboratóriumi berendezéseket igényeltek. Ehhez kapcsolódóan egyre szerteágazóbb a mikrofluidikai és integrált Lab-on-a-Chip rendszerek alkalmazása, amelyek jelentősége kiemelkedő a bioanalitikai / sejtanalitikai eszközök miniatürizálása terén.

A mintapreparációs mikrofluidikai rendszerek fejlesztése és vizsgálata során számos olyan feladattal szembesülhetünk, ahol sejtek vagy ezekkel összemérhető részecskék tervezett mozgatása, manipulálása, kiválogatása, számlálása, illetve lokalizált vizsgálata a cél. Az egyedi sejtek kémiai és fizikai hatásokra adott válaszai célzottan vizsgálhatók a sejtmérettel összemérhető mikrokörnyezetben. Ilyen mikrokörnyezet kontrolált létrehozására adnak lehetőséget a kétfázisú mikrofluidikai rendszerek, amelyek monodiszperz mikroemulziók generálásával képesek célzott méretű sejtcspadák előállítására.

Ilyen, diszkrét cseppek létrehozására alkalmas mikrofluidikai rendszereket terveztem és készítettem el az Energiatudományi Kutatóközpont Mikrorendszerek Laboratóriumában, lágy litográfias módszerek alkalmazásával PDMS polimerben. Olaj és vizes fázisok keverésével stabil emulziót létrehozva, a monodiszperz cseppek létrejöttét és a cseppméretet befolyásoló geometriai és hidrodinamikai paraméterek hatását elemeztem az általam alkalmazott kétfázisú rendszerben. A laboratóriumi vizsgálatok eredményeit összehasonlítottam végeselem módszert alkalmazó számítógépes szimulációval. A cseppgenerálás jelenségét időlépéses modellben sikeresen reprodukáltam, és a demonstráltam a mikrofluidikai környezet paramétereinek cseppméretre és cseppkeletkezési frekvenciára gyakorolt hatását a szimuláció segítségével.

A mikrofluidikai rendszer továbbfejlesztve alkalmassá tehető a cseppekbe injektált két eltérő folyadék (pl. reagensok vagy hatóanyagok) keveredési dinamikájának elemzésére, mely a cseppen beüli kémiai reakciók lefolyásának vizsgálata során játszik fontos szerepet. Munkám során kísérleti és szimulációs módszerekkel vizsgáltam a mikroméretű cseppekben lejátszódó keveredési folyamatokat. Nagy sebességű kamera felvételeinek segítségével elemeztem fluoreszcens folyadékok keveredését a zárt térfogatban, összevetve a modellszámítások eredményeivel.

Hatékony programcsomag fejlesztése nagy számú késleltetett differenciálegyenlet numerikus megoldására

Késleltetett differenciálegyenletek (KDE) a természettudományokban és a műszaki tudományokban is megjelennek; analitikus megoldásuk a legtöbb esetben nem létezik. Így a legtöbb késleltetett probléma csak numerikusan kezelhető, azonban jelenleg a legtöbb KDE megoldó magasabb szintű programozási nyelvben (Julia, Wolfram, Matlab) van implementálva, amelyek teljesítménye sokszor nem megfelelő paramétertanulmányok készítéséhez. Léteznek az 1990-es években Fortran vagy C nyelven íródott megoldók. Azonban ezek nem használják ki az azóta megjelent új programozási paradigmákat.

A KDE megoldók sebességét több tényező is limitálja; a minimális futási idő elérése érdekében ezen tényezők felderítése szükséges. Ezért egy általános célú megoldóhoz szükséges a releváns matematikai háttér megfelelő ismerete például a megfelelő interpoláció választása, illetve a nem folytonosságok kezelése. A modern processzor (CPU) architektúrák megfelelő ismeretével és az új utasításkészletek használatával lehetséges a program alacsony szintű optimalizációja (vektORIZÁCIÓ, utasítások késleltetésének elrejtése, cache használat) amely a futási időt akár nagyságrendekkel is csökkentheti. Egy másik megközelítés a professzionális videokártyák (GPU) használata és a kód adaptálása a hardver masszívan párhuzamos architektúrájára. Ebben az esetben a kihívás a munka szétosztása több ezer párhuzamosan futó szádra, és az ebből adódó hatékony memória kezelés interpolálásnál.

Ezen dolgozat egyik fő célja bemutatni a saját magam által C++ nyelven készített teljesen általános célú KDE megoldó csomagot, amely alacsony szinten optimalizált kód modern CPU-ra, így alkalmas nagyszámú KDE párhuzamosított megoldására. Jelenleg a hagyományos negyed rendű Runge—Kutta módszer (fix időlépés) van implementálva Hermite interpolációval kiegészítve. Illetve az adaptív Runge—Kutta—Dormand—Prince is elérhető, amely az interpolációhoz folytonos kiegészítést használ és képes a hibát egy előírt tolerancián belül tartani. Bizonyos esetekben a futási idő jelentősen csökkenthető a GPU-k használatával, viszont a teljesítmény több esetben is limitált. A dolgozatban bemutatok néhány általam készített probléma specifikus GPU-s megoldó kódot.

A dolgozatban különböző tesztproblémákon keresztül bemutatom, hogy az általam készített megoldó hogyan teljesít az elérhető megoldókhöz és probléma specifikus programokhoz képest. A fő szempontok az előkerülő nem folytonosságok kezelése, illetve a futási idő paramétertanulmányok esetén.

Húzószilárdság és lágyuló anyagmodell figyelembevétele a teherbírési vonalban

A dolgozatban vizsgált témát az építőiparban megjelenő új anyagok inspirálták. A mai gyakorlatban használt építőanyagok nagy részét már nagyon régen ismerjük. Tulajdonságaik, viselkedésük is ismert, a számítások jól bevált módszereken, közelítéseken alapulnak. Az újonnan megjelenő anyagok esetében azonban előfordulhat, hogy egyes anyagok előnyös tulajdonságainak kihasználásához szükség lehet pontosabb számításokra.

A nyomószilárdságukhoz képest kicsi húzószilárdsággal rendelkező anyagok (pl. beton, vályog) anyagmodelljében a húzószilárdságot hagyományosan elhanyagoljuk. Ezzel a számítási folyamatot egyszerűsítjük, és a biztonság javára tévedünk. A beton és vályog anyagparamétereinek javítására, a húzószilárdság növelésére gyakran szálakat kevernek az anyagba. A dolgozatomban megvizsgáltam, hogy ezeknél az anyagoknál hogyan befolyásolja a teherbírési vonalat, ha a megnövekedett húzószilárdságot is figyelembe vesszük.

A dolgozat Dr. Orbánné Csicsely Ágnes doktori munkáján [1] alapul. A dolgozat a vályog húzószilárdságát elhanyagolja, figyelembe veszi azonban a nyomott oldalon az anyag lágyulását. A teherbírési vonal meghatározása a következőképpen történik: adott normálerő-szintekhez meghatározzuk a keresztmetszet nyomaték-görbület függvényét. Ennek a maximuma adja a falazat keresztmetszetének teherbírását, ami a normálerővel együtt a teherbírési vonal egy pontpárja.

A kutatás során a doktori disszertáció [1] eredményeit fejlesztettem tovább. Figyelembe vettem az anyagmodellben a húzószilárdságot is, és az esetleges lágyulást is a húzott oldalon. A módosított feszültségábrák alapján megrajoltam a nyomaték-görbület függvényeket, majd ezekből a keresztmetszet teherbírési vonalát. A számításához a Matlab programot használtam. A bemenő paraméterek változtatásával megvizsgálhatóvá vált, hogy különböző anyagjellemzők (a húzószilárdság növelése vagy a lágyulási paraméter változása) milyen hatással vannak a teherbírési vonalra.

[1] Orbánné Csicsely Ágnes, 2006. "Vályogfalak kísérleti és elméleti teherbírásvizsgálata" doktori disszertáció, 41–54. oldal

Ionhajtómű szimulációja és optimalizációja

Az űrkutatás az előző század egyik legjelentősebb technikai, technológia fejlődésének eredménye. Ez a folyamat napjainkban is folytatódik és soha nem látott projektek, kutatások folynak a témában.

Műholdnak nevezünk minden olyan mesterséges objektumot, amelyet Föld körüli pályára állítunk. A történelem során a Szputnyik-1 műholdja volt az első ilyen égitest, melyet az emberiség alkotott. Magyarországnak az első ilyen jellegű eszköze a Masat-1 (magyar és a szatelit összevonásából adódóan).

Ez a műhold CubeSat Project kapcsán készült, amely legfeljebb 10 X 10 X 10 cm méretű, maximum 1 kg tömegű pikoműholdakat jelent. Ezek a kisméretű műholdak főként kutatási célokat szolgálnak.

Az ehhez hasonló, ilyen jellegű kisméretű műholdak tekintetében nagyon kritikus a tömeg (és a méret). Az esetek jelentős részében ezen objektumok semmilyen hajtóművet nem tartalmaznak az előbbi okok miatt. Ugyanakkor bizonyos pályán kalibrációs okok miatt szükséges lehet/lenne kis teljesítményű hajtómű megléte, amivel ezen műveletek elvégezhetőek. Melyet a külső erőhatások, mint a napszél eredményezhet.

Korábbi munkám során konzulensemmel vizsgáltuk, hogy lehetséges-e kisméretű műholdakhoz méretezett ionhajtóművekkel a szükséges erőhatásokat kivitelezni. Ez egy olyan hajtómű, amiben elektromos (vagy mágneses) tér segítségével felgyorsított ionokat alkalmazunk erő kifejtésre. Newton harmadik törvénye alapján az üzemanyag által így kifejtett erő ellenerejével mozog az űreszköz. A módszer előnye lehet, hogy elektromos (vagy mágneses) térrel befolyásolható a sebesség és az irány.

A dolgozatomban bemutatom a kisméretű űreszközöknél alkalmazható elektromos térrel vezérelt ionhajtóművek modelljét. Ez alapján egyszerű tanuló algoritmus segítségével optimalizálom az egyes mozgásformához szükséges vezérlési értékeket.

Ivóvízhálózatok nyomásérzékenységen alapuló topológia optimalizációja

Napjaink fejlett ivóvízhálózatai igen heterogének, de pont ezen topológiai komplexitásuk folytán lehetőség nyílik számos olyan, még új ötletekre váró kutatási terület vizsgálatára, mint jelen dolgozat témáját jelentő, nyomásérzékenységen alapuló topológia optimalizáció. A Hidrodinamikai Rendszerek Tanszék munkatársainak eredményeit, illetve Son Duy Dao és kollégái módszerét ötvözve egy olyan új, optimumkereső eljárás implementálására nyílt lehetőség, mely képes a több betáplálással rendelkező ivóvízhálózatok egyetlen csőátkötés beépítésével megvalósítható robusztusság növelését megvizsgálni, optimalizálni. Ezen módszer segítségével a hálózatok megerősítése mellett a módszer alkalmas az egyes hálózatokat kritikusan sújtó tűzvíz kapacitáshiány leküzdésére, ezáltal optimalizálva a hálózat üzemvitelét, valamint lehetőséget biztosít a folyamatosan növekvő fogyasztási igény megfelelő kiszolgálására.

A módszer fejlesztést először általános célfüggvény vizsgálatával kezdtük, majd két, község méretű ivóvízhálózat elemzésével folytattuk. A kutatás ezen fázisában az optimumkereső algoritmus keresési terét előre kiértékelt hidraulikai eredmények alkották, mely kiértékelés csak a legkisebb hálózatok esetén volt elvégezhető a hidraulikai megoldó számítási ideje miatt. E vizsgálati folyamat tanúságot tesz az implementált optimumkereső eljárás nagyfokú robusztusságáról, gyorsaságáról és megbízhatóságáról. A kisebb községek ivóvízhálózatánál nagyobb méretű hálózatok teljes kiértékelése a lehetőségek exponenciális növekedése, azaz a kombinatorikai robbanás miatt jelen számítógépes technikával nem, vagy a kisebb városokat is tekintve egy átlagos irodai számítógépen, csak évek alatt tudna megvalósulni. Ezen tényből adódóan, a kutatás következő fázisát a hidraulikai szimulátor célfüggvényként történő algoritmusba kötése jelentette, melynek segítségével teljes kiértékelés nélkül vizsgálhatunk nagyobb-nál nagyobb hálózatokat. A Matlab környezetben implementált optimumkereső algoritmus, és a „C++” nyelven megírt Staci nevű hidraulikai megoldó összekötését követően 11 darab, a Vízművek álltak rendelkezésünkre bocsátott hálózat kiértékelését valósítottuk meg. Az eredmények felülmúlták a módszer tesztelési fázisában látottakat. Sikerült egy olyan mértékbe robusztus optimalizáló algoritmust alkotni, mellyel nem csupán kisebb települések hálózatainak kapacitásnövelését hajthatjuk végre néhány nap alatt, hanem akár nagyvárosok hálózatainak hatékony elemzésére is alkalmas.

Szupravezető szalagtekercsek kritikus áram modellje homogenizálás alkalmazásával

Magashőmérsékletű szupravezető szalagból készült tekercseket manapság számos területen alkalmaznak. Mivel egy bizonyos hőmérséklet alatt igen csekély veszteséggel rendelkeznek, így nem meglepő, hogy fő jelentőségük a nagyteljesítményű alkalmazásokban rejlik, mint például egyenáramú motor, energiatároló, MRI és részecskegyorsító. Fejlesztésük és üzemeltetésük során elengedhetetlen a lejátszódó fizikai jelenségek minél pontosabb ismerete, melynek kétségkívül leghatékonyabb eszköze a számítógépes szimuláció. Ebben a kontextusban ez nagy kihívást jelent, nem csupán a fizikai modell bonyolultsága, mely főképp az erős nemlinearitásból és a elektromágneses-hőtani-mechanikai csatolásból nyilvánul meg, de a rendkívül eltérő mérettartományok miatt is (centiméteres nagyságrendű tekercsátmérő mellett a szupravezető réteg vastagsága $\sim \mu\text{m}$).

A hatékony modellezés érdekében különböző egyszerűsítésekhez folyamodhatunk, ezek egyike a vezetőképesség-homogenizálás. A tanszéken a közelmúltban kidolgozásra került ennek egy újszerű változata, mely során a lapos szalagtekercs részletes geometriája helyettesíthető egy homogén anizotrop vezetőképességű közeggel. Az irodalomban fellelhető eredmények alapján kijelenthető, hogy eddig nem készült a tekercs spirális pályájára illeszkedő homogenizálás, amely ráadásul lehetővé teszi a feszültségkényszer közvetlen alkalmazását is.

Az előző évben készített TDK dolgozatomban fő célkitűzése az áramlási és mágneses tér pontosságának vizsgálata volt lineáris anyagjellemzőkre és stacionárius közelítésre szorítkozva. A modell validációja mind hatékonysági, mind kimenetiparaméter-érzékenység szempontjából is megtörtént, részletesen vizsgálva a diszkretizációból eredő hibák hatását. Az ígértes eredmények birtokában a jelen munka a szupravezető réteg kritikus állapotának modellezésével foglalkozik. A dolgozat tárgya a tekercs bekapcsolási tranziensének szimulációja magneto-kvázistacionárius közelítésben. Ennek kapcsán megvizsgáljuk az új homogenizálási eljárás hatékonyságát a különböző elektrodinamikai formalizmusok alkalmazása mellett.

MÉRNÖKI MATEMATIKA 2



Műszaki Tudományi
Szekció

Állandó mágneses motorok szabályozásának matematikai modellezése

A állandó mágneses motorok szabályozási módszerei hasonlóak lehetnek egymáshoz, ennek oka a hasonló fizikai felépítésükből vagy hasonló fizikai jelenségeikből adódik. Ez megfigyelhető a DC és PMSM motorok szabályozásainak példáján keresztül.

Munkám során a DC motor folytonos idejű kaszkád szabályozását vizsgálom először. Kitérek az indukált feszültség fontosságára, vizsgálva, hogy milyen rendszerparaméterek esetén szükséges modellezése és hogyan változtatja meg a sebesség szabályozó tervezését, továbbá milyen paraméterválasztás mellett elhanyagolható az indukált feszültség hatása.

A DC motor vizsgálata során kapott eredmények felhasználhatóak a PMSM motor szabályozásához, mivel a PMSM motor mezőorientált szabályozásakor a rendszer nyomaték és fluxus szabályozása hasonló módon lesz modellezhető, mint a DC motor kaszkád szabályozása.

Az analóg rendszerek hátránya hogy, megvalósítása költségesebb, mint a legtöbb olcsó digitális megvalósítás. Ebből adódóan érdemes vizsgálni a diszkrét idejű szabályozó tervezését is és összehasonlítani a folytonos idejű szabályozással.

A diszkrét idejű szabályozás során a visszacsatolás adott idejű mintavételezéssel és a diszkrét PI szabályzókat által adott beavatkozási nulladrendű tartóként avatkozik be. A DC motor diszkrét idejű kaszkád szabályozása esetén a P-I stabilitási térképeket vizsgálom a mintavételezési idő függvényében, figyelembe véve, hogy a belső szabályozási hurok mintavételezési ideje tizede a külső szabályozási hurok mintavételezésének. Numerikus számításokkal keresem a legnagyobb mintavételezési időt, ami mellett az adott paraméterű DC motor még stabil működésű lehet, a leggyorsabb beálláshoz tartozó P-I értékeket a sebességszabályozó és az áramszabályozó huroknak egyaránt. Továbbá a kapott időállandókat összehasonlítom a folytonos idejű szabályozás időállandóival. Ugyanúgy, mint a folytonos idejű szabályozás esetén a módszertan felhasználható a PMSM motorok, ezen esetben diszkrét idejű mező orientált szabályozásában.

Az eddigiek során a szabályozási hurokokat ideálisnak tekintettem, tehát nem volt holtidő, ez azonban nem elhanyagolható jelenség, hiszen a számítások feldolgozása, a mintavételezés mindidőt vesz igénybe, így létrejön holtidő.

A holtidő hatása is figyelembe vehető, a folytonos idejű szabályozásra és a diszkrét idejű szabályozásra nézve is. Általánosságban elmondható hogy a holtidő csökkenti a rendszer stabilitását. Ezzel összességében egy irányadó elemzést készítve a permanens mágneses motorok szabályozásáról.

Diszkrét idejű Kuramoto oszcillátorok dinamikája

A szinkronizáció az egyik legfontosabb jelenség számos fizikai, kémiai, illetve biológiai rendszerben. Ezeket a rendszereket oszcillátorok alkotják, melyeket a fázisukkal lehet jellemezni. Szinkronizáció akkor jöhet létre, hogy ezek az oszcillátorok valamilyen kölcsönhatásban vannak egymással.

A Kuramoto oszcillátor egy általános modellje a fáziskapcsolt oszcillátoroknak (rotátoroknak). Ebben a dolgozatban a Kuramoto modell diszkrét idejű változatát vizsgáljuk. Egy mozgásállandó bevezetésével egyszerűsítjük a feladatot. Megvizsgáljuk a rendszer stabilitását két illetve három oszcillátor esetén, és definiáljuk az ehhez kapcsolódó szinkron illetve aszinkron halmazokat. Kiszámoljuk a stabil kettes ciklusok létezésének feltételeit a szinkron valamint aszinkron halmazok esetén és megfigyeljük a magasabb rendű ciklusok, majd a káosz megjelenését.

Elektromágneses szóródási modell gömbszimmetrikus problémák számításához

A dolgozatom célja egy analitikus módszer kidolgozása, amely elektromágneses hullámok gömbszimmetrikus testekről való szóródásának leírására alkalmas. A fő célterület az elektromosan nagyméretű tárgyak modellezése és szimulációja. Milliméteres hullámhosszak esetén már például az emberi test sem írható le teljes hullámtani modellekkel, így valamilyen közelítő módszert, illetve analitikus megközelítést kell alkalmazni. Ezek alapján a dolgozat egy modellezési eszközt javasol a fejlődésben lévő milliméteres hullámhosszakokat alkalmazó technológiákhoz, úgy, mint az autóiipari RADAR vagy az újgenerációs mobil távközlő (5G) rendszerek.

A gömbről való szóródás meghatározására a Mie-Debye-elméletet használom, és annak egy kiterjesztését sugár irányban rétegezett gömbök esetére. Az ehhez szükséges számítások numerikus hibája és instabilitása miatt a probléma a mai napig kutatás része. Veszteségmentes dielektromos gömbök esetére léteznek stabil impelmentációk elektromosan nagyméretű gömbökre is, viszont veszteséges anyagok esetén nem alkalmazhatóak pontos számításokhoz.

Ezek alapján további megfontolások szükségesek a veszteséges dielektromos gömbök szóródásának pontos számításához, melyre a dolgozatban két módszert mutatok be. Ezen módszerek célja, hogy az eredmény pontosságát előre tudjuk becsülni, amely egy lényeges kérdés numerikusan instabil számítások esetén, viszont az eddigi implementációk nem rendelkeznek ezzel.

A dolgozatban bemutatom a szükséges elméleti háttérrel, majd továbbfejleszttem azt a pontosság meghatározásához. Az implementációt Matlab környezetben végzem.

Az így kapott modell ellenőrzéséhez egy alkalmazási példán keresztül végzek összehasonlításokat numerikus számítások eredményeivel (végelem módszer). Erre a célra az emberi fej modellező kétrétegű gömböt használom, amely egy homogén reprezentációja az agynak és a koponyacsontoknak. Az ehhez hasonló vizsgálatok gyakoriak mind a mobil távközlés területén (Fajlagosan elnyelt teljesítmény, SAR), mind a radartechnikában (Radarkeresztmetszet, RCS).

Általános, tartós hibajelzés az elosztórendszerekben hálózati áramláselmélet alkalmazásával

The aim of the electrical distribution system is to provide electricity for the end customers. In most of the cases this is done using overhead lines. It comes from the structure of these elements, that they are vulnerable to various effects from nature, weather or human activity.

In previous works, advanced diagnostics for the electrical power grid were developed. It was shown that a new diagnostic opportunity exists, since most of the methods from the literature observe only existing points in the network graph. By utilizing the advantages of the advanced metering infrastructure (AMI), a lot of more measurement data is available. Using these, a novel diagnostic problem statement was proposed in the form of an optimization problem. Water and gas networks follow similar fundamental principles as the electrical ones - like the Kirchhoff laws.

The aim of this study is to generalize the results achieved in previous works. Using general network flow theory, the fault detection methodology is moved to an abstract level. Flows, tensions and potentials are incorporated to existing graph notation to form a general network description. [1] Further extension of this notation is accomplished by defining the measured quantities. The formulated fault detection is a hard optimization problem, to which a genetic algorithm is presented as a solution method. The possibilities for parallel computations are used in order to achieve fast runtimes. Finally, the application of the general theory is demonstrated through simulated network flow and fault detection simulations.

References:

- [1] M. Iri, Network Flow, Transportation, and Scheduling; Theory and Algorithms, Academic Press, 1969.

Heterogén anyagok termikus modellezési lehetőségeinek a vizsgálata

A környezetünkben megtalálható anyagokat a mérnöki gyakorlatban homogén szerkezetként közelítjük, miközben bizonyos értelemben heterogén anyagok. Ez a közelítés a korszerű anyagok esetében, mint például kompozitok, fémhabok, vagy mikroszerkezetű anyagok, csak megszorítások mellett alkalmazható. Ennek oka, hogy a heterogenitások jelenléte különféle, termikus jelenségeket idéz elő. Ilyen jelenségek a termikus paraméterek, valamint az egész heterogén test termikus viselkedésének a méretfüggése. Ennek a kísérleti hátterét a hőimpulzus („flash”) elrendezésű kísérlet adja.

Heterogén anyagok nem csak mesterségesen állíthatók elő, ugyanis a természetben is számtalan példát találunk a biológiai eredetű szerkezetekben, valamint a mérnöki alkalmazáshoz közelebb álló közetek esetében. A közetekben nem csupán az anyagösszetétel változatos, hanem az abban megtalálható anyaghibák eloszlása is, melyek módja és mennyisége is változó, azaz egyáltalán nem homogén. A heterogén anyagok modellezése nagy kihívás mind mechanikai, mind hőtani szempontból. A Fourier-féle hővezetési egyenlet kiváló példája az olyan elméleteknek, melyeket a mérnöki gyakorlatban alkalmazunk, azonban a fizikai jelenségek szempontjából igen korlátozott érvényességi körrel bír, ilyen a heterogenitás kérdése is.

Az eddigi kísérleti eredmények alapján ismert, hogy ekkor a Fourier-törvény modellezési képessége nem feltétlenül elegendő, azaz egy adott időtartományon helytelen eredményt szolgáltathat. Korábbi dolgozatomban a közeteken hőimpulzus kísérleteket végeztem és bemutattam az anyagok hőfokvezetési tényezőjének vastagságfüggését is. Ezen felül az anyagminták Fourier-törvénytől való eltérését is megmutattam és különféle paraméterek által azokat számszerűsítettem.

A mostani dolgozatomban a már meglévő „flash” mérőberendezést fogom fejleszteni. Az eddigi, hátoldali hőmérsékletmérés mellé új mérési pontot építék be az előlapi oldalra. A mérőberendezésben különböző közeteket vizsgállok, melyek származási helye, összetétele és szerkezete is eltérő. Az új mérési pont beépítésének hatására több adat áll rendelkezésre a közetek termikus modellezéséhez, valamint a heterogén közegek termikus tulajdonságainak pontosabb meghatározásához, és a pontosabb térbeli viselkedés feltérképezéséhez.

Kollokációs módszer alkalmazása sztochasztikus késleltetett differenciálegyenletekre

Késleltetett differenciálegyenleteket számtalan területen alkalmaznak műszaki rendszerek leírására, például késleltetett szabályozási körök, fantom forgalmi dugók vagy szerszámgéprezgések esetén. A legfontosabb cél a kialakuló rezgések elkerülése, minimalizálása, a rendszer stabilitásának biztosítása. Általában az említett rendszerek vizsgálatakor a sztochasztikus hatásokat elhanyagolják (pl.: késleltetett szabályozási körök esetén a nem szűrhető sztochasztikus zajokat, szerszámgéprezgések esetén a sztochasztikus forgácsolóerőt), pedig a rendszer viselkedését ezek a hatások jelentősen befolyásolhatják. A sztochasztikus zavarások figyelembevétele ezeknél a rendszereknél sztochasztikus késleltetett differenciálegyenletekre vezet. Ezek az egyenletek komplex matematikai problémák, analitikus úton nem megoldhatók, csupán numerikus módszerek segítségével lehetséges a vizsgálatuk (pl. Monte-Carlo szimulációk statisztikai elemzése), melyek számítási igénye jelentős. Ennek megfelelően gyors és hatékony a numerikus algoritmusokra van szükség, amelyekkel a rendszer viselkedése (stabilitás, stacionárius viselkedés) tanulmányozható.

A kutatás célja, hogy kiterjesszük a determinisztikus késleltetett differenciálegyenletek stabilitási tulajdonságainak leírására alkalmas rendkívül hatékony kollokációs módszert [2] sztochasztikus késleltetett rendszerekre is, hogy azok momentumstabilitásának [1] vizsgálatára is megfelelő legyen. A módszer validálását ismert numerikus megoldókkal való összehasonlítással végezzük (pl. sztochasztikus szemi-diszkrétizáció, Monte-Carlo szimulációk).

[1] Henrik T. Sykora, Dániel Bachrathy, Gábor Stépán (2019), Stochastic Semi-Discretization for Linear Stochastic Delay Differential Equations, International Journal for Numerical Methods in Engineering

[2] Butcher, E. A., Bobrenkov, O. A., Bueler, E., & Nindujarla, P. (2009). Analysis of Milling Stability by the Chebyshev Collocation Method: Algorithm and Optimal Stable Immersion Levels. Journal of Computational and Nonlinear Dynamics, 4(3), 031003. doi:10.1115/1.3124088

Monte-Carlo szimulációval támogatott üzleti folyamatfejlesztés

Kutatásom témája Monte-Carlo szimulációval támogatott üzleti folyamatfejlesztés, egy könnyűfémcsomagoló eszközöket gyártó vállalatnál.

Kutatásom célja egy könnyűfémcsomagoló vállalat aktuális lakkozási folyamatának optimalizálása, az átfutási idejének 50%-kal való csökkentése, valamint a hibafaktorok redukálása ennek arányában. A vállalat hat területi szegmensben termel. Vevői visszajelzések Pareto-elemzése alapján választottam a lakkozó üzemrészeletet a kutatás területének. Következő lépésként a gembán, vagyis az értékteremtés helyén történő megfigyelések és információ gyűjtések alapján BPMN 2.0 módszer segítségével modelleztem a folyamatot, majd a Task Force Team munkacsoport bevonásával állapítottuk meg a lehetséges hibamódokat és okokat. A felsorolás alapján P-FMEA (Process Failure Mode and Effect Analysis) folyamat hibamód és hatáselemzést készítettem, a kiértékelés során az RPN (Risk Priority Number) kockázati szám segítségével rangsoroltuk az adott hibákat. Az RPN szám értékét a kockázatelemzésben meghatározott súlyosság, gyakoriság és észlelhetőség szerinti pontozás értékeinek szorzataként számítottam ki. A továbbiakban a legsúlyosabb hibák közül a team következő fókusza a lakkátkenődés problémája lesz, ezért én is ezt a hibát elemeztem részletesebben, segítve ezzel munkájukat. A problémáról rendelkezésre álló január-május időszakra vonatkozó adatokat A3 jelentés segítségével foglaltam össze, melynek elkészítése során fogalmazódott meg a kutatási kérdés: Melyek azok a javítóintézkedések, amelyek implementálásával a teljes átfutási idő 50%-kal csökkenthető?

Következő lépésként három lehetséges gyártási folyamat lefutására vázoltam fel a modelleket és készítettem el azok alapján a folyamatszimulációt. A Monte-Carlo szimuláció elméletét alkalmazva generált random számok segítségével határoztam meg a teljes átfutási időt. A számtani eredményekre hivatkozva elmondható, hogy a meghatározott javítóintézkedések megvalósítása után, elérhető az a kitűzött cél, hogy a jelenlegi gyártási metódus átfutási ideje 53%-kal redukálható, valamint, hogy az átfutási idő arányában az aktuális hibafaktorok is csökkenthetők.

Az eljárás alkalmazható olyan fejlesztések és problémák megoldására, ahol az alapadatokban valamilyen bizonytalansági tényező merül fel.

Nagyméretű paramétertanulmányok hatékony megoldása CPU-n és GPU-n

A közönséges differenciálegyenlet-rendszerek mind a mai napig jelentős szerepet játszanak a tudomány különböző területein. Ezek között is különösen fontosak az alacsony dimenziós modellek, amelyek gyakran megfelelő közelítést nyújtanak kisebb számítási igény mellett.

A modellekben központi szerepet játszanak a paraméterek, amelyek különböző értékei különböző viselkedést idézhetnek elő a rendszerekben: egyensúlyi helyzetek, periodikus pályák vagy akár káosz jelenhet meg. Klasszikus példa erre a Lorenz-egyenlet. A paraméterek hatásának feltérképezése, azaz paramétertanulmányok készítése alapvető feladat a műszaki tervezésben, amelyet a paraméterek lehetséges nagy száma tehet számítástechnikai kihívássá. Sokdimenziós paraméterterben a felbontás növelésével az összes kombináció száma rohamosan növekszik. Már viszonylag alacsony felbontás mellett is a megoldandó differenciálegyenletek száma elérheti a több milliárdot. Így tehát a paramétertanulmányokhoz a megfelelő megoldó kiválasztása, illetve optimalizálása számottevő idő megtakarítását eredményezheti.

Ezen dolgozat a paramétertanulmányok hatékony megoldását tárgyalja, különös tekintettel az elérhető megoldó szoftverek teljesítményére, párhuzamosítási képességeire, illetve arra, hogy hogyan lehet adott architektúrára optimalizálni, legyen az processzor (CPU) vagy professzionális videokártya (GPU). Az eredményekből már egy publikáció is született, amit a „Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation” folyóiratba adtunk be, ezen TDK dolgozat ezeket az eredményeket részletesebben tárgyalja. Három differenciálegyenlet-megoldó szoftvert hasonlítottunk össze, a Julia nyelv DifferentialEquations.jl csomagját, a C++ nyelven írt ODEINT és a CUDA alapú GPU-ra írt MPGOS csomagot.

A megoldókat három tesztproblémán vizsgáljuk. Az első a Lorenz-egyenlet, ami a legtöbb programcsomag példakódjai között megtalálható, így kézenfekvő választás. A második a szonokémiában jól ismert Keller–Miksis egyenlet, ahol adaptív lépésközt alkalmazunk, amely több nagyságrendet változhat a különböző paraméterértékek hatására, így az egyes egyenletek megoldásához szükséges számítási igény nagyságrendekkel eltér. A harmadik egy nyomáshatároló-szelep modell, amelyben ütközés is előállhat, azaz bizonyos értékeknél meg kell szakítani az integrálást, hogy egy egyszerű newtoni ütközést szimulálhassunk. Ezzel pedig a programcsomagok eseménykezelési képességeit és teljesítményét tudjuk vizsgálni.

MINŐSÉGÜGY



**Műszaki Tudományi
Szekció**

Egy nehézgép gyártó vállalat által előállított termék folyamatközi és végellenőrzése során felmerülő hibáinak elemzése

Kutatásom keretein belül bemutatom a választott vállalat egy adott termékének összeszerelésekor felmerülő főbb hibáit, azok jellegét és megjelenésük gyakoriságát a folyamatközi ellenőrzés, valamint a végellenőrzés során. A vizsgált időszak egy éves időtartama alatt összesen 295 gép került legyártásra, ezek folyamatközi- és végellenőrzésekor talált hibáit külön-külön vizsgáltam. Ezidő alatt mind a folyamatközi ellenőrzés, mind pedig a végellenőrzés rendkívül magas hibaszámát a Szerelési hibák hibacsoport elemei okozták. A hibacsoportok és hibaforrások alakulását is negyedévenként is megvizsgáltam.

Az elemzéseket Lorenz-Pareto-elv szerint végeztem. Bár a vizsgálati minta elemszáma elég magas volt ahhoz, hogy indokoltá váljon a Lorenz-Pareto elemzés, azonban a 80:20 szabályt nem sikerült igazolni. Az adatelemzés azonban remekül bemutatja a prioritási sorrendeket. Az első két negyedév mélyebb elemzéseit következtében minden esetben a kritikus hibaforrás a kötőelem jelölés hiánya lett. Kiderült, hogy a két ellenőrzési tevékenység közben felmerült hibák kapcsolatban vannak egymással, hiszen a folyamatközi ellenőrzés során esetleg fel nem ismert, vagy nem rögzített hibák később a végellenőrzésnél megjelentek.

A legjellemzőbb hiba előfordulásának gyakoriságában jelentős szerepet játszik az emberi tényező. A kritikus hibaforrás meghatározásához egy ok-okozati diagram nyújtott segítséget. Eszerint a kötőelem jelölés hiánya a Szerelési hibák hibacsoport tagja, ahol jelentős szerepet játszik az emberi tényező. Így három okot tudtam felsorakoztatni, melyek a tájékozatlanság / a szabályozó dokumentumokban leírtakkal kapcsolatos ismeretek hiánya, túlterheltség és a motivátlanság.

Az elemzés során fény derült az egy munkanapon legyártott gépek számára is. Az eredmények tükrözik ennek hatását, hiszen a második negyedév folyamatközi- és végellenőrzése során rögzített hibák száma jelentősen megugrott. A dolgozók leterheltek lettek, és több figyelmetlenséget is elkövettek.

A megfelelő intézkedést követően a hibák száma csökkenő tendenciát mutat. Az intézkedések kezdetben a hibaszámok csökkenését eredményezték, és egy másik hibacsoport, a Kézikönyvek és címkék hibái jelent meg kritikus tényezőként. A negyedik negyedév eredményeinek kiértékelése meglepő fejleményt hozott, mely szerint a kötőelem jelölés hiánya, mint kritikus hibaforrás ismét magas hibaszámot halmozott fel. Ez azért valósulhatott meg, mert nem sikerül a valódi gyökérokat meghatározni.

Gyártási folyamatok átállási veszteségeinek feltárása túlélés elemzéssel

A termelő rendszerek versenyképességének két legfontosabb tényezője a rugalmasság és a költséghatékonyság. A gyárható termékek sokfélesége által értelemszerűen rugalmasság ára, hogy az egyes terméktípusok gyártása közti átállás időigénye komoly veszteséget és kapacitáskiesést okoz. Ezen átállási idők okozta veszteségek csökkentése az egyik legfontosabb folyamatfejlesztési feladatot jelenti. A negyedik ipari forradalomban különösen időszerű feltenni azt a kérdést, hogy az adattudomány eszköztárával, hogyan lehet a termelési folyamatok hatékonyságát ezen veszteségek elemzése alapján javítani. Kutató munkám elsődleges célkitűzése, hogy e kérdésre válaszként egyedülálló módon egy olyan ipari környezetben alkalmazható módszert adjak, amely a túléléselemzés eszköztárán alapulva kezeli a váltási folyamat sztochasztikus jellegét.

A kidolgozott megoldás koncepciója, hogy a tevékenységek gyártási folyamat és a gyártandó termék paramétereitől függő időtartamát egy Cox-regressziós valószínűségi modellel írom le és a modell elemzésével feltárom az átállás paramétereinek hatását az átállási időre vonatkozóan. Gyökérok keresésén túl a kifejlesztett valószínűségi modell az operátorok és gyártás ütemezését végző folyamatmérnökök munkáját is támogathatja, mint átállási idő célértékét meghatározó dinamikus modell. Módszert dolgoztam ki arra vonatkozóan, hogy a modell alkalmas legyen az operátorok munkájának minősítésére is.

A Cox-modell alkalmazásának arányossági kockázatra (proportional hazard, röviden: PH) vonatkozó feltételének meglétét részletes statisztikai elemzéssel igazoltam. A PH feltétel nem teljesülésének kezelésére rétegelt Cox-modellt identifikáltam.

A módszer alkalmazhatóságát kábel vágási technológia kapcsán demonstráltam, vizsgálva a kábel, az eszközök, a csatlakozó típusok és az operátorok adott munkakörben, töltött idejének hatását. Kimutattam, hogy az operátor tapasztalata nincs szignifikáns hatással a váltási időkre.

Az eredmények illusztrálják, hogy a kidolgozott túléléselemzésen alapuló technika alkalmazható összetett termelési folyamatokban az átállási időkből adódó veszteségek elemzésére és a veszteséget csökkentő javaslatok megfogalmazására.

Munkafolyamati veszteségfeltárás a makói Continental Kft.-nél

A duális képzésem során a Continental CTFAH Kft.-nél az egyik szerelési munkafolyamatból írtam a dolgozatomat. Az első felében bemutattam a cég történetét, vállalati kultúráját, gyártástechnológiáját, termékeit, a munkafolyamatok menedzselését, amit a lean menedzsment alapozott meg és ennek megfelelően végeztem a munkámat a gépmódosítás során. A cég 1871-ben alakult és jelenleg most egy multinacionális céggé nőtte ki magát. A makói telephely, ahol a gyakorlatomat töltöttem hűtő-fűtő tömlők gyártásával és összeszerelésével foglalkozik és ezen eljárások széles körben megtalálhatók itt. A gép, amit átterveztem az a TFM területen használt perselyezőgép. Ez egy csőszerelőgép, mellyel a már lefűtött műanyag csöveket szerelik össze a vevő általi rendelésben leadott kötőelemmel. Ebben a gépben és ebben a szerelési folyamatban láttam lehetőséget arra, hogy optimalizálni tudjam, továbbá a lean menedzsment számára ez egy olyan projekt volt, ami mérnöki beavatkozást igényelt. Kezdetben a folyamatot ismertettem a dolgozatom során, milyen tulajdonságai és milyen hibái vannak, melyek módosításra szorulnak figyelembe véve, hogy megfeleljen ez, mint a cég, mint a munkavállaló operátorok számára. Miután feltártam a hibákat és azok gyökérokait, nekiláttam a tervezésnek. Több elgondolásom is volt, mely akadályokba ütközött, és ezek el lettek vetve. Végül egy fogaskerekes mechanizmus ötlete nyert, mert azzal tudtam kivitelezni, hogy nagy erőt tudjon kifejteni az operátor szerelés során, csökkenjen a kari elmozdulás, ami gyorsítja a munkafolyamatot és emellett behatárolt anyagi kereten belül kivitelezhetőlegyen a módosítás. Több tervezet és módosítás után elkészültem a fogaskerekes mechanizmus legyártandó változatával. A kritikus pontokban ellenőrzéseket végeztem a szerkezeten és ahol nem volt megfelelő a teherbírás ott további módosításokat végeztem. Végül egy megtérülési kalkulációt készítettem, hogy számszerűsítsem a gépmódosítás kiadásait és az abból fakadó bevételt.

Recycling technológia anyagáramlási folyamatának hatékonyságánakfejlesztése

Az elmúlt évek politikai változásai arra engednek következtetni minket, hogy ha a lineáris anyagfelhasználási stratégiát teljes mértékben nem is tudjuk kiszorítani az iparból, akkor is megfelelő mértékben törekedjünk arra. Az úgynevezett körforgásos gazdaság (circular economy) megoldást kínál a természeti erőforrások korlátlan kizsákmányolása elleni megfelelő lépések megtételére. A körforgásos gazdaság elmélete nagyon hasonló a zártláncú gazdaság elméletével.

Kutatásom célja, hogy javaslatot tegyek egy körforgásos gazdasági struktúrába beleillő járműbontóüzem komplex elemzése és integrált folyamatainak vizsgálata és fejlesztési javaslatok megtétele. Elsősorban fel kell mérni a lehetséges leselejtezésre alkalmas járművek táborát, amelynek függvényében az optimális bontóműhelyek földrajzi elhelyezését is meg kell állapítani, úgyhogy az anyagmozgatási munka minimális legyen. Ezt követően az üzemben belüli folyamatok lehetséges tevékenységei a maximális erőforrás kihasználtság szempontjából kerülnek elemzésre. Az e fajta hatékonyságnövelés tulajdonképpen nem csak az anyagáramlási folyamatok optimalizálásával és energia felemésztő folyamatok minimalizálásával történhet, hanem a járműből kikerülő anyagok/alkatrészek megfelelő mértékű kezelésével, hasznosításával vagy akár értékesítésével is.

A kutatásomban szerepelni fog egy felmérés, amely alátámasztja azt, hogy milyen értelemben van szükség a leselejtezett járművek bontásával/szétszerelésével foglalkozni a jelenben és a jövőben.

Számítógéppel támogatott tervezés szerepe a rugalmas gyártásban

Sustainability is the core concern of every business and the exploration of avenues to maintain sustainability while staying competitive with high level of productivity remains a vital endeavor. Production flexibility is a key area that can enhance the sustainability of manufacturing industries as it can ensure product availability, scalability, agility/fault tolerance as well as disaster recovery potentials. Technological advancements have provided avenues where companies can enhance virtually all aspects of their operations for efficiency, effectiveness, and productivity. This paper uses a review of literature approach to identify the capability requirements for smart and effective production management and subsequent analysis is done using Multi-Criteria Decision Making methodology to identify and rank various industry 4.0 technologies and concepts that can provide these smart capabilities in manufacturing industries to aid the businesses to achieve sustainability with production flexibility. The paper identifies 14 smart capabilities and 9 Industry 4.0 Technologies which are applicable to production management. It also shows how MCDM analytical systems can assist industries in the implementation of smart technologies in various aspects of operations management.

Szerelési folyamatok hatékonyságának javítása

A XXI. században nagyon fontos minden termelő vállalat számára a piaci versenyképesség fenntartása. A kis, a közepes és a multinacionális vállalatoknak is folyamatosan fejleszteniük kell, hogy minél jobban meg tudjanak felelni a vevők állandóan és gyorsan változó igényeinek. Mivel folyamatosan nő a piaci verseny a meglévő és a feltörekvő konkurens vállalatok között, ezeket a jelzéseket észre kell venni, és lépéseket kell tenni a vállalatoknak az „életben maradás”-hoz. Ezen a téren a leghatékonyabb eszköz a költségek csökkentése, valamint azok átcsoportosításával a hatékonyság növelése. Ennek érdekében az egyik leggyakrabban alkalmazott módszer a Lean filozófia.

A globalizáció, a gyorsan változó gazdasági környezet, a növekvő piaci verseny, az egyre nagyobb méretű ellátási láncok és a gyorsan változó vevői igények következtében a termelő és a szolgáltató vállalatok egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek hatékonyságuk növelésére, költségeik csökkentésére és tevékenységeik optimalizálására versenyképességük megőrzése és növelése érdekében. A globalizációt jellemzi, hogy egyre egyedibbé válnak a vevői igények és a „Húzó” elv szerint termelnek a vállalatok. Ez azt jelenti, hogy a termelés csak akkor kezdődik el, amikor a konkrét vevői igények jelentkeznek, így nem keletkeznek eladatlan készletek. A dolgozat első részében a fent is említett globális tendenciákat mutatom be, továbbá a Lean filozófia koncepcióját, és a Lean folyamatfejlesztés általános gyakorlati lépéseit is ismertetem.

A Lean filozófia az egyik legelterjedtebb gyártási koncepció és hatékonyságjavítási módszer, amelyet napjainkban egyre több termelő és szolgáltató vállalat is alkalmaz. A Lean filozófia széleskörű elterjedésének oka, hogy módszerei viszonylag könnyen elsajátíthatók, mivel nem igényelnek magas szintű matematikai és informatikai ismereteket, azonban alkalmazásukkal jelentős eredmények érhetők el a hatékonyságnövelés és a költségcsökkentés területén. A Lean az egyszerűsége és a letisztultsága miatt lett annyira népszerű a termelő vállalatok körében.

A dolgozatom második részében egy multinacionális vállalat termelési folyamataiban felmerülő konkrét problémákat elemzek, és teszek fejlesztési javaslatokat a problémák Lean módszerekkel történő megoldására.

TPM rendszer bevezetésének kezdeti lépései adott termelő cégnél

A világban végbemenő változások követése számos új feladat megoldását teszi szükségessé a vállalatok részéről. A termelési idők csökkentése, a gépek folyamatos rendelkezésre állásának biztosítása a mindennapokban számtalan feladatot ad a szakembernek. A növekvő szakember hiány megköveteli az emberi erőforrások még megfontoltabb felhasználását. A hatékonyság növelése érdekében az MSK Hungary BT a LEAN rendszer és filozófia bevezetését tűzte ki célul. Dolgozatom témája a TPM rendszer felépítésének előkészítési folyamata.

Az MSK Hungary BT egyedi tervezésű csomagolórendszerek gyártásával foglalkozik. A gyártás súlyponti részét képezi az acélszerkezeti üzem termelése. Az üzembrészben található termelőgépek meghibásodása, leállása jeletős késedelmet vagy termelés kiesést okoz. Ezért rendkívül fontos a termelőberendezések zavartalan és üzembiztos működésének biztosítása. A TPM rendszer ezt az igényt hivatott kiszolgálni. A bejárások tapasztalatai alapján a gépek környezetének kialakítása nem minden esetben optimális. Az 5S eszközeinek segítségével kialakítjuk a rendezett munkakörnyezetet és alapot teremtünk a TPM rendszer bevezetéséhez. A dolgozók oktatásával és folyamatos kontroll segítségével elindítjuk a jó gyakorlat kialakulását.

A cégnél működő kislétszámú karbantartó csoport leterheltségének csökkentése érdekében bevezettük az öntevékeny karbantartást. A feladatok elvégzését vizualizált segédletek támogatják. A gépkezelők karbantartásba történő bevonása lehetőséget teremt a gépek állapotának részletes feltárására, mivel az operátor a munkaidőben folyamatosan a gép mellett tartózkodik, ezért hamarabb észleli a rendellenes működés jeleit. Észrevételeit folyamatosan bejegyzi a gépkarbantartási naplóba, ezzel elősegítve a karbantartók és a vezetők munkáját.

A karbantartás szakemberei folyamatos nyilvántartást vezetnek a meghibásodásokról, az elhárított hibákról és a hibaelhárításba bevont partnerekről. Feljegyzik a probléma megoldásának időszükségletét és a felmerülő költségeket. A rendelkezésünkre álló adatokból készített kimutatásokkal tervezhetőbb, átláthatóbb karbantartási rendszert tudunk kialakítani.

Célunk a gépleállások minimalizálása, a javítással töltött idők csökkentése, valamint a karbantartási költségek optimalizálása. További célkitűzésünk a gépek rendelkezésre állásának növelésével az átfutási idők javítása és a meghibásodások miatti termelés kiesés visszaszorítása.

MŰSZAKI FÖLDTUDOMÁNY



Műszaki Tudományi
Szekció

A felületi érdesség és nyírószilárdság változása ismételt nyírószilárdsági vizsgálat során Mórágyi Grániton

A kőzetekkel kapcsolatban álló, kőzetre, kőzetben vagy éppen kőzetből épülő tartószerkezetek tervezésénél szükség van a kőzetkörnyezet tervezés szempontjából kritikus paramétereinek kellő pontosságú ismeretére. Ezen paraméterek megismeréséhez szabvány szerinti helyszíni vagy laboratóriumi vizsgálatokat végezhetünk. Jelen dolgozatomban Mórágyi Gránit minták tagoltság menti nyírószilárdságának meghatározását tűztem ki célul. A rendelkezésemre álló kőzet mintákból 5 db természetes tagolófelületű próbatestet alakítottam ki. Korábban az építőmérnöki gyakorlatban a kőzetminták felületi érdességének jellemzésére a Barton fésűvel elkészített profilt, metszetet használták. Mára azonban a technológia továbbhaladt, és a mérnöki munka elengedhetetlen részét képezik az újabbnál újabb eszközök, szoftverek. Szakítva a korábbi, fent említett gyakorlattal két háromdimenziós modellalkotó szoftvert használtam fel a minták dokumentálásához. Az egyik szoftver a 3GSM által fejlesztett ShapeMetrix3D elnevezésű jogvédett program volt, a másik pedig nyílt forráskódú, ingyenes VSFM és a szintén nyílt forráskódú MeshLab nevű program közös alkalmazása. Célul tűztem ki e módszerek megbízhatóságának ellenőrzését a hagyományos, Barton fésűs eljárással. A próbatestek felület menti nyírószilárdságát állandó normál erő mellett ötszöri ismétlési számmal vizsgáltam. Minden mérés után újra elvégeztem a térbeli felületi leképezést, így a felület tönkremenetele és a felületi érdesség változása követhető volt. Minden mintán három-három kiválasztott profilban a felületi érdességet a Barton fésűvel is ellenőriztem.

A közép-magyarországi pannon réteg előkonszolidáltsága

A Pannon-tenger fejlődésének közel 10 millió éve alatt valamennyi földtörténeti korszakunkat tekintve a legtömegesebb, helyenként 4-6 kilométer vastag üledék képződött. A Pannon korszakon, a szarmatától a pleisztocénig (jégkorszakig) eltelt időt, illetve az ezalatt lerakódott üledékeket értjük. A mai Magyarország területének jó háromnegyedét pannon üledékek borítják.

A Pannon korszak után Magyarország szárazul, emelkedik, a Pannon-tenger helyén vastag homok és agyag rétegek keletkeznek, a térszín emelkedik. Majd a pleisztocénban a felszínt olyan külső erők alakítják, mint a víz, a szél, talajmozgások, suvadások, mely erők a Pannon rétegre telepedett talajt lekoptatják. Ezután a holocén korban kavics-, homokrétegek, folyóvízi lerakódások, folyóteraszok alakították ki Magyarország mai területét. A talaj ülepedése utáni tehermentesülésekor a függőleges feszültségek értelemszerűen csökkennek, de a talaj emlékezetében megmaradnak.

Jelen dolgozatban megkísérlem a közép-magyarországi pannon talajréteg történetét feltárni oly módon, hogy meghatározom annak előkonszolidáltságát. Az előkonszolidáltságra az előterhelési feszültségből lehet következtetni. A p_c , azaz az előterhelési feszültség az a maximális hatékony feszültség, amelyre a talaj az élete során ki volt téve. Ha ismerjük az előterhelési feszültséget, akkor az in-situ feszültségből számítható az előterheltségi arányszám, vagyis az OCR. Dolgozatomban ennek az arányszámnak a kiszámítását végzem el, egyrészt ödométeres vizsgálatok eredményeiből alkotott diagramokon alkalmazott grafikus módszerek segítségével, másrészt pedig CPTu vizsgálati eredmények feldolgozását követően, módosított Robertson diagram használatával.

BENCE SZABÓ
szabobence7@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gépészmérnöki Kar

PÁSTHY LÁSZLÓ
pasthy.laszlo@edu.bme.hu

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gépészmérnöki Kar

Témavezetők:
Dr. Tamás Kornél
adjunktus, BME GPK
Orosz Ákos
doktorandusz, BME GPK
Dr. Rádics János Péter
adjunktus, BME GPK

Alakhatás vizsgálatához létrehozott zúzottköveket modellező mesterséges szemcsék anyagjellemzőinek laboratóriumi vizsgálata

Mind a vasúti szerelvények, mind a közlekedési pálya tekintetében folynak a folyamatos fejlesztések hazánkban és a világ más országaiban. Dolgozatunkkal a vasúti pályák hagyományos zúzottkőágyazatainak méretezéséhez és ellenőrzéséhez kívánunk csatlakozni.

Az alakhatás jelenleg egy erősen kutatott terület [1,2]. Általános cél összefüggéseket keresni a halmazt alkotó szemcsék alakja és a teljes halmaz fizikai tulajdonságai között. A pontos összefüggés nem ismert, ezért a kutatók kísérletek és szimulációk alapján vonják le következtetéseiket. A kísérletezések esetében az okoz nehézséget, hogy a halmaz geometriája kísérletenként változik, a szimulációknál pedig, hogy azokat mérések eredményei alapján kell validálni. Egy lehetséges megoldás lehet az előbbieken leírt problémákra, ha zúzottkövekhez hasonló tulajdonságokkal rendelkező szemcséket állítunk elő, és azokból reprodukálható és modellezhető halmazokat építünk. Így egy diszkrét elemes módszerrel (DEM) [3] vizsgált modell egyforma halmazokon végzett kísérletek segítségével validálható.

Dolgozatunk célja olyan anyagok vizsgálata, melyekből számunkra elérhető halmazépítési technológiák egyikével reprodukálható halmazt tudunk készíteni. Ezen anyagokon öntési vagy 3D nyomtatási, további anyagjellemzők feltárására pedig nyomó és hajlító vizsgálatokat végeztünk. Vizsgálataink során optikai nyúlásmérő berendezéssel mértük a próbatesteken definiált pontok közötti elmozdulásokat. A 20 vizsgált anyag közt szerepelnek a vasúti zúzottkövek anyagai, additív technológiákkal gyártott és öntött polimerek, beton és habarcs. Összevetettük a vasúti zúzottkövek anyagain végzett nyomó és hajlító vizsgálat során kapott feszültség-alakváltozás görbéket további vizsgált anyagok ugyanezen görbéivel. Meghatároztuk a nyomási és hajlítási rugalmassági modulust, és a feszültség-alakváltozás görbékről leolvasható nevezetes pontokat. A digitális optikai nyúlásmérő felvételei alapján elemeztük az egyes anyagok nyúlásait és tönkremenetelét.

Irodalom:

1. Dr. GÁLOS Miklós, OROSZ Ákos, Dr. RÁDICS János Péter, Dr. TAMÁS Kornél: Diszkrét elemes számítógépes módszer a vasúti zúzottkő ágyazat viselkedésének modellezésére. In: Sínek Világa, 2017.máj., 22–28. o.
2. GONZÁLEZ, Joaquín Irazábal; OÑATE, Eugenio; SALAZAR, Fernando. Numerical analysis of railway ballast behaviour using the Discrete Element Method. Monograph CIMNE, 2018.
3. BAGI Katalin. A diszkrét elemek módszere. Bp.: BME Tartószerkezetek Mechanikája Tanszék, 2007. ISBN 978-963-420-929-4

Az Ybl komparáló alapvonalának ellenőrző mérése

Jelen dolgozat célja, hogy ismertesse és ellenőrizze a Szent István Egyetem (2020.08.01. óta Óbudai Egyetem) Ybl Miklós Építéstudományi Kar Bp. XIV. ker. Thököly út 74. szám alatti főépületének a II. emeleti folyosóján található komparáló alapvonalat. A dolgozatban kifejtésre kerül a távolság mérnökgeodéziai meghatározásai, mérési technikái és azok számítási módszerei, valamint a komparáló alapvonal céljának és kialakításának bemutatása. Mind ez azért, hogy megmutassa a 2019-ben végzett mérési technikának lényegét és pontosságát, majd a kapott eredmények összevetését az 1975-ös eredményekkel. Ezáltal is vizsgálva az alapvonal névleges hosszának helyességét, és meghatározva annak tényleges hosszát.

Diatomaföld és kaolin keverékek mechanokémiai aktiválása és puccolános reaktivitása

A termikusan aktivált kaolin (metakaolin) és diatomaföld nagy amorf szilícium-dioxid tartalmának köszönhetően puccolános reaktivitással bír. Felhasználásukkal a portlandcement és portlandcementklinker mennyisége, a cementgyártás CO_2 kibocsátása és energiaigénye csökkenthető. A mechanokémiai aktiválás alkalmazása (a termikus aktiválás helyett) gazdasági és környezetvédelmi szempontból egyaránt ígéretes módszer a cement kiegészítőanyagok előállítására, illetve reaktivitásuk növelésére. Szakmai munkámban diatomaföld és kaolin keverékeket mechanokémiailag aktiváltam, valamint az aktivált keverékek puccolános reaktivitását és cement kiegészítőanyagként való alkalmazhatóságát vizsgáltam. Az aktiváláshoz, bolygómalomban 25:75, 50:50, 75:25 és 100:0 tömegarányban kevert kaolin és diatomaföld intenzív száraz őrlését végeztem el a kaolinit teljes (100%) és részleges (kb. 90%) amorfizációjáig. Minden őrlésnél 1:11 őrlemény:őrlőtest tömegarányt és 400 min^{-1} fordulatszámot alkalmaztam. Az aktivált minták szerkezeti és morfológiai változásait röntgendiffrakcióval, infravörös spektroszkópiával, termikus analízissel, pásztázó elektronmikroszkóppal, valamint fajlagos felület és szemcseméret-eloszlás mérésével jellemeztem. A minták puccolános reaktivitásának meghatározására, 90% CEM I. 42,5 N portlandcementből és 10% diatomaföldből, metakaolinból (Metaver-R) vagy mechanokémiailag aktivált keverékekből szabványos habarcs próbatesteket készítettem. Meghatároztam az elkészült habarcs bedolgozhatóságát, a próbatestek 7 és 28 napos nyomó- és hajlítószilárdságát, testsűrűségét, vízfelvételét és porozitását. Megállapítottam, hogy a kaolinit teljes amorfizációs őrlési ideje 240 percről a diatomaföld arányának növelésével 180, 75 és 45 percre csökkent. Ugyanakkor, a kaolinit részleges amorfizációja még kisebb őrlési időt igényelt. Kimutattam, hogy az aktivált kiegészítőanyagokból előállított próbatestek 28 napos nyomószilárdsága minden esetben nagyobb volt, mint a referencia portlandcementből készített próbatesteké. Továbbá, a részlegesen amorfizált kaolinitet tartalmazó kiegészítőanyagokkal készült próbatestek nyomószilárdsága meghaladta a teljesen amorfizált kaolinitet tartalmazókét. Az eredményeket összefoglalva megállapítható, hogy a diatomaföld adagolásával a kaolin mechanokémiai aktiválásának ideje nagymértékben csökkenthető, és a kaolinit részleges amorfizációjával kedvező puccolános reaktivitású cement kiegészítőanyag gyártható.

Gátak földrengés méretezésének lehetőségei Magyarországon

A Földön kipattanó rengések döntő többsége tektonikus eredetű. Ezek a folyamatok a jelenkorban is hatással vannak környezetünkre, így például a hazánkat is magába foglaló Pannon-medence az Adriai mikrolemez mozgása miatt kialakult főképp eltolódásos, illetve kompressziós feszültségtérben évente átlagosan 1,5-4 mm-rel rövidül. Az újabb geodéziai kutatások azt mutatják, hogy Magyarország szeizmicitása, tehát a földrengés aktivitása valamivel erősebb, mint korábban gondolták, de világviszonylatban még így is mérsékeltnek tekinthető. (Tóth, et al., 2002)

Magyarországon az Eurocode szabványok bevezetése előtt a földrengésre történő méretezés nem volt része a tervezői gyakorlatnak. Míg az Eurocode 8 a tartószerkezetek esetében ad útmutatást a földrengéssel szembeni biztonság meghatározására, addig a gátakra vonatkozóan nem rendelkezik sem a biztonsági tényezőről, sem a tönkremeneteli valószínűségről. Növeli a tervezés bizonytalanságát, hogy nagyon kevés adattal, illetve földrengés következtében bekövetkezett gátszakadás, valamint gátkárosodási ismerettel rendelkezünk, melyek tapasztalatait hasznosítani lehetne a méretezések során.

A földrengés hatására bekövetkező tönkremeneteli mechanizmusok közül elsősorban a gát állékonyságát vizsgálom a földrengésből keletkező statikus többleterő alkalmazására visszavezethető hatással szemben. Ehhez ismertetem a szakirodalomban fellelhető, és a dolgozatomban alkalmazott szeizmikus rézsúállékonysági módszereket. A dolgozatomban elsődleges célja, hogy összevegyem a különböző számítási eljárásokat, mint a koordináta-transzformáció, a pszeudo-statisztikus vizsgálat, a Newmark-módszer, valamint az azokat manapság háttérbe szorító dinamikus talajjellemzőket használó numerikus módszerek által kapott biztonsági tényezőket. Alacsony magnitúdójú földrengések esetén az általánosan alkalmazott biztonsági tényező megfelelő biztonságot adhat a földrengés hatása ellen. Éppen ezért a gát szerkezeti kialakítását, valamint a töltés és az általaj tulajdonságait a hazai viszonyoknak megfelelően, azonban a dinamikus terhelés paramétereit az ország területének szeizmicitásához képest nagyobb értékkel vettem figyelembe. Tettem mindezt annak érdekében, hogy egy nagyobb földrengés hatása kimutatható legyen magyarországi körülmények között.

Teherösszegyűjtési pont optimális meghatározása a bányászatban, a szállítási munka kamatosított értékének értelmezésével

Az anyagszállítási rendszerek során a szállítási útvonalak és a szállított anyagok összegyűjtési helyének megválasztása nagy jelentőséggel bír, legyen szó akármely területről.

Bányák esetében, a kitermelt nyersanyagot gyakran az üzem teljes élettartama alatt ugyanazon egy pontba gyűjtjük. A létesítmények tervezése során, a teherösszegyűjtési pont helyét gazdasági szempontból is szükséges vizsgálni.

Ebben a munkában a kamat és a teherösszegyűjtési pont optimális helye közötti összefüggést tárgyalom a külfejtéses bányászatban. Az összegyűjtési helyeket a hozzájuk tartozó teherösszegyűjtési munkával jellemezve az eredményeket világpiaci és egyéb gazdasági változások nem befolyásolják. A kamat hatására a bánya élettartamának függvényében az optimális összegyűjtési hely jelentős mértékben eltérhet attól az esettől, amikor a kamatot nem vesszük figyelembe.

A dolgozat célja annak bemutatása, hogy eltérő körülmények között hogyan változik a teherösszegyűjtési pont optimális helye, illetve milyen paraméterek azok, amelyek befolyásolják ezt és hogyan tudjuk ezt a helyet megválasztani, vagy azt a lehető legjobban megközelíteni.

Vízáteresztő burkolatok infiltrációs kapacitás változásának vizsgálata

A globális éghajlatváltozás mára már világszerte tagadhatatlan jelenség, hatását hazánkban is, a mindennapi életünkben, városi szinten is érzékelhetjük. A csapadékvíz gyors elvezetése helyett előtérbe kerülnek azok a csekély beavatkozással járó zöld megoldások, melyek a vízgyűjtőre hulló vizek visszatartását, tározását, párologtatását és talajba szivárgását segítik elő. A vízáteresztő burkolatok is a fent említett módszerek közé sorolhatók a csapadékvíz-elvezető rendszerek lehetséges alternatívájaként vagy kiegészítéseként. Hazánkban alkalmazásuk még nem olyan elterjedt, mint a külföldi országokban, de egyre több helyen kerülnek beépítésre.

Ugyanúgy, mint a hagyományos csapadékvíz-elvezető rendszerek esetén, a vízáteresztő burkolatok hidrológia és hidraulikai méretezése is vízépítőmérnöki feladat. Ennek egyik legfontosabb eleme a burkolat vízáteresztő képessége, amely a felszín rendszeres tisztítása nélkül a beépítés után jelentős mértékben csökkenhet, és ez egy a tervezésnél is figyelembe veendő szempont.

A dolgozatomban ezen burkolattípusok vízáteresztő képességét és annak időbeli változását vizsgáltam. A kutatásom keretében tizennyolc budapesti helyszínen végeztem infiltrációs (felszíni beszivárgás) tesztekkel. A vizsgált burkolatokat különböző létesítési évek és eltérő használati körülmények jellemzik. A mérési eredmények alapján célom volt olyan összefüggések felállítása, amelyekkel a felszíni eltömődés időbeli alakulása becsülhető. A leíró görbe értékeit összevetve a méretezésnél alkalmazott csapadékinzintitásokkal számítható, hogy a tisztítás elmaradása, hiánya milyen következményekkel járhat a burkolat vízáteresztő képessége szempontjából.

MŰSZAKI MECHANIKA



**Műszaki Tudományi
Szekció**

Aktuátor dinamika hatása az adaptív sebességtartó automatika stabilitására

Számos technológiai területen egyre nagyobb igény jelentkezik a gépek automatizálására, mely a járműiparban, az automatizált járművek fejlesztésében is megfigyelhető. Jelen dolgozat témája az adaptív sebességtartó automatika (adaptive cruise control – ACC) vizsgálata, amely az automatizált járművek sebességének forgalomtól függő szabályozását végzi.

Mint a legtöbb szabályozást tartalmazó rendszerben, úgy az ACC-t alkalmazó járműben is megjelenik a mintavételezés okozta időkéésés és annak dinamikai hatása. Ez abból ered, hogy a jelfeldolgozás és a jelterjedés véges idő alatt lezajló folyamatok, így a megvalósuló szabályozás a forgalmi körülmények egy korábbi állapota alapján történik. Ez a jelenség megnehezíti a rendszer előírt működésének megvalósítását. További nehézség ered abból is, hogy a járműben fellelhető elektronikai és mechatronikai rendszerek más jellegű időkéésést vezetnek be a rendszerbe és ezek matematikai modellezése eltérő lehet.

A dolgozat célja a szakirodalomban használt modellek feldolgozása és a stabilitási tartományok meghatározása a szabályozóparaméterek terében. Emellett cél vizsgálni az aktuátor dinamikájának hatását a rendszer működésére, valamint a kritikus időkéésésre, ami felett nem működhet stabilan a rendszer. Tanulmányozunk még különböző kompenzációs lehetőségeket, amik az aktuátor dinamikájának hatását hivatottak kiküszöbölni.

Szakirodalom

- [1] Tamás G. Molnár, Wubing B. Qin, Tamás Insperger, and Gábor Orosz: Application of Predictor Feedback to Compensate Time Delays in Connected Cruise Control (2018)
- [2] Dávid Hajdu, Jin I. Ge, Tamás Insperger, and Gábor Orosz: Robust design of connected cruise control among human-driven vehicles (2019)
- [3] Jin I. Ge, Gábor Orosz: Dynamics of connected vehicle systems with delayed acceleration feedback (2014)
- [4] Jin I. Ge, Sergei S. Avedisov, Chaozhe R. He, Wubing B. Qin, Mehdi Sadeghpour, Gábor Orosz: Experimental validation of connected automated vehicle design among human-driven vehicles (2018)

A pókháló szerkezetének dinamikai vizsgálata

A pókháló anyaga közismerten különleges. Vékonyágához képest – ami csupán körülbelül $4\mu\text{m}$, az emberi hajszál töredéke – rendkívül erős és rugalmas. A fehérje rost erősebbnek bizonyult, mint a vele megegyező mennyiségű acél, szakítószilárdsága nagyobb, mint a kevlaré. Az anyag tulajdonságait precíz kísérleti eljárásokkal vizsgálják évtizedek óta, ehhez képest jóval kevesebb figyelmet kapott a háló geometriája, továbbá az a mozzanat, hogy a háló készítésének végén a pók a háló közepén "összerántja", azaz előfeszíti a hálót. A keresztespókfélék szövik a széles körben ismert, radiális és spirális szálakból szőtt hálót, ennek pontos alakja a fajtól csak kis mértékben függ. Mivel az evolúció során kialakult alak ennyire egységes, arra következtettünk, hogy ez az ideális elrendezés ahhoz, hogy a pók minél több táplálékot szerezzen. Hipotézisünk, hogy a radiális-spirális elrendezés optimálisabb szerkezet, mint a más struktúrájú, azonos mennyiségű anyagból készült megoldások. Ezen felül azt tételezzük fel, hogy az előfeszítés nagyban segíti a pókháló szálai együtt dolgozását. A hipotézist numerikus szimulációval vizsgáltam. A program a háló tömegét a szálak keresztesítésénél lévő csomópontokba koncentrálja és az így előálló diszkrét mechanikai rendszerre a nem-lineáris mozgásegyenletet oldja meg. Egy, az irodalomban sikerrel alkalmazott háló modell viselkedését összehasonlítottam egy négyzethálós, egy véletlen elrendezésű és egy olyan hálóval, melynek az első hálóhoz hasonlóan radiális szálai vannak, amelyeket koncentrikus körök fognak össze. A vizsgálat során az előfeszített hálók csomópontjaiba csapódó rovarokat szimuláltam, elemezve, mennyire nyúlik meg a háló, valamint, hogy milyen mértékben vonódnak be a háló egyes részei a becsapódó bogár mozgási energiájának elnyelésébe. Az eredmények azt mutatják, hogy a pókhálóhoz hasonló struktúrákban a szálakban egyenletesebb a megnyúlás eloszlása a többi vizsgált szerkezeténél. A becsapódás ereje tehát nem csak annak helyét, hanem szinte az egész hálót terheli, így az összes előfeszített szál részt vesz a becsapódási energia felvételében. Vizsgálataim eredménye egyértelműen mutatja a radiális-spirális elrendezés előnyét a többi vizsgált alakzattal szemben és az előfeszítés fontosságát.

Billegő oszlopok térbeli mozgásának kísérleti vizsgálata

Kutatásunk során a térbeli billegő mozgást végző merev testek dinamikájával foglalkoztunk. Billegő rendszerekkel találkozhatunk falazott szerkezetek egyes elemeiként (oszlopok, ívek, falak), innovatív földrengésvédelem szerkezeteként (billegő merevítő falak), vagy földrengés során megmozduló tartályok, gépek, járművek esetén.

A síkbeli, billegő - rocking - mozgást végző hasáb mozgását George W. Housner írta le, 1963-ban [1]. A billegő test a mozgás során egyik sarka körül fordul, majd egy ütközést követően a másik sarka körül emelkedik fel. Amennyiben ez az ütközés tökéletesen rugalmatlan, és a test nem csúszik meg az ütközés pillanatában, a perdület megmaradás segítségével az ütközés utáni szögsebesség az ütközés előtti szögsebesség és a test geometriája alapján számolható. Ezen, Housner által bevezetett ütközési szám segítségével számos kutató, billegő rendszerek vízszintes gerjesztésre - például földrengésre - adott válaszának meghatározására alkalmas, numerikus módszereket dolgozott ki. A kísérleti tapasztalatok azonban azt mutatják, hogy még egyetlen billegő elemnél is az ütközések során elemésztett energia mértéke kisebb, mint a Housner által jósolt érték. Ezen eltérésnek lehet oka az érintkező felületek egyenetlensége [2], valamint az, hogy a mozgás sosem tökéletesen síkban történik.

Az elmúlt 1 évben ezt a jelenséget vizsgáltuk meg térben billegő kötömbök esetén. Olyan laboratóriumi kísérletsorozatot hajtottunk végre, melyekben azonos magasságú, de alaprajzban eltérő oldalarányú, téglalap alapú hasábok térbeli billegő mozgását rögzítettük. Összehasonlításokat végeztünk a rögzített adatok és a síkbeli, dinamikai modelleken alapuló számítások között, és az egyes eltérő alaprajzi arányok esetén meghatároztuk, hogy a mozgás térbelisége mennyire befolyásolja annak lefolyását. A kísérleti adatgyűjtéshez a szenzorfüziónal működő X-IMU műszert használtuk, a kiértékelést saját fejlesztésű MatLab programmal végeztük el.

[1] Housner G. The behavior of inverted pendulum structures during earthquakes. Bull Seismol Soc Am. 1963;53(2):403-417.

[2] Ther T, Kollár LP. Refinement of Housner's model on rocking blocks. Bull Earthq Eng. 2017;15(5):2305-2319. <https://doi.org/10.1007/s10518-016-0048-8>

Hőmérséklet hatásának vizsgálata squash labdák becsapódási és visszapattanási jellemzőire, nagysebességű videófelvevételek és numerikus szimuláció segítségével

A kutatásom alapkérdése, hogy milyen hatással van a hőmérséklet változása különböző típusú squash labdák becsapódási és visszapattanási viszonyaira és célja egy átfogó kép alkotása, melyben egy adott gyártótól vett összes labdatípus vizsgálata egyszerre valósul meg egy komplex mérési sorozat keretein belül. A dolgozat célkitűzései közé tartozott a szakdolgozatom elkészítése során megépített kísérleti kilövő berendezés fejlesztése, illetve a megalkotott képfeldolgozó algoritmus további optimalizálása, melyekkel gördülékenyen és precízen végrehajthatóak voltak a kívánt mérések. A dolgozat végcélja mindezek mellett egy végeselemes modell megalkotása, majd a numerikus szimuláció mérési eredményekkel való összehasonlítása volt. A kísérleti kilövő berendezés fejlesztése minden mérési pontnál azonos módon tette lehetővé a gyorskamera fókuszába érkező, falra merőleges, perdületmentes becsapódásokat, valamint a labda kezdősebességének előzetes beállítását. Az alkalmazott képfeldolgozó algoritmus MATLAB környezetben íródott a background subtraction módszerét felhasználva, mely segítségével a squash labdák nyomonkövethetővé váltak súlypontjaik helyzetének meghatározásával. A kód optimalizálásának célja a nagy mennyiségű videófelvétel kiértékelésének felgyorsítása és a kinyert sebesség adatok pontosabb meghatározása volt. A végeselemes szimulációkat az ABAQUS kereskedelmi végeselemes szoftverrel végeztem el, melyben anyagmodellként a szakirodalomban széleskörűen elfogadott Arruda-Boyce hiperelasztikus modellt használtam, csillapítással kiegészítve.

A kiértékelés során vizsgáltam a labda becsapódások legfontosabb paramétereit, mint például az ütközési tényezőt, a kontakt időt, a deformált alakokat és nyúlásokat, illetve a veszteséghez kapcsolódó visszapattanási jellemzőt, mindet a hőmérsékletváltozás és a labda típusbeli különbségeivel figyelembe véve. Az anyagparaméterek meghatározását követően kiválasztottam az öt labdatípus egyik elemét, majd erre készítettem el a végeselemes modellt. A szimuláció valós mérési eredményekkel való összehasonlítása során kerestem a magyarázatot az esetlegesen kialakuló eltérésekre.

Összességében úgy gondolom, hogy kutatásom hasznosnak bizonyult tekintve, hogy hasonlóan széleskörű, squash labdát érintő vizsgálattal nem találkoztam a szakirodalomban. Eredményeim mélyebb betekintést engednek a squash dinamikájának világába, melyek a későbbiekben hasznosak lehetnek mérnöki, de akár sportolói szempontból is.

Lengésfojtó felütközés hatásának vizsgálata belső furateszterga stabilitására

Nagy pontosságot igénylő, nagyméretű, furatok sok esetben kizárólag belső furatesztergalás segítségével állíthatók elő. Ezen megmunkálási mód azonban jelentősen korlátozott, hiszen a folyamat stabilitása a szerszám geometriájával kapcsolatos korlátokba ütközik. Túlzottan karcsú szerszám használata esetén az ún. stacionárius forgácsolás könnyen instabillá válik, ami megmunkálási hibákhoz, sőt gyakran szerszámtöréshez vezet. Hosszú, vékony furatok előállítása különösen problémás, mivel ekkor a forgácsoló élt tartó szerszámszár hossza átmérőjének sokszorosa kell, hogy legyen.

Sok esetben tehát elengedhetetlen a furatesztergalási folyamat megtámogatása valamilyen rezgéscsillapítási stratégiával. Erre az ipari gyakorlatban leggyakrabban használt megoldás passzív lengésfojtók használata, azaz egy lengő tömeg elhelyezése a forgácsoló élt tartó szerszámszárban. A lengésfojtó merevségének optimális hangolásával (pl.: Den Hartog [1], Sims [2]) jelentős javulás érhető el a megmunkálási folyamat stabilitásában.

Mivel a furateszterga lengéscsillapítására használt lengésfojtó a szerszámszár belsejében helyezkedik el, a lengő tömeg elmozdulása geometriailag korlátozott. Nagy energiájú, nagy amplitúdójú rezgések megjelenése esetén előfordulhat, hogy a tömeg felütközik a szerszámszár belső felületére.

Kutatómunkám során ezen ütközések hatását vizsgáltam meg az esztergalási folyamat stabilitására. Ehhez a lengésfojtóval felszerelt furateszterga egy egyszerűsített mechanikai modelljét használtam, amely segítségével időbeli szimulációkat végeztem, valamint ütközéseket is tartalmazó periodikus pályákat kerestem.

Megvizsgáltam, hogyan változik a felütközések hatására a megmunkálás stabilitási térképe, valamint azt, hogy az így létrejövő rezgések milyen felületi minőséget eredményeznek.

Irodalom:

1. Sims, N. D. Vibration absorbers for chatter suppression: A new analytical tuning methodology. Journal of Sound and Vibration, 2007. 301(3-5), 592–607. doi:10.1016/j.jsv.2006.10.020
2. Den Hartog, J.P.; "Mechanical Vibrations"; In: McGraw-Hill Book. Company, New York and London, 1934

Numerikus modális analízis izogeometrikus analízis segítségével

A modális analízis széles eszköztárának egyik gyakran használt numerikus módszere a végelelemes módszer (VEM). A VEM-alkalmazásakor a modell elemszámának növelésével egyre pontosabb becslést kaphatunk egyre több sajátfrekvenciára. A VEM egy új megközelítése az izogeometrikus analízis (IGA), melyben NURBS-alapú elemeket és bázisfüggvényeket alkalmazva nem csak egzaktul reprezentálhatóak görbült alaksajátosságok, hanem a formafüggvények elemhatárokon tekintett folytonosságának mértéke is könnyedén növelhető.

Az IGA ezen tulajdonságai mind túlmutatnak a klasszikus VEM lehetőségein, és általuk a sajátfrekvenciák numerikus meghatározása is pontosabbá válik. Dolgozatomban a két módszer közötti különbséget az Euler-Bernoulli- és a Timoshenko-féle gerendaelméleten alapuló modellekkel kapott eredményeken keresztül is megvizsgálom. A Timoshenko-féle elmélet esetében egy, a szakirodalomban nem látott, újszerű megközelítést is bemutatok.

Vontatmányok nemlineáris rezgései

Az utánfutóval való közlekedés számos baleseti kockázatot rejt, amennyiben a vontatási sebesség és/vagy a rakomány pozíciója rosszul van megválasztva [1,2]. A kialakuló kigyózó mozgás esetén a járművezetők gyakran nem megfelelően korriálnak, így a jármű irányíthatatlanná válhat. A dolgozat célja a vontatmányok kigyózó/pattogó mozgásának nemlineáris vizsgálata szemi-analitikus és numerikus módszerekkel, valamint laboratóriumi kísérletekkel.

A dolgozatban a mechanikai modell ismertetése és a mozgásegyenletek összefoglalása után a központi sokaság redukció módszerével szemi-analitikus úton elemezzük az utánfutó nemlineáris rezgéseinek tulajdonságait. A megjelenő szub-, és szuperkritikus Hopf bifurkációkhoz tartozó periodikus megoldásokat bifurkáció-követő szoftver [3] segítségével vizsgáljuk. Célunk felderíteni és azonosítani azon paramétertartományokat, amelyek mellett a vontatmány felborulásával járó nagy amplitúdójú mozgás is megjelenhet a stabil egyenes vonalú egyenletes mozgás mellett. Utóbbi jelenség a szubkritikus Hopf bifurkáció megjelenéséhez köthető, amely mérnöki szempontból veszélyesebb, hiszen a stabil egyenes vonalú mozgásból kitérítve az utánfutót hirtelen nagy amplitúdójú rezgések jelenhetnek meg.

A numerikus bifurkáció analízissel elkészített kétparaméteres bifurkációs diagramok segítségével a stabilitás szempontjából kritikus utánfutó paraméterek jól azonosíthatók. A diagramokon elkülönítve megjeleníthetők a minőségileg különböző periodikus megoldások, azaz azonosíthatók a kigyózó mozgást és a kerekek elválásával járó pattogást okozó paraméterek. A vontatmány mechanikai modellje alapján kisskálájú kísérleti berendezést terveztünk, melyen lehetőség nyílik az utánfutó számos paraméterének megváltoztatására, így az elméleti és numerikus módszerekkel kapott eredmények ellenőrizhetők.

Irodalom:

- [1] Troger, H. and Zeman, K.: A nonlinear-analysis of the generic types of loss of stability of the steady-state motion of a tractor-semitrailer. *Vehicle System Dynamics* 13(4), 161–172. 1984.
- [2] J. Darling, D. Tilley, B. Gao, An experimental investigation of car-trailer high-speed stability, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering* 223 (4) (2009) 471–484.
- [3] Engelborghs, K., Luzyanina, T., Samaey, G. DDE-BIFTOOL v. 2.00: a Matlab package for bifurcation analysis of delay differential equations, Technical Report TW-330, Department of Computer Science, K.U.Leuven, Leuven, Belgium, 2001.

X-LAM tartószerkezeti elemek modellezése Python környezetben

Jelen munka tárgya a többrétegű keresztirányú ragasztott tömörfa szerkezeti panelekből (Cross-laminated timber (CLT), X-LAM) készült tartószerkezeti elemek modellezési kérdéseinek a vizsgálata és elemzése. Az X-LAM már számos országban elterjedt fa lemeztermék, amely a hagyományos faipari termékekkel ellentétben kétirányú teherviselésre alkalmas. Az Eurocode vonatkozó fejezetei hiányosak, a meglévő koncepciók gerendaelméleti alapokon nyugszanak, az X-LAM szerkezeti elemek befoglaló méretei azonban felületi modell alkalmazását indokolják. Ebből kifolyólag a dolgozatban megvizsgálom a szakirodalomban található egy- és kétdimenziós modellek alkalmazásának lehetőségét, majd egy saját fejlesztésű, X-LAM panelek számítására alkalmas numerikus megoldást mutatok be, melynek számítógépes implementációjához a Python programozási nyelvet használtam.

Az első fejezet összefoglalja az X-LAM panelek főbb jellegzetességeit, kitérve többek között annak meghatározására, viselkedési sajátosságaira, tartószerkezeti szerepére, az elemek gyártási folyamatának fő lépéseire és a termék előállításához szükséges alapanyagokra.

A második fejezetben először ismertetésre kerülnek az X-LAM elemek lehetséges modellezési módjai. Itt kitérek a leginkább használatos gerendamodellekre, úgy, mint az Eurocode-ban is szereplő gamma-módszer, a nyírási analógián alapuló módszer valamint az Euler-Bernoulli és Timoshenko-féle gerendamodellek. Az egydimenziós modellek után bemutatom a Kirchhoff-Love és a Mindlin-Reissner héjelméletek alkalmazását, utóbbinál különös tekintettel a nyírási korrekció megfelelő számítására. A fejezet második felében összefoglalom az X-LAM panelek méretezéséhez használatos tönkremeneteli elméleteket, beleértve a meglévő kereskedelmi forgalomban kapható szoftverekben implementált, illetve a szakirodalomban fellelhető eljárásokat.

A harmadik fejezetben összefoglalom az állapotegyenletek megoldásához használt félanalitikus és numerikus megoldásokat, majd példákon keresztül illusztrálom azok használatát. Összevetem a második fejezetben felsorolt modellezési technikákkal kapott számítások végértékeiben jelentkező eltéréseket. A fejezetben kitérek a kapott eredmények verifikációjára, melyet az ANSYS és AxisVM szoftverek segítségével végeztem el.

Az utolsó fejezetben röviden összefoglalom a számítógépes implementáció mikéntjét, melyet a kapott eredmények reprodukálhatósága érdekében nyílt forráskóddal, nyilvánosan elérhető Python könyvtárként teszek közzé.

MŰSZAKI MENEDZSMENT



**Műszaki Tudományi
Szekció**

A bizalmi faktor teljesítménymutatója, azaz hogyan tudunk bizalmi szintet mérni egy projekt esetében

Az elmúlt évtizedben hazánkban számos sikeres beruházási projektet könyvelhetünk el. Ahhoz, hogy egy építőipari beruházást eredményesen zárjunk, megannyi projekt menedzsmenti funkciót megfelelő körültekintéssel kell ellátnunk. Legfontosabb, hogy a kliensünk igényeit kielégítsük, valamint egyértelműen bizonyítsuk, hogy a hosszútávú munka során gördülékenységre és magas szintű kontrollációra törekszünk, a tervezéstől a kivitelezésig. Ahhoz, hogy az ütemtervet tartsuk és a szerződött kivitelezők teljesítményét nyomon tudjuk követni, megfelelő mutatók alkalmazására van szükség. A projekt sikerességét az üzleti és marketing célok megfogalmazásában a KPI-k segítik. Egy projekt esetében több szinten is alkalmazhatjuk a különböző teljesítmény mutatókat annak érdekében, hogy a projekt érintettjeinek megfelelő információ álljon rendelkezésre, ezáltal hatékonyan haladhatnak céljaik elérésében.

Tanulmányom célja megvizsgálni, mely tényezők, milyen minőségben alakítják, k a bizalom szintjét az üzleti kapcsolatokban. Továbbá arra kerestem a választ, hogy ezen tényező befolyásoló hatással bír-e egy szervezet életére nézve.

Arra a kérdéskörre szerettem volna választ adni, hogy az eltérő jellemzőkkel rendelkező vállalatoknál, például eltérő tulajdonforma esetében, milyen erőfeszítéseket fordítanak a bizalom kiépítésére. A tanulmányom további motivációja, egy Lean szemléletben vizsgált gazdasági hatásmérés, mely bemutatja, hogyan tudjuk a bizalmi - faktort adaptálni a projektmenedzsment teljesítmény mutatói közé. Dolgozatomhoz hazai és nemzetközi irodalmat alkalmaztam, illetve korrelációs vizsgálatot végeztem SPSS programban. Ahhoz, hogy a projekten belüli bizalmi szintet felmérhessem, először a szervezeten belüli „kisebb” bizalmi jelenséget kell vizsgálni ahhoz, hogy átfogóbb képet kaphassunk.

A vizsgálataim eredményeseknek bizonyultak, a vállalat milyensége és a vállalatra fordított bizalmi tényezők között korrelációs kapcsolat mutatható ki. A rendelkezésemre álló adatok alapján további összefüggéseket nem lehetett feltárni a változók között, így kutatási munkám nem teljes, viszont eredményesnek bizonyult. Az okság irányának megállapítása további vizsgálatot igényel, valamint szükséges lehet a kérdőív kérdéssorának javítása az eredményeim alapján. A kutatásomból, valamint a munkám során szerzett tapasztalataimat összegyűjtve fejlesztési javaslatot fogalmaztam meg további teljesítésimutató-rendszerek kialakítására.

A minőségbiztosítás fontossága a projektszervezésben

A projekt az a tevékenység-együttes, mely jelentős méretű, egyedi lefolyású, meghatározott céllal, valamint meghatározott idő-, költség és erőforrás keretekkel rendelkezik. Tehát a rutinszerű, rendszeresen végzett, rövid, vég nélküli, tevékenység, mint egy termék sorozatgyártása nem projekt.

Mivel a projektek egyedi és komplex célkitűzések megvalósítására irányulnak, ezért komoly befektetést igényelnek. A projekt sikere vagy sikertelensége nagyban kihat egy szervezet jövőbeni működésére, lehetőségei hosszú távra le is korlátozódhatnak. Egy új projekttel a nagyobb siker reményében a szervezetek nagyobb kockázatot is vállalnak, ezért minden elérhető eszközt meg kell ragadniuk, hogy a befektetett tőke, energia ne vesszen kárba, közben pedig mérhető eredmények szülessenek. Erre ad okot, hogy felállítsanak egy jól működő minőségbiztosítási rendszert, megfelelő kompetenciákkal rendelkező vezetőkkel az élén.

Minőségbiztosítás során nem feltétlenül kell tanúsítvánnyal rendelkezni, de mindenképpen ki kell alakítani egy minőségpolitikát. A szabványok, követelmények betartása elengedhetetlen, ezeket figyelemmel is kell kísérni. Fontos a tevékenységek folyamatos ellenőrzése, hibák megelőzésére szolgáló alapos tervezés, a felmerülő problémák gyors és hatékony megoldása a projekt teljes életciklusában.

A dolgozatom célja, hogy felmérjem a projektek lebonyolítása közben milyen jellegű hibák következnek be, ezeket milyen módon próbálják megoldani. Úgy gondolom, hogy a hibák már egy rossz szervezés miatt is keletkezhetnek, ezért a projektszervezés folyamataitól kezdem a megfigyelést, majd a kialakított minőségpolitika, a tervezett projektvezetési módszerek betartását kísérem figyelemmel. Ehhez főként már lezárult projektek résztvevőit interjú formájában kérdeztem meg azok hatékonyságáról, eredményéről. Túlnyomó részt informatikai projektben résztvevő szoftverfejlesztéssel foglalkozó embereket sikerült elérnem a kérdéseimmel. Így a dolgozat témája az informatikai projektek szervezési tulajdonságaira fog irányulni. A későbbiekben szeretnék több interjút készíteni illetve külső megfigyelőként csatlakozni projektekhez, hogy figyelemmel kísérhessem azok levezetését.

Az FMEA Kézikönyv változásának hatásai és gyakorlati alkalmazása a Harman/Becker Kft. gyártási folyamataiban

Az FMEA kézikönyv változásainak hatásai és gyakorlati alkalmazása a HARMAN/BECKER Kft. gyártási folyamataiban

Dolgozatom megírása során ismertettem az új FMEA változásának hatásait, feltérképeztem miként hatnak a Harman Becker Kft. gyártási folyamatira. Bemutattam a Harman Becker Kft BMW üzletágát, a problémagazda szervezetet, átgondoltam a minőségügyi mutatók alakulásának folyamatát, valamint a problémás folyamatok lehetséges javítási módusait. Ezt követően a Harman Becker Kft szervezetében érvényben lévő FMEA-t összevettem az 5. kiadású FMEA rendszere szerinti elemzéssel egy problémás folyamaton keresztül. A folyamat során rámutattam azon jelentőségekre és hiányosságokra, melyek leküzdése az eredményeket pozitív irányban befolyásolja. A dolgozat fontos részét képezi a javaslatok tétele, annak érdekében, hogy a jelenlegi folyamatok tovább fejleszthetővé váljanak. Értékeltem a változások hatásait, levontam a szükséges következtetéseket. Az elemzések és a problémamegoldások során

Képekkel támogatott rendszer használhatósági skála (P-SUS) szoftveres változatának kialakítása és megbízhatósági vizsgálata

A System Usability Scale (SUS) egy Likert-skálás kérdőív, amely tíz kérdésen keresztül méri a rendszerek átfogó használhatóságát. Jelen kutatásban ennek a mérési eszköznek a képes változata (Picotrical System Usability Scale) került átrajzolásra, majd alkalmazásra szoftvertermékek használhatóságának a számszerű meghatározása érdekében. A kutatás középpontjában a Baumgartner és társai (2019) által - eredetileg a mobilalkalmazások érzékelt használhatóságának vizsgálatára - fejlesztett P-SUS kérdőív és annak megbízhatósági vizsgálata áll a Paint és a Paint 3D programok példáján keresztül, kérdőíves környezetben.

A kvantitatív vizsgálat részeként kiküldött kérdőíveket 362 fő töltötte ki, a válaszadók közül 241-en a hagyományos SUS, míg 108-an annak az általam számítógépes változatra adaptált P-SUS változata segítségével értékelték a Paint programot. A Paint3D esetében ezek a számok alacsonyabbak (SUS esetén 51, míg P-SUS esetén 21 fő értékelt), mivel a termékcsalád új tagját már jóval kevesebb kitöltő használta.

A két skálán elért SUS pontszámok már az átlagukat és szórásukat tekintve is különböző eredményeket mutattak, amely egyértelműen megkérdőjelezi a képes változat megbízhatóságát. A két skála által kinyert használhatósági értékek között szignifikáns különbség a Paint esetében ($n=349$) független mintás t , míg a Paint3D programnál ($n=72$) pedig Mann-Whitney próba segítségével volt igazolható a statisztika eszközeivel. A skála képes változata tehát kérdőíves környezetben alkalmazva jelen mintán nem bizonyult megbízhatónak, de mivel a használhatósági értékeket 10 állítás adja, így hasonló statisztikai próbák elvégzésével tovább vizsgálható, hogy a képes skála mely elemei megfelelőek, illetve mely elemei azok, amelyek fejlesztésre szorulnak.

A Paint 3D program értékelése során a skála 1-es, 5-ös, 7-es és 9-es és 10-es elemei között nem volt szignifikáns a különbség, míg a Paint szoftver esetén ugyanez már csak az 5-ös állítást ábrázoló kép esetén volt igaz. Az eredmények alapján így elmondható, hogy nagymintán a P-SUS skála 5-ös eleme megbízható csak, a többi mindenképpen fejlesztést igényel annak érdekében, hogy a P-SUS skála megbízható legyen. Mivel a P-SUS skála jól értelmezhető nyelvismeret nélkül is, így a többi elem felhasználó-központú fejlesztése hozzájárul ahhoz, hogy ez a változat az ember-számítógép interakció tudományterületének egy olyan jól alkalmazható nonverbális eszköze legyen, amely az ipari szereplők számára is jól alkalmazható.

CZEGLÉDY KAROLA LUCA
czegledykarola@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gépészmérnöki Kar

MAGYARI ÉVA ANNA
magyari.eva.anna@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gépészmérnöki Kar

JAKABOVICS LUCA
luca.jakabovics@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gépészmérnöki Kar

*Témavezető:
Szabó Bálint
egyetemi tanársegéd, BME GTK*

Múzeumlátogatási szokások vizsgálata a koronavírus idején - A virtuális múzeumok felhasználói megítélése

A koronavírus-járvány által okozott vészhelyzet következtében 2020 márciusától kezdve sorra zártak be a múzeumok világszerte. A kialakult állapot csak tovább erősítette a már addig is jelenlévő igényt a kiállítások tárlatainak digitalizálására (virtuális térben bejárható múzeumok otthonról történő „látogatására”). Ez a radikális, kényszer szülte, ám a technológia fejlődésével egyre időszerűbb változás átalakította a múzeumlátogatási szokásokat, amelynek vizsgálata jelen kutatás fő témája.

A virtuális múzeumok kialakításának, felhasználói élményének megfigyelése kvalitatív módszerrel (használhatósági vizsgálat segítségével), hét fő közreműködésével történt, mely során a résztvevők a hangos gondolkodás módszerét alkalmazva mondhatták ki véleményüket az egri Dobó István Vármúzeum és a Petőfi Irodalmi Múzeum felhasználói felületével kapcsolatban. A használhatósági tesztet interjúkérdések követték, melynek keretein belül a használhatósági vizsgálat során átélt élményeket a résztvevők részletesen kifejtették. Az így kapott adatok értékelése és rendszerezése után hipotéziseket állítottunk fel a múzeumlátogatási szokások változásával és a virtuális kiállítások megítélésével kapcsolatban. Ezen feltevések kvantitatív alátámasztására vagy megcáfolására egy 550 fő által kitöltött, a koronavírus-járvány okozta kultúrafogyasztási szokások változásainak nagymintás megerősítésére szolgáló kérdőív eredményei kerültek felhasználásra. Az így gyűjtött információk alapján következtetéseket vontunk le a virtuális múzeumok felhasználói megítélésével kapcsolatban, amely alapján javaslatokat fogalmaztunk meg az ideális virtuális kiállítás kialakítására vonatkozóan.

Szolgáltatási folyamat automatizálása egy kis- és középvállalkozásnál

Manapság a növekvő piaci versenyben a vállalatok kezében a folyamatfejlesztés az egyik leghatékonyabb eszköz a költségek csökkentésére, a piaci pozíció javítására. A vizsgált vállalkozásnál a folyamatfejlesztés célpontja egy árajánlat-adási folyamat volt, mivel túl sok időt és energiát köt le az árajánlatok elkészítése. Elsődleges cél volt a kutatás során a teljes átfutási idő csökkentése, a folyamat automatizálható tevékenységeinek felismerése, és az automatizálás megtervezése. A fejlesztés során eseményvezérelt folyamatlánc diagramm készítésével és vizsgálatával, valamint hibamód- és hatáselemzés használatával törekedtem a célok elérésére. Elkészítettem egy standardizált űrlapot, ami jelentősen csökkenti az átfutási időt, illetve a szoftverrobottal történő automatizálás ütemtervét is. A fejlesztések megtervezése után elvégeztem egy nettó jelenérték és egy belső megtérülési ráta számítást, így bizonyítottam a szoftverrobot licenszdíjának megtérülését. A kutatás eredményességét igazolja, hogy a kutatási kérdésekre pozitív választ kaptam, és a vállalat is elégedett volt az elért eredményekkel, a fejlesztéseket a való életben is be tudja építeni.

Tanúsító rendszer fejlesztése egy nagyvállalatnál

A Lean menedzsment napjainkban minden sikeresen működő, versenyképes nagyvállalat életében elengedhetetlen. Ennek szellemében fontos nagy hangsúlyt fektetni a dolgozók bevonására, kiválasztani az értékteremtő tevékenységeket és megszüntetni a veszteségeket.

Dolgozatunkban bemutattuk a Lean elméleti alappilléreit, ezek stratégiai megvalósulását, néhány alapvető Lean eszközt, melynek gyakorlati megvalósulása adott vállalat példáján keresztül került kifejtésre. A TPS házon keresztül kerültek bemutatásra a Lean alapvető eszközei, melyeket összeköttünk a gyakorlati megvalósítással.

Munkánkban feltérképeztük a jelenlegi tanúsító rendszert, annak részeit, felépítését és követelményeit. Az elemzett nagyvállalat jelenleg területi tanúsító rendszert alkalmaz a Lean eszközök monitorozására, azonban a nagyobb hatékonyság elérése és a teljesítményről alkotott realisabb kép érdekében a sorokon alapuló rendszer bevezetése indokolt, ezt támasztja alá a dolgozatban kifejtett vizsgálatunk. A megvalósulás ellenőrzése érdekében kialakítottak egy helyi audit-rendszert, amely során a követelmények, az előírt célok teljesülése nyomon követhető.

TDK dolgozatunkban felvetettük a jelenleg megoldandó problémákat, majd elemeztük azok megoldási lehetőségeit a helyi viszonyokhoz igazítva. A legradikálisabb fejlődést az 5S rendszernél, a fejlesztési javaslatoknál, a jutalmazási rendszernél és a problémamegoldó A3 lapoknál tapasztaltunk, így ezeket a Lean eszközöket fejtettük ki bővebben.

Kidolgoztunk négyféle ötletet a jutalmazási rendszer fejlesztése érdekében, ezeket elemeztük munkánkban és kiválasztottuk a leghatékonyabb módszert, a dolgozói elégedettség és elköteleződés érdekében. A szabványosított munkavégzést is bővebben kifejtettük, és javaslatokat is tettünk a továbbfejlesztésére. Véleményünk szerint eredményes volt a kutatás, több fejlesztendő pontot is találtunk az elemzett rendszeren. Kifejtettük az újitásra vonatkozó javaslatainkat, felvázoltuk az ezektől elvárt eredményeket is. Bízunk benne, hogy dolgozatunkkal nem csak a vállalatunk fejlődését segítjük elő, hanem más szervezetek is találhatnak benne hasznosítható ötleteket, irányelveket.

MŰSZAKI OPTIKA



**Műszaki Tudományi
Szekció**

A szemre és környezetére ható dinamikus hatások vizsgálata

A különböző tudományos kutatások egyik fontos feladata az emberek életminőségének javítása, kényelmének elősegítése. Ezen belül kiemelendő az emberi élet legfontosabb értékének, az egészségnek a fenntartása és megőrzése, ezen belül pedig az egészségünket nagymértékben befolyásoló érzékszerveink pontos, megbízható működésének biztosítása.

Napjainkban egyre gyakoribbá váltak az egyik legfontosabb érzékszervvel, a szemmel kapcsolatos betegségek – ezek okai a különböző népbetegségek mellett az egyre gyakoribb, számítógép-képernyők okozta látásromlások –, és ennek következtében a különböző látást javító orvosi beavatkozások, műtétek is. Ezek a módszerek különös odafigyelést és tudatosságot igényelnek, mind orvosi oldalról, mind az orvosok munkáját segítő mérnökök részéről. A „hagyományos” szemészeti feladatok mellett az orvosok egyre nagyobb figyelmet fordítanak a mindennapi tevékenységünk során – például sport, baleset, figyelmetlenség, egyes munkakörök (hegesztés, köszörülés) – előforduló olyan esetek kezelésére is, mikor a látószervünket különböző ütések, terhelések érik.

Jóllehet a szem anyagának összetételéről, különböző részeinek mechanikai tulajdonságairól számos tanulmány készült már az elmúlt években, azonban a szemet és környezetét érő dinamikus hatásokról kevés információ áll a rendelkezésünkre. Dolgozatom éppen ennek a területnek a kutatásához kíván hozzájárulni a szemet érő ütközések numerikus modellezésével.

Munkámhoz kiindulópontként Bocskai Zoltán PhD dolgozata szolgált, amelyből egy komplex végeselemes szem-modell állt a rendelkezésemre. Megjegyzem, hogy Bocskai disszertációjában a szem végeselemes modellezésén kívül elsősorban a szerv alkalmazkodóképességét, az ínhártyát érintő műtéti eljárásokat és a lencsefűggesztő rostok mechanikai tulajdonságait vizsgálta.

TDK dolgozatomban először a szem meglévő végeselemes modelljének bővítésével foglalkozom, kiegészítve a korábbi változatot a szem környezetében előforduló csontokkal, majd ezt követően a szemet érő különböző dinamikus hatások időbeli változásának követését kívánom numerikus vizsgálatokkal szimulálni. Alapvető célom, hogy minél több ismeretet gyűjtsek arról, hogy mi történik a szemet érő ütközések esetén. Úgy gondolom, hogy munkám – még ha csak kicsiny mértékben is – de hozzájárulhat a szemészek munkájának segítéséhez, az adott tudományterület fejlődéséhez.

GOSZTONYI CSENGE LUCA
csengeemail@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gépészmérnöki Kar

MÉSZÁROS REGINA
regina0623@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar

KIRÁLY KRISTÓF
kiralykristof55@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gépészmérnöki Kar

Témavezetők:
Pizág Bertalan
doktorandusz, BME GPK
Urbán Ágnes
tanársegéd, BME GPK
Dr. Hajnal Alen
egyetemi docens, University of Southern Mississippi

A szórt fény láthatósági vizsgálata

A fény az útja során visszaverődik, megtörik és szétszóródik a különböző felületekkel való érintkezése során. Ezáltal fénymintázatokat hoz létre. A jelen kutatás humán mérések által térképezi fel, hogy az emberi szem és agy képes-e ezen fénymintázatok érzékelésére. Az eredmények útmutatóként szolgálhatnak magasabbrendű kognitív folyamatok feltérképezésében is, mint például alak- és tárgyfelismerés. Feltételezzük, hogy a fénymintázatok érzékelése függ a megvilágítás különböző fénytani paramétereitől. Ezek a paraméterek közül a legnagyobb hangsúlyt a színre fektettük, de végeztünk méréseket a megvilágítási szinteket illetően is.

A kísérleti tervek több fázist foglalnak magukban. Eddig az első fázis került lezárásra, melyet a jelen dolgozat taglal. Az első fázis előkészítése során RGB LED-ekkel megvilágított light boxban készítettünk fényképeket különböző geometriai testekről (kúp, tórusz, gömb). A light boxban a testeket szórt fény világította meg, a fény teljes egészében a doboz faláról verődött vissza, direkt fény nem érte a fotózott testeket. A light boxban található RGB LED-ek segítségével piros, zöld, kék és fehér színű fény alatt vizsgáltuk a fénymintázatok láthatóságát. A lightboxban létrejött megvilágítás pontosabb leírása érdekében optikai méréseket végeztünk a kísérleti tárgyak környezetében.

Az elkészült képekből kiindulva szerkesztett képeket hoztunk létre. A módosított képek két csoportba sorolhatóak: egyrészt egy a testek háttérét eltávolítva és helyére az üres lightboxot bevágva létrehoztuk a tárgyak fénymintázat nélküli képeit, valamint a test helyére a lightbox bevágásával létrehoztuk a test nélküli, de fénymintázattal rendelkező képet. Ezeknek a képeknek az elkészítéséhez egy automatikus képszerkesztő alkalmazást készítettünk.

A humán mérés match-to-sample módszerrel (Barth, Fein, & Waterhouse, 1995) zajlott: a képernyő felső részén egy szerkesztetlen képet prezentáltunk, míg alul ugyanazt a képet illetve a szerkesztett változatot. A vizsgálati személynek a két kép közül kellett kiválasztania a felső képpel megegyezőt.

A kísérlet alapján a fénymintázatok érzékelhetőek az alanyok számára, viszont nehezebben tudják megkülönböztetni a szerkesztett és a szerkesztés nélküli képeket azokban az esetekben, amikor a képen egy tárgy jelen van és a fénymintázatot szerkesztettük az egyik képen. A kísérleti alanyok teljesítményét nagyban befolyásolta a megvilágítás is. Ennek pontos kvantitatív kiértékelésére a második fázisban fog sorkerülni.

Digitális légifényképező kamerák kalibrációi

A légifényképezés az egyik leghatékonyabb információszerzés ahhoz, hogy a földfelszín különböző területeiről adatokat szerezhessünk és vizsgálhassuk azok állapotát. Legfontosabb szerepük a térképek előállításban mutatkozik meg, hiszen elengedhetetlen a friss adatforrás ezeknek elkészítéséhez. A távérzékelés és fotogrammetria egyre jobban összefonódott napjainkig.

A dolgozat célja a digitális légifotókamerák kalibrálási folyamatának ismertetése. A kalibrálás alapvető mérnöki célú légifényképek esetében, hiszen anélkül pontatlan, hibával terhelt eredményeket kapnánk. Három kamerát kalibráltunk, két RGB (látható fény tartományban rögzítő színes) és egy IR (infra tartományban rögzítő) Hasselblad A6D-100c szenzorral rendelkezőt, HC 50 II és 35 mm-es objektívvel szerelt eszközt. A geometriai kalibráció vizsgálatához az AgiSoft Metashape szoftvert használtunk. A radiometriai kalibrációhoz pedig a Hasselblad cég Phocus képfeldolgozó programját.

Munkám egy "élő" feladat része, mivel szakmai gyakorlatomat az Envirosense Hungary Kft-nél töltöttem, amely a távérzékelés, elsősorban a légi szenzorokkal készített felvételek készítésének, feldolgozásának specialistája és a közelmúltban vásárolt új szenzorokat, melyek kalibrálása elengedhetetlen a nagy pontosságú végtermékek előállításához.

LAJTOS MÁTÉ
mate.lajtos@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gépészmérnöki Kar

LUKÁCS MÁRK
lukacs.mark@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gépészmérnöki Kar

ÁGOSTON DOROTTYA

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gépészmérnöki Kar

Témavezetők:
Urbán Ágnes
tanársegéd, BME GPK
Dr. Sipos László
egyetemi docens, SZIE ÉTK

Élelmiszeripari színminták spektrális tulajdonságainak időfüggés vizsgálata

Az érzékszervi bírálók minősítése során rendkívül nagy szereppel bír a színminták színének pontossága, mivel ezekből készített teszt alapján döntenek el, valaki végezhet-e vizuális vizsgálatot vagy sem. Ezen minták elkészítésére szigorú előírások vannak, ezzel ellentétben a tárolásukra nem vonatkoznak az előírások.

Dolgozatunk célja annak meghatározása, hogy az idő előrehaladtával a különböző hőmérsékleten tárolt minták színei hogyan változnak, és ha változnak, milyen paraméterek befolyásolják azt. A tárolási hőmérsékleten túl a vizsgált paraméterek közé tartozik a minták elkészítéséhez használt víz típusa és a minták színe.

Ehhez a színminták spektrális transzmisszióját ($\tau(\lambda)$) és spektrális reflexióját ($\rho(\lambda)$) mértük a látható hullámhossz tartományban, kéthetente. A projekt a Szent István Egyetem Árukezelési és Érzékszervi Minősítési Tanszék és a MOGI Tanszék együttműködésének keretein belül fut. Egy színmintasor 11 darab színmintából áll, ezek fokozatos átmenetet képeznek a sor kezdő színétől (sárga vagy piros), a színsor végső színéig (kék). A színmintasorok abban különböznek egymástól, hogy 5 °C-on vagy 20 °C-on voltak-e tárolva, melyik a színsor kezdő színe, illetve desztillált-, ioncserélt- vagy ásványvíz alapú hordozóközegben van-e a festék feloldva. A spektrális transzmissziót 5 nm-enként, a spektrális reflexiót pedig 10 nm-enként mértük 380 nm és 740 nm közötti hullámhossz tartományban. A reflexiós méréseket elvégeztük a spekuláris visszaverődési komponenst belevéve, és ezt kihagyva is. A mérések elvégzését követően az eredményeket transzmissziós mérés esetén szövegfile-ban, reflexiós mérés esetén excel tábla formájában kaptuk meg. Annak érdekében, hogy minden adat egységesen álljon rendelkezésre, az adatokat egy pythonban írt kóddal DataFrame típusú objektumban tároltuk későbbi számításaink megkönnyítése érdekében.

Miután a mérési eredmények importálásra kerültek, a mérési adatokból kiszámoltuk a színminták színpontjainak koordinátáit a CIE 1976 L*a*b* színrendszerben és ezek összehasonlítása alapján tettünk javaslatot a minták tárolására.

Gépjármű világítóberendezésének fejlesztése izzócserével

A TDK dolgozatom célja vizsgálni a különböző gyártmányú izzók mérési lehetőségeit és azok eredményeit. Az izzók típusai igen sokrétűek, emelt fényerőjű, emelt fényerőjű és emelt színhőmérsékletű izzók, amelyek természetesen rendelkeznek engedéllyel, tehát közúton is használhatók, LED-es helyettesítők, amelyek nem rendelkeznek engedéllyel (de sokan beszerelik az autójukba). A TDK dolgozatom 3 mérést vizsgál, az első a fizikai és elektromos paraméterek mérése, amelyben a gyártó által megadott adatokat (fizikai méret, valamint teljesítményfelvétel) lehet ellenőrizni. A második, már kissé érdekesebb a felkapcsoláskori áramfelvételi és fénykibocsátási karakterisztika. Az utolsó pedig a vetítési kép vizsgálata laboratóriumi körülmények között. A későbbiek során a mérések a kibocsátott fény spektrumának, valamint a színhőmérséklet mérésével fognak kiegészülni.

Signal processing for visual electrophysiology

Jelfeldolgozás elektroretinogram mérések adatsorain idő- és frekvenciatartományban. Az adatsor vizsgálata időtartományban, az időtartománybeli vizsgálat felhasználási lehetőségei az elektrofiziológiai elváltozások detektálására a látórendszerben. A Fast Fourier Transform (gyors Fourier transzformáció, FFT) eredményeként kapott frekvenciaspektrum vizsgálata, a frekvenciatartománybeli vizsgálat felhasználási lehetőségei az elektrofiziológiai elváltozások detektálására a látórendszerben. Az adathalmaz vizsgálata idő- és frekvenciatartományban wavelet transzformáció segítségével. A wavelet transzformáció kivitelezése, az eredmények felhasználási lehetőségei a látórendszer fiziológiai elváltozásainak detektálására.

TiO₂ rétegleválasztás paramétereinek optimalizálása MWAR rétegek kialakításához

A BSc képzésem 5. félévének nyarán az ELI-ALPS Lézerkutató intézetben töltöttem a kötelező 6 hetes nyári gyakorlatomat. Az ELI az európai kutatási infrastruktúrák stratégiai tervén belül valósult meg. Célja, hogy egy speciális lézerinfrastruktúra kiépítése mellett know-how és eszközök révén platformot biztosítson nemzeti, illetve nemzetközi kutatásoknak. Az optikai műhelyben végzett munkámból TDK dolgozatot készítettem és további mérési eredményekkel, és rétegleválasztásokkal szakdolgozatot fejlesztettem tovább.

Jelen dolgozatban ismertetem a fizikai rétegleválasztási technológiák (PVD) többségét és a hozzájuk kapcsolódó technológiákat. Kitérek a legfontosabb általam használt eszközök, technológiák működésére és a mérési módszerek fizikai hátterére ideértve a vákuumszivattyúkat, vákuummérőket, az ellipszometriai méréstechnikát. Az általam is használt klasszikus PVD technológiákat ismertetésére is sor kerül.

Nyári gyakorlatom során titán-dioxid (TiO₂) rétegeket vizsgáltam, melyeket három eltérő PVD technológiával hoztam létre (ellenállás hevítés, elektronágyús hevítés és magnetron porlasztás). A feladatom az egyes technológiák paramétereinek rétegtulajdonságokra gyakorolt hatásának vizsgálata, az optimális leválasztáshoz szükséges paraméterek megállapítása, illetve a rétegvastagság pontos beállítását leginkább befolyásoló paraméterek meghatározása volt. A rétegtulajdonságok mérését ellipszometriával végeztem el. A méréseimre azért volt szükség, hogy a továbbiakban SiO₂ mellett további anyagokkal is megbízhatóan tudjanak antireflexiós rétegeket készíteni, belső- illetve külsős felhasználói igényekre.

A TDK dolgozatban feltüntetett eredményeimet kizárólag a nyári gyakorlatom során végzett kísérletek elvégzésével kaptam meg. Ezeket a kísérleteket a szorgalmi időszak során további anyagok SiO₂, Ta₂O₅ és Ti₃O₅ elektronágyús leválasztása esetében is elvégeztem. Az eredményeket szakdolgozatomban ismertetem kiegészítve egy kétrétegű antireflexiós bevonat tervezésével és legyártásával. Az elkészült bevonatok reflexió karakterisztikája a várt eredményt hozta. A meghatározott technológiai paraméterek beleértve a nyári kísérleteket eredményesnek bizonyultak és a továbbiakban is használatban maradnak.

ORVOSI INFORMATIKA



**Műszaki Tudományi
Szekció**

Adaptív lakásvilágítás tervezése glaukómás felhasználó igényeit figyelembe véve

A glaucomával élő személyek számára problémát jelenthet bizonyos fényviszonyok mellett a mindennapos tevékenységek elvégzése vagy a megvilágításváltozásokhoz való alkalmazkodás. A célunk az, hogy egy konkrét példa mentén bemutatva felvázoljuk, miként lehet olyan világítást tervezni, mely mind a glaucomával élő személynek, mind a vele egy háztartásban élő ép látású családtagok számára komfortos lakókörnyezetet biztosít, miközben esztétikus, alkalmazkodik a jelen kor belsőépítészeti trendjeihez.

A téma számos aktualitással bír. A koronavírus- járvány hozadékaként egyre elterjedtebbé vált az otthoni munkavégzés intézménye. Általánosságban elmondható, hogy az otthonok alulvilágítottak világszerte. Ez a hagyományos munkarendben kevésbé jelentett problémát, hiszen akkor az otthon nagyrészt rekreációs célokat szolgált. Viszont az otthoni munkavégzés jelentős térnyerése, és ennek a munkakultúrára gyakorolt várható hosszútávú hatásai, rávilágítottak arra, hogy nagyobb hangsúlyt kéne fektetnünk a lakóotthonok ergonomikus megvilágítására.

A munka során az ép látású személyekre vonatkozó szabványokat, ajánlásokat vetettük össze gyengénlátó és glaucomás személyekkel foglalkozó tanulmányok eredményeivel. Ennek alapján készítettünk egy a lakást funkciók alapján fényszigetekre osztó világítási tervet, melyet Dialuxban modelleztünk és a modell segítségével ellenőrző számításokat végeztünk. Mivel kevés kutatás vizsgálja a glaucomás személyek látásának és a megvilágítási viszonyoknak az összefüggéseit, illetve még kevesebb tesz konkrét ajánlásokat megvilágítási szintek terén, így fontos és szükségszerű a tervezéshez a betegség mechanizmusainak megértése és a tüneteinek, szakaszainak pontos ismerete.

A tervezés során számos szempontot figyelembe kellett venni. A megfelelő világítási szintek elérése és a káprázásmentes kialakítás mellett törekedtünk arra is, hogy az új megvilágítás a meglévő szerkezetek minél kisebb módosításával kerüljön megvalósításra (pl álmennyezet, villanykapcsolók helyzete, stb) mert felmérések szerint az idősebb felhasználók gyakran nehezen fogadják el a lakásvilágításukban történő változtatásokat, még akkor is, ha azok pozitívan befolyásolják az életminőségüket.

Az emberi nyaki gerinc sérülése

A nyaki gerinc folytonossága alapvetően két típusú sérülés hatására szakadhat meg: a csigolyák törése és a csigolyák közti kötő- illetve izomszövet széthasadása miatt. Enyhébb esetekben a sérülés megbízható orvosi módszerekkel gyógyítható. Mivel azonban az emberi nyaki gerinc fő funkciói közé tartozik a gerincvelő védelme, ezért amikor az azt védő szövetek sérülnek, a gerincvelő is könnyen megsérülhet, ami súlyos következményekkel járhat, nevezetesen: csökkent idegi kontrollal, bénulással vagy halállal.

Gyakran – például autóbaleseteknél – előfordul, hogy a nyaki gerinc sérülésének mechanizmusa behatóbban nem ismert, ezért nincs lehetőség hatékony módszereket kidolgozni, amelyekkel megelőzhetnénk, diagnosztizálhatnánk vagy kezelhetnénk a nyaki gerincet érő bármely sérülést. Ezért van szükség arra, hogy részletesen vizsgáljuk a gerinc mechanikai viselkedését, olyan pontosan modellezve az egyes alkotóelemeit, amennyire csak lehetséges a jelen technikai adottságok segítségével.

A korábbi évtizedekben számos kísérleti kutatást végeztek, manapság azonban az egyik leggyakrabban alkalmazott numerikus technika, amellyel modellezni igyekeznek az emberi nyaki gerincet, a végelelemes módszer, ami betekintést nyújt a gerinc belső, mechanikai működésébe.

Nyilvánvaló, hogy a korábbi tudományos vizsgálatok számos preventív intézkedés bevezetését tették lehetővé; az autópárból hozva példát, ilyen, sérülést megelőző eszköz a biztonsági öv és a fejtámla. Ennek ellenére vannak még további jelek, amelyek különböző, a nyaki gerincet érő sérülések mechanizmusát és súlyosságát befolyásoló tényezőkre mutatnak.

Továbbra sem alkottak még meg egy olyan matematikai modellt, amely a nyaki gerinc összes – egyenként is meglehetősen komplikált – belső felépítő elemét, illetve ezek kölcsönhatását figyelembe venné; nem is beszélve a sérülést okozó környezet pontos modellezéséről.

Jelen dolgozat egy hosszabb kutatási munka első állomásának tekinthető. E munka első lépéseként az anatómiailag helyes modell megalkotása és működőképességének bizonyítása volt a célom. A csontok, porcok részek, inak és izmok bonyolult nemlineáris kapcsolatrendszerének vizsgálata egy következő feladat lesz számomra.

Élettani folyamatok paraméterbecslése mesterséges intelligencia használatával

A rák az egyik leggyakoribb halálessel végződő betegség, így visszaszorítása és korszerű kezelése súlyos népegészségügyi probléma. A jövő orvoslásának az egyik ígéretes eszköze a számítógépes terápia optimalizálás és az optimalizált terápia személyre szabása. Ehhez egy jól működő matematikai modellre és a páciens egyedi modellparamétereire van szükség. Munkám egy folyamatban lévő kutatást támogat, melynek lényege, hogy rákos egereket kezelünk kemoterápiás szerrel, majd a mérési eredmények alapján modellt illesztünk. A modell alapján generálunk egy egyedi terápiát és ezt teszteljük. Kritikus lépés a modell illesztése, hiszen ez határozza meg a terápia hatékonyságát. Tovább nehezíti a munkát, hogy kevés mérés áll rendelkezésre és az illesztési problémának is sok megoldása van, emiatt rendkívül fontos a paraméterek értékeinek megfelelő kezdeti becslése. Feladatom célja olyan neurális hálózatok létrehozása, melyek a mérési eredményekből egy megbízható kezdeti becslést adnak a modell paramétereire. Két különböző funkcióra készítettem neurális hálózatokat: az egyik a tumordinamikai modell paramétereire, a másik pedig a gyógyszer farmakokinetikai paramétereire ad becslést. Az elkészített hálózatokat nagy tartományban generált paraméterekkel leírt virtuális páciensekből származó mérésekkel tanítottam. A hálózatok, teljesítményük értékelése alapján, alkalmasak a paraméterek egy megbízható kezdeti becslésére, melyek bemenetül szolgálhatnak későbbi identifikációs algoritmusoknak (pl.: Stochastic approximation expectation maximization). Kutatásunk eredménye lehet egy piacképes orvostechikai eszköz, amely képes a terápiát személyre szabni daganatos betegek számára.

Élettani paramétereket monitorozó, viselhető orvostechnikai eszköz

A viselhető orvostechnikai eszköz célja, hogy az emberek egészségi állapotának vizsgálatával egészségesebbé, jobbra tegyék a mindennapi életet. Jelen TDK dolgozat egy újszerű, eddig ilyen komplexitásban nem alkalmazott eszközt mutat be – egy fűthető kesztyűbe varrt szenzorrendszert. Az eszköz különféle élettani paraméterek monitorozására alkalmas – mint a véroxigén-szint, pulzus, bőrhőmérséklet és külső hőmérséklet, aktivitás, vagy a stressz-szint. Ezen paraméterek korrelálnak egy bizonyos autoimmun betegség, nevezetesen a Raynaud-szindróma esetében. Ez egy perifériás keringési rendellenesség, melynek fennállása esetén a hajszálerek olyannyira összeszűkülnek vagy elzáródnak különböző autoimmun folyamatok miatt, hogy azokba nem tud vér folyni. Ekkor oxigénhiányos állapot jelentkezik az érintett területeken, ami hosszú ideig fennállva akár sejtkárosodáshoz, sejtelhaláshoz is vezethet. Ezt megelőzendő, az élettani paramétereket monitorozó kesztyű a fűtési tulajdonságát kihasználva tud közbeavatkozni a keringés fenntartása érdekében. Mivel a jelenség nem csupán hőmérséklet, hanem stressz-szint függő is, így a dolgozatban ismertetett módszer segítségével összefüggéseket lehet feltárni azzal kapcsolatban, hogy milyen körülmények között jelentkezik a jelenség, milyen gyakorisággal és milyen súlyossággal. Ehhez egy valószínűségi alapokon működő modellt használok fel, ami a mért élettani paraméterek alapján képes az összefüggések megállapítására.

Mindemellett, az eszköznek diagnosztika felállítását támogató funkciója is van: Raynaud-szindrómás betegeknél a tünetek és a szervezetben a háttérben álló folyamatok különbözőek lehetnek, melyeket több vizsgálat elvégzésével lehet megállapítani. Létezik elsődleges és másodlagos Raynaud-betegség, melyek megkülönböztetésében ez a viselhető orvostechnikai eszköz is támogató szerepet játszhat. Ezen felül - a kesztyű szenzorrendszere által megfigyelhető betegségek palettáját bővítve -, a bevarrt gyorsulásérzékelő képes az ujjak finomremegését is érzékelni, ami a Parkinson-kórnak lehet egy korai tünete. Ezen szenzor további tulajdonságát kihasználva, elesésdetektálást is megvalósítottam a rendszerben. Ez a funkció szintén az idősebb korosztálynak nyújthat segítséget azáltal, hogy értesítést, riasztást küld a megadott hozzátartozónak. Így az időskori balesetek következményeinek csökkentésére is alkalmas.

Hat hónapos csecsemők agyi MRI felvételeinek atlasz alapú szegmentálása

Nagy kihívást jelent, hogy a körülbelül hat hónapos csecsemők agyáról készült MRI felvételeken a különböző agyi szövetek színei nagyon közel állnak egymáshoz, így nagyon nehéz szegmentálni őket, humán szakembernek és automatikus algoritmusnak egyaránt. Jelen dolgozat egy olyan módszert és annak kihívásait valamint eredményességét mutatja be, mely egy statisztikai térképet épít fel a tanulási adatokból. Egy új csecsemő agyi felvételeinek szegmentálása során a felépített térkép meg tudja mondani minden képpontról, hogy az más csecsemők agyában milyen valószínűséggel tartozik egy adott szövethez. Amikor egy gépi tanulási eljárást megtanítunk az agyi felvételek színek alapján történő szegmentálására, az előzetesen megalkotott statisztikai térképpel többlet információt adhatunk az algoritmus számára. Ennek alapján az osztályozó pontosabban meg tudja határozni a képpontok különböző szövetekhez tartozását. A dolgozat több osztályozó algoritmus esetében bizonyítja az atlasz előnyeit.

SZUJÓ SZONJA KRISZTINA

szonja.szujo@gmail.com

Széchenyi István Egyetem

Gépészmérnöki, Informatikai és Villamosmérnöki

Kar

Témavezetők:

Dr. Lilik Ferenc

mesteroktató, SZE GIVK

Dr. Nagy Szilvia

egyetemi tanár, SZE GIVK

Intelligens orvosi diagnosztikai támogató rendszer fejlesztése /Objektum lokalizálása CT felvételeken képfeldolgozási módszerekkel/

OTDK dolgozatomban témájaként az orvosi diagnózist segítő intelligens rendszerek fejlesztésének kutatását választottam. Egy, a témával foglalkozó kutatócsoport tagjaként olyan képfeldolgozási és programozási szempontból fontos problémával foglalkozom, amely több szempontból is nagy kihívást jelent a CT felvételek képfeldolgozással való elemzésénél. Az orvosi diagnosztika területén jelenleg alkalmazott és fejlesztés alatt álló rendszerek egyrészt pontatlanok és gyakran tévednek, megbízhatóságuk a kívánalmaktól még távol áll, másrészt az alkalmazott módszerek elégtelenül publikáltak, azokat a gyártók üzleti titokként kezelik.

Kutatásom fő területe a májról készült komputertomográfias felvételeken található elváltozások lokalizálására alkalmas algoritmus, ez alapján pedig szoftver fejlesztése. Ennek megoldása több szempontból is nehézségekbe ütközik, hiszen a CT felvételek erősen zajosak, a keresett objektumok sokszor elmosódtak, életlenek és változó a homogenitásuk, alakjuk, méretük, színük és denzitásuk. E tényezők miatt igen nehéz olyan egységes kereső algoritmust alkalmazni, amely minden variációt lefed, hiszen ezek az elváltozások minden esetben egyedi. A probléma megoldására olyan képfeldolgozási módszerekkel dolgoztam, az állítható paraméterek olyan értékeit kerestem és olyan szűrőket implementáltam, melyek áthidalni hivatottak ezeket a nehézségeket. Emellett a képfeldolgozásban is használatos matematikai és jelfeldolgozási eljárásokat használtam fel az algoritmus fejlesztése során, például a Hesse-mátrixot, a szuperpixelek módszerét, illetve a Gauss-szűrőt. OTDK dolgozatomban ezeket az eljárásokat és az alkalmazható szoftver fejlesztését szeretném részletesen bemutatni.

Kutatásom hosszútávú célja, hogy megoldást találjak a CT felvételeken található májelváltozások biztos és pontos megtalálására, és a beazonosított elváltozásokra további képfeldolgozási módszerekkel elemző programot írjak az orvosi igényekre szabva.

Kiváltott agyi válaszreakciókat érzékelő rendszer fejlesztése

A Természettudományi Kutatóközpont Összehasonlító Pszichofiziológiai Kutatócsoportjának munkatársai célul tűzték ki egy olyan EEG fejpánt fejlesztését, mely középutat képez az orvosdiagnosztikai eszközök, és az egyszerűbb piaci megoldások között, melynek fókuszában a motoros kéreg megfigyelése és agy-gép interfész alkalmazásokban való felhasználása áll. A csoporton belüli kutatómunkám célja az elkészült noninvazív elektroencefalográfiás (EEG) fejpánt képességeinek vizsgálata, kísérletek tervezése és megvalósítása, eredmények értelmezése és a kapcsolódó új funkciók és javítások megvalósítása. Az eddigi munkának következő jelentős mérföldköve az iparágban minőséget jelző P300-as kiváltott agyi válaszreakció megfigyelése, amelyhez vezető munkát dolgozatomban bemutatom.

Munkám során bekapcsolódtam a prototípus fejlesztésébe, megismerkedtem az agy elektrofiziológiai folyamataival, az elektroencefalográfia gyakorlati mérési és kísérleti módszereivel. Korábbi TDK dolgozatomban kijelölt továbbfejlesztési irányt követtem, az agymodell után valós körülmények között is megkísérleltem P300-as agyi válaszreakció kimutatását. Ennek érdekében több kiváltott agyi válaszreakció mérésén keresztül, a kísérleti eredményeket értelmezve meghatároztam a kezdeti sikertelenségek forrását. Módosítottam az elkészült prototípust és szoftver környezetet, illetve javaslatokat tettem további fejlesztésekre.

TDK munkám során elvégeztem a kitűzött, már előző dolgozatomban is vázolt P300 kísérletet. Az eredmények elmaradtak az előzetesen vártakhoz képest, ezért a probléma további okát vizsgálva és feltárva, módosítottam az elektróda elrendezést. Steady state visually evoked potential (SSVEP) majd Visually evoked potential (VEP) agyi válaszreakciók megfigyelésén keresztül azonosítottam a probléma valódi forrását. Eredményeim alapján javaslatot tettem egy teljesen új alapokra helyezett szoftver környezet software development kit (SDK) létrehozására. Az elkészült SDK-t felhasználva és az új elektródaelrendezéssel már sikeresen ismételt meg a kísérleteket.

Munkám hosszú távú célja a kutatócsoport fókuszában lévő agytevékenységekre való alkalmazhatóság vizsgálata és az ehhez szükséges kísérletek és fejlesztések megvalósítása, ezáltal a csoport tagjaként elősegítve a kitűzött cél elérését.

Vesecsere programokban használt algoritmusok programozása és elemzése

A TDK dolgozat áttekinti a nemzeti- és nemzetközi vesecsere programok működésének folyamatát, különös tekintettel az alkalmazott optimalizációs algoritmusokra, majd ismerteti a European Network for Collaboration on Kidney Exchange Programmes (ENCKEP) nemzetközi együttműködést. A dolgozat fő témája az ENCKEP keretében fejlesztett vesecsere programok működését szimuláló szoftver optimalizálásért felelős komponensének fejlesztése. A TDK munka kereteiben többek között a vesecsere programokban használt optimalitási kritériumok algoritmusainak kidolgozása és implementációja valósul meg. Továbbá a dolgozat bemutatja a kutatás során kifejlesztett, vesecsere programokban használt több-kritériumos optimalizáló algoritmusok implementációját egészértékű programozással, Python programozási nyelv és PuLP keretrendszerek használatával.

A dolgozat ezt követően ismerteti az egyik legnagyobb európai vesecsere programban, az Egyesült Királyság vesecsere programjában használt optimalizációs irányelv működésének elemzését a fejlesztett szimulációs szoftver segítségével. Ennek során a megvalósított új kiértékelő funkciók használatával a kutatás megvizsgálja, hogy a vesecsere program hosszú távú működése során a különböző optimalitási kritériumok mekkora befolyással bírnak a végrehajtott transzplantációk számára és minőségére vonatkozóan. Az eredmények kiértékelése során a TDK munka különös hangsúlyt fordít a ritka immunológiai profillal rendelkező betegek figyelembevételére.

A dolgozat végül összegzi, hogyan lehet a kapott eredmények elemzésével gyakorlatban hasznosítható, fontos információkat szolgáltatni azoknak a döntéshozóknak, akik ezek alapján javíthatnak a nemzeti- és nemzetközi vesecsere programokban alkalmazott együttműködési- és optimalizációs irányelveken. A kutatás célja tehát a vesecsere programok hatékonyságának növelése minőségi és mennyiségi szempontok figyelembevételével.

ORVISTECHNIKAI ANYAG- TUDOMÁNY



**Műszaki Tudományi
Szekció**

A csontvégek szivacsos szerkezetének mechanikai vizsgálata

Csontjaink állandóan fejlődő, strapabíró szervek. Mint azt a mindennapos tevékenységeink alapján tudjuk, jól bírják az ismétlődő terhelést, megfelelően szívós anyagból épülnek fel. Aktív kötőszövetből állnak, azaz a csontot felépítő szövetek folyamatosan lebontódnak, regenerálódnak, (7-10 év alatt teljesen kicserélődnek), ezért idővel nagyobb terheléshez is képesek alkalmazkodni. Így válik képessé a súlyemelők szervezete nagyobb súly viselésére. A Földre visszatérő asztronauták pedig a hosszú súlytalanságban töltött idő után saját testsúlyukat sem képesek megmozgatni, újra kell tanulniuk járni. A csontok alakja, felépítése nem véletlen: a legkevesebb anyagból a legkedvezőbb mechanikai tulajdonságot kell biztosítaniuk. Ismert, hogy a biztonsági tartalékuk kicsi. A hosszú csontoknál a végek kicsit vastagabbak, ugyanis itt csatlakoznak az inak. A terhek a csontok végeinél adódnak át egyik csonttól a másikra. A csont középrészének felépítése belül üreges, kívül tömör csontszövet alkotja. A csontvégeket kívülről vékonyabb tömör csontszövet alkotja, a belső üreges részt viszont sok kis gerendácska tölti be, amik közvetítik az őket érő terhelést a csontközépre.

A tanulmány hipotézise, hogy a csontvégek nemcsak az anyagfelhasználás minimalizálása miatt alakultak ki gerendás módon a tömör helyett, hanem ezen felépítés kedvezőbb az esetleges törések szempontjából is, mivel ebben a struktúrában nehezebben alakul ki átmenő rideg törés. A hipotézist két-dimenziós numerikus modellekkel vizsgáltam: készült egy tömör és egy, a tömör modellben számított főfeszültségi trajektóriákat követő, hálós felépítést szimuláló rúdmodell. A vizsgálat során fokozatosan növekvő erővel terheltem a csontvégeket, és a törésképeket, alakváltozásokat vizsgáltam. A vizsgálatok eredménye azt mutatja, hogy a csontközép és a csontvégek egymáshoz viszonyított méretei érdemben befolyásolják a kialakuló törésképet. A hipotézist igazolja, hogy a hálózatos struktúra duktilitása szignifikánsan nagyobbak adódtak, mint a tömör elrendezése.

Biológiai szeparációs műveletekre alkalmazható mágneses nanorészecskék szintézise és jellemzése

TDK dolgozatom során szonokémiai eljárással kombinált égetéssel állítottam elő szuperparamágneses vas-oxid nanorészecskéket. Munkám során vas (II)-acetát és vas (III)-citrát prekursorokat használtam fel, melyet 400 g/mol molekulatömegű polietilén-glikolban (PEG 400) diszpergáltattam egy nagy hatékonyságú ultrahangos technikával (Hielscher homogenizátorral). Az ultrahangos kezelés közben megfelelő mennyiségű tetraetil ortoszilikáttal (TEOS) adtuk a vas (III)-citráthoz, amellyel biztosítottuk a SiO_2 képződését a mágneses részecskék mellett. A PEG alapú diszperziót hevítve elégettem a poliot, mellyel létrehoztam a szilíciumdioxiddal burkolt mágneses nanorészecskéket. Az előállított mágneses részecskéket jellemeztem nagyfelbontású transzmissziós elektronmikroszkóppal (HRTEM), röntgendiffrakcióval (XRD) és infravörös spektroszkóppal (FTIR). A nanorészecskékből vizes közegű diszperzió sorozatot készítettem a SiO_2 tartalom módosításával annak érdekében, hogy megvizsgáljam hozzájárul-e a stabilitás növeléséhez a TEOS alkalmazása. Tervezem megvizsgálni a stabilizálási lehetőségeket egyéb polimerek és felületaktív anyagok alkalmazásával. Az előállított részecskéket DNS tisztítási műveletekben szeretném vizsgálni. A DNS jól adszorbeálódik mágneses részecskék felületén, ennek köszönhetően mágneses tér alkalmazásával elválasztható az egyéb folyadék fázisban levő nem kívánatos szennyezőktől (elroncsolt sejtalkotóktól). DNS izolálását és a mágneses szeparációs folyamatokat a Kémiai Intézet biológiai laboratóriumában, *Escherichia coli* baktérium törzsből tervezem elvégezni.

Csípőimplantátumok és bevonataik végeselemes modellezése

A csípőimplantáció a második leggyakrabban elvégzett operáció az ortopédiai sebészetben a térdimplantációt követően. Manapság amellet, hogy egyre növekszik a szükséges műtétek száma már nem csak az idősebb korosztály szorul rá a beavatkozásra, hanem széles körben válik szükségessé az alkalmazása a fiatalabb korosztálynál is. Ez utóbbi azonban kiemelkedő jelentőségű probléma, mivel ezen protézisek átlagos élettartama mindössze 15 év, a revíziós műtétek pedig jóval nagyobb kockázattal járnak, mint az első beültetés.

A tönkremenetel oka lehet az implantátum kilazulása, vagy annak törése is. Az implantátum szárrészének törése esetén különösen kritikus a bennmaradó protézis rész eltávolítása, általában ez a combcsont törésével valósítható meg, amely nem csak kellemetlenségekkel, hanem hosszabb gyógyulási idővel is jár a páciens számára. Így a tervezésben elsődleges cél ennek megelőzése.

A fiataloknál jellemzően cement nélküli rögzítésű protéziseket alkalmaznak, melyek stabilitását az implantátum bevonata és a környező csontszövet integrációja biztosítja. Így a bevonat minősége döntő szerepet játszhat az implantátum tönkremenetelében, emellett korábbi kutatások rávilágítottak arra, hogy a bevonatos implantátumoknál statisztikailag nagyobb a törés esélye. Ennek pontos oka azonban még nem ismert. Jelen munka célja, hogy rávilágítson arra az összefüggésre, hogy a különböző bevonatok miként hatnak a törési tulajdonságokra. Ennek vizsgálatát a gépészeti tervezésben széles körben alkalmazott végeselem analízis segítségével szimulációkon keresztül végeztem.

A szimulációkat többféle alapanyagból és többféle bevonattal készült 3D modelleken vizsgáltam, a tulajdonságokat aszerint megválasztva, hogy azok leginkább tükrözzék a jelenleg piacon kapható legnépszerűbb modelleket.

A kiértékelést a különböző modelleken keletkező feszültségek összehasonlításával végeztem, aminek segítségével megállapítottam, hogy milyen hatással vannak a különböző bevonatok az egyes alapanyagokból készült implantátumokra.

BORHY LEVENTE
borhy.levente@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gépészmérnöki Kar

LEVELES BORBÁLA
levelesb@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gépészmérnöki Kar

Témavezetők:
Kemény Alexandra
doktorandusz, BME GPK
Károly Dóra
tanársegéd, BME GPK

Élet korona nélkül

A fogászatban a fogtömések alkalmazása ma már mindennapos rutineljárásnak számít. Az eljárás alapja, hogy szintetikus polimer vagy kerámia anyagok bejuttatásával és beragasztásával kipótoljuk a fog hiányzó részeit. A fogtömések használatának célja a fogszuvasodás vagy trauma által okozott fogkárosodások helyrehozatala, mind funkcionális, mind esztétikai szempontból. Ezek a fogtömések többnyire anyagukban kötnek a fogüreg falához. Mivel ez az eljárás lényegesen olcsóbb, egyszerűbb, kisebb egészségügyi követelményekkel jár, gyorsabban gyógyuló és kevésbé fájdalmas, mint a fogimplantátum behelyezése, ezért a legtöbb esetben érdemes inkább fogtömést alkalmazni.

Az egyik legnagyobb probléma azonban a fogtömésekkel, hogy a kifűrt üreg és a tömés között rés keletkezhet térhálósodás után. A szilárd polimer, kerámia vagy kompozit tömés a fogtól eltérő hőtágulási tulajdonságaik miatt zsugorodhatnak, és emiatt a fogbelet elérhetik és károsíthatják a szájüregben lévő baktériumok és újabb tömést vagy koronát kell készíteni.

Kutatásunk során fogorvosok által szakszerűen elkészített, innovatív fogtöméseket vizsgálunk, amelyekkel várhatóan kiváltható lehet a fogkorona használata. Ezek a speciális tömések üvegszállal erősített polimer kompozitból készülnek. Újszerű beragasztási módszerrel készítik el a végleges fogtömést, amellyel sokkal nagyobb terhelőerők vehetők fel a normál töméshez képest. Az üreg formájára mintázott kompozit tömést kiveszik, majd üvegszálas paplan alábélést helyeznek be különböző típusú ragasztókkal. Ezzel biztosítható a tömés és a fog közötti rugalmas, szilárd és tartós kapcsolat.

Az elkészített töméseket korábban kihúzott fogakba készítették el a szakemberek, amelyekből rögtön próbatesteket vágtunk mérésekhez. A mintakészítés során a fogtöméssel ellátott fogakból gyémánttárcsás vágással metszeti darabokat készítettünk, amelyeken elvégeztük az optikai és roncsolásos vizsgálatokat.

Vizsgálataink során megfigyeljük sztereomikroszkópos eljárás segítségével, hogy van-e rés a fogüreg fala és a fogtömés között, illetve mekkora mértékű az. Ezek után szakítóvizsgálattal megfigyeljük a fogtömés és a fog közötti adhézió erősségét húzó igénybevétel hatására. Ehhez előzetesen terveztünk egy egyedi befogószerzőt a szakítógépbe, hogy a kisméretű fog mintákat ne törje össze a gép befogáskor. Ezeknek az méréseknek az eredményeivel megállapítható az egyes ragasztók minősége, és kiválasztható a legjobb módszer a nagyobb méretű fogtömések beragasztására.

Ín szakadásának végeselemes szimulációja

A mozgás az emberi életforma szerves része, amihez elengedhetetlen a mozgásszervrendszer megfelelő, egészséges működése. Károsodás esetén az eredeti állapot visszaállításához azonban szükséges a rendszer viselkedésének beható ismerete, amelyhez hozzátartozik a különböző biológiai szerkezeti elemek mechanikai viselkedésének ismerete is.

A dolgozat célkitűzése az ín szakítóvizsgálat mérését modellező szimulációs módszer kidolgozása, továbbá a mérés eredményeinek, és a szálak anyagra vonatkozó elméleti eredmények validálása, különös tekintettel a tönkremeneteli szakaszra. Az inat alkotó egyes szálak mechanikai tulajdonságai jelentős mértékben eltérnek, ezért statikus szakítás esetén az anyag nem hirtelen megy tönkre, hanem több lépcsőben, ahogy az egyes szálcsoportok elpattannak. A dolgozat fő célja ennek a viselkedésnek a modellezése, majd a korábbi eredményekkel történő összevetése.

A modellalkotáshoz in-vitro mérések eredményeit és az összetett szálak anyagok viselkedését leíró szálköteg modelleket veszem alapul. Ezt követően végeselemes szimuláció segítségével, különböző módszerekkel közelítem a valóságos szakadási folyamatot. A szálak anyagparaméterei egy eloszlásfüggvény segítségével adhatók meg, így közelítve a valóságot. A megoldáshoz használt módszer lényege, hogy a szálak szakítószilárdságát tapadási súrlódáshoz hasonló kontaktszilárdsággal közelítem, praktikusán két külön testként vizsgálom a szálköteget. A szálak szerkezet miatt sztochasztikusnak tekinthető viselkedés megfelelő modellezésével lehetséges a korábbi in-vitro eredmények validálása. A sok hasonlóságot mutató ízületi szalagok vagy a műszaki gyakorlatban egyre inkább elterjedő szálerősített kompozitok vizsgálata során is alkalmazható lehet ez a módszer.

SZALAI ENIKŐ

szalai.eniko@vetesi.hu

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Gépészmérnöki Kar

Témavezetők:

Dr. Sződy Róbert

főorvos, Országos Traumatológiai Intézet

Dr. Borbás Lajos

professor emeritus, Edutus Egyetem

Dr. Váradi Károly

professor emeritus, BME GPK

Kiterjedt csonthiányos környezetben alkalmazott vápakosarak rögzítését szolgáló csavarok végeelem vizsgálata

A tanulmány ortopéd csavarok viselkedését vizsgálja, melyeket kiterjedt csonthiányos környezetben alkalmaznak revíziós vápakosarak rögzítésére.

Erre a feladatra jelenleg hagyományos, gömbfejű ortopéd csavarokat használnak, melyek a beépítési környezetben az összetett terhelések hatására néhány vizsgált páciens esetében tönkrementek.

A tanulmány elkészítésének célja a vápakosarak rögzítésére alkalmas, kereskedelmi forgalomban is kapható ortopéd csavarok tanulmányozása volt egy olyan egységes modell- és szimulációs környezet kialakításának a segítségével, amely alapján a rögzítéskor szóba jövő alternatívák egyértelműen összehasonlíthatók.

A kapott eredményeknek megfelelően megállapításokat tettem arra vonatkozóan, hogy bizonyos terhelések esetén, kiterjedt csonthiányos környezetben, a vápakosár rögzítésére a vizsgált ortopéd csavarok közül (azok elsődleges stabilitására nézve) melyek a legalkalmasabbak.

Koszorúersztent bevonatok fejlesztési lehetőségei

Kutatásom célja volt 15 db 316L anyagú acél lapka felületkezelésének elvégzése, illetve azok PLA-val való bevonása. Dolgozatomban először felületmódosításokat végeztem három különböző módszer alapján. A kezelések eredményességét tömegméréssel, pásztázó elektronmikroszkóp és konfokális mikroszkóp segítségével, illetve tribológiai mérésekkel vizsgáltam. Ezt követően elvégeztem a polimer bevonat felvitelét a 316L anyagú acél lapkákon és megmértem annak vastagságát is. A vizsgálatokat először a felületkezelésekkel kezdtem, melyhez három az irodalomban is megtalálható módszert alkalmaztam. A SEM vizsgálatok alapján a felületkezelések sikeresek voltak, amely eredményeket a tömegmérés is alátámasztott. A felületkezelések hatására módosult a felszín és szép egyenetlen felületet sikerült létrehozni. Ezután konfokális mikroszkóp segítségével vizsgáltam a felületi érdességet. A kapott adatok alapján a kezeletlen lapkákhoz képest a királyvízzel maratott minták esetében lett a legnagyobb az átlagos felületi érdesség, míg a legkisebb a polírozott minták esetében. A felületkezelések után elvégeztem a minták bevonatolását automatizált módon, majd ismét megmértem azok felületének érdességét. A legegyenletesebb felületet a királyvízzel kezelt, munkadarab adta, ezt követte a Vilelász, majd a polírozott felszínre felvitt PLA érdessége. A sajátbevonat vastagságának mérését szintén konfokális mikroszkóppal állapítottam meg, amelyre eredményül $10,45\mu\text{m}$ -t kaptam. Irodalmi értékek alapján a bemártásos technológiával elérhető rétegvastagság-tartomány $0,1\text{--}150\mu\text{m}$. Így az általam előállított $10,45\mu\text{m}$ megfelel ezen elvárásoknak. Végül elvégeztem a minták mechanikai (tribológiai) vizsgálatát, mely során a bevonattapadását, illetve a súrlódási erőt és tényezőt mértem. A bevonattapadás vizsgálata alapján azt kaptam, hogy a Vilelászal kezelt lapkák felületére felvitt polimer volt a legellenállóbb és stabilabb, míg a kezeletlen, de polimerrel bevont minták esetében volt a bevonat a legkevésbé ellenállóbb. Ezen eredmények alapján látszik, hogy a megfelelő felületkezelés javíthatja a bevonattapadás minőségén. A súrlódási erő mérésénél a legnagyobb súrlódási erő az elektropolírozott polimerrel bevont lapkák esetében volt a legnagyobb, míg a legkisebb a királyvízzel kezelt polimerrel bevont lapkák esetében volt.

POLIMER ANYAGTUDOMÁNY ÉS VIZSGÁLAT



**Műszaki Tudományi
Szekció**

KOCSIS GERGELY
kocsisgergo98@gmail.com

Miskolci Egyetem
Gépészmérnöki és Informatikai Kar

PAPP SZONJA
szony97@gmail.com

Miskolci Egyetem
Gépészmérnöki és Informatikai Kar

*Témavezető:
Vadászné Prof. Dr. Bognár Gabriella
intézetigazgató, egyetemi tanár, ME GÉIK*

CNT adalékolt kenőanyag viszkozitásának vizsgálata

A dolgozat célja olyan két komponensből álló kenőanyag viszkozitásának mérése és viszkozitási modell felállítása mérések alapján, melyben nanoméretű CNT szemcsék egyenletesen szétoszlalva (diszpergálva) vannak jelen glicerín alapfolyadékban. A 95%-os tisztaságú glicerint megvásároltuk, a CNT nanorészecskéket a Miskolci Egyetem Anyagtudományi Karának Kémiai Intézetében állították elő. A viszkozitásmérés rotációs viszkozitásmérővel történt.

A glicerín és szén nanocsövek különböző arányú keverékének viszkozitását elemeztük a hőmérséklettől és a nyírási sebességtől függően. Megállapítottuk, hogy a glicerín nyírófeszültsége egyenesen arányos a deformációsebességgel. Ha a kenőanyag CNT nanorészecskéket tartalmaz, akkor a dinamikai viszkozitás pszeudoplasztikus jelleget mutat. A nyírófeszültség-nyírási sebesség hatványtörvényszerinti összefüggésében a kitevő a hőmérséklet növelésével csökken. Az összefüggések számszerűsítésére hőmérséklettől függő viszkozitás modellt állítottunk fel.

EPDM gumi újrahasznosítása extrúziós devulkanizáció útján

Korunk egyik égető, régóta megoldatlan problémája az elasztomer alapú hulladékok kezelése. Ezen anyagcsaládban az etilén-propilén-dién-monomer (EPDM) guminak gyors ütemben növekvő piaci részesedése miatt kitüntetett szerepe van. Jelenleg ez a legelterjedtebb szintetikus gumifajta, amelyet nem gumibroncs-gyártáshoz használnak. A gumi újrahasznosítás legelterjedtebb formái már a 19. században megjelentek. Ezen módszerek azonban a polimerláncok jelentős degradációját okozzák, ezáltal gyengébb minőségű termékek állíthatók elő az újrahasznosított alapanyagból. A vulkanizált gumik tulajdonságai jelentősen függenek az alkalmazott vulkanizációs technológiától, továbbá nagyban befolyásolják azok újrahasznosíthatóságát. Ezért a valódi megoldást sokan a devulkanizációban látják. Az anyagában történő újrahasznosításhoz az elasztomer térhálóját kialakító keresztkötések felbontása szükséges a főlánc megbontása nélkül.

Egy olyan környezetbarát folyamat fejlesztése a cél, amely során gumihulladékból az ipar számára hasznos anyagot állítunk elő. Kutatók több devulkanizációs módszert is feltártak már, amelyek közül az extrúziós megoldás azért emelkedik ki, mert folyamatos üzemű és rendkívül termelékeny. Ezzel a technológiával lehetséges olyan devulkanizátumok előállítása is, amelyeket primer nyersanyaghoz 20-40%-os tömegarányban keverve csupán minimális mechanikai tulajdonságromlást tapasztalunk. Az extrúzió a termomechanikai devulkanizációs eljárások közé tartozik: a gumi anyagában nyíróerők segítségével eltérő nyúlás keletkezik a kén-kén, a kén-szén, valamint a szén-szén kovalens kötésekben, ezáltal szelektíven bonthatók a kéntartalmú térhálókötések.

A kutatás során EPDM alapú gumikeveréket használtunk, amelyben a kaucsuk 54 tömeg% etilént, 41,5 tömeg% propilént és 4,5 tömeg% etilidén-norbonént tartalmazott. Az újrahasznosítás szempontjából fontos, hogy a keresztkötések a főláncban jelenlévő kötésekénél kisebb kötési energiával rendelkezzenek. Csak így lehetséges a térhálókötések szelektív bontása, ezért kutatásunk során csak kénes vulkanizátumot vizsgáltunk. Eredményeink kiértékeléséhez a Horikx-analízist alkalmaztuk, ami a szakirodalomban a legelterjedtebb módszer a devulkanizáció hatásosságának megállapítására.

Az eredmények, hasonlóan a szakirodalmakhoz, jól bemutatják a gumi térhálósűrűségének jelentős mérékű csökkenését, valamint arra enged következtetni, hogy az általunk használt extrúziós kezelés igen jól használható egy EPDM gumi devulkanizációjához.

Femtosekundumos lézerrel létrehozott mikrostruktúrák hatása polimer termékek mechanikai tulajdonságaira

Dolgozatom egyik fő pontja a polimer ömledék viselkedése és a szerszámgyártási technológia közötti kapcsolat tanulmányozása. Kutatásom gerincét egy speciális kísérleti fröccsöntő szerszám adja, amely szabványos próbatestek gyártására alkalmas.

Az említett szerszám aktív elemének felületére, két egymástól eltérő mikrostruktúrát hoztam létre, amelyek különböző hatást gyakorolnak az ömledékfront áramlására, ezen keresztül a hőátadási viszonyokra. A struktúrákat femtosekundumos lézer segítségével állítottam elő, majd ezt követően a formabetétet felhasználva kísérleti próbatesteket gyártottam. Végül ezeken a kísérleti próbatesteken mechanikai vizsgálatokat végeztem, majd az összehasonlító méréseken alapuló konzekvenciákat vontam le.

Gumi próbatest mechanikai hiszterézis tulajdonságának numerikus modellezése

A gumiból készült ütközőknek térfogategységre vonatkoztatva rendkívül nagy az energiatároló képessége, ezért előszeretettel alkalmazzák olyan helyeken, ahol nincs nagy hely, viszont nagy erőknek vannak kitéve. Ezen termékek tervezése és fejlesztése során számos vevői igényt kell kielégíteni a mérnököknek, melyek közül a legfontosabb a termék nyomó igénybevételre adott erősen nemlineáris erő-elmozdulás karakterisztikája. Ezen tervezési feladat megoldására a napjainkban elérhető végeselemes szoftverek és a hiperelasztikus anyagmodellek megfelelőnek bizonyultak. A megfelelő pontosságú szimulációs eredményekhez azonban szükséges az anyagmodellek paramétereinek meghatározása az alapanyagon végzett mérési eredmények alapján. Jelen dolgozat több anyagmodell illesztését és összehasonlítását végezte el az MCalibration nevű szoftver alkalmazásával, melyek közül végül kiválasztásra került az anyag nemlineárisan rugalmas viselkedését legjobban közelítő modell. A gumi mechanikai hiszterézis tulajdonságának leírása azonban egyik modell sem alkalmas. Mivel azonban a végeselemes vizsgálatokhoz alkalmazott ANSYS szoftveren belül nem áll rendelkezésre megfelelő anyagmodell ezen tulajdonság leírására, ezért jelen kutatás célul tűzte ki a Mullins károsodást leíró Ogden–Roxburgh modell alkalmasságának vizsgálatát a hiszterézis hurok leírására. Végül az így illesztett anyagmodell verifikálása a próbatest nyomóvizsgálatára felépített végeselemes modell segítségével történt.

Kőolaj alapú polimerrel szennyezett biopolimerek komposztálhatóságának vizsgálata

A polimerek megjelenése óta az előállításuk és a felhasználásuk a többszörösére növekedett, ezáltal a polimer termékekből keletkező hulladékok száma is megsokszorozódott. Napjainkban egyre nagyobb problémát jelent, hogy a kőolaj alapú polimer termékek életciklusuk végén nem bomlanak le, így a növekvő hulladéktermelés gondot okoz a környezet számára. Az utóbbi években a kőolaj források csökkenése és a környezetszennyezés miatt egyre nagyobb igény van megújuló erőforrásokból előállított, környezetbarát alkotóelemekre bomló termékek gyártására. Ennek köszönhetően egyre több kutatás foglalkozik a fosszilis tüzelőanyagoktól mentes biopolimer alapanyagok fejlesztésével, amelyek életciklusuk végén megfelelő komposztálási körülmények között lebomlanak.

A biopolimer hulladékoknak is fontos a szelektív gyűjtése, és a megfelelő kezelése. Azonban a szelektív hulladékgyűjtés még nincs felkészülve a szeparált gyűjtésre, így a hulladékaramban összekeveredhetnek a különböző típusú polimerek. A szennyezőanyagok jelenléte számos problémát okozhat a polimer keverékek későbbi felhasználása és a komposztálás során. A biológiailag nem lebomló anyagok miatt romlik a komposzt minősége, valamint jelentősen megnőhet a hulladékok feldolgozásának ideje és költsége.

Mindezek alapján jelen dolgozat célja a biopolimer hulladékokban jelenlévő szennyezők komposztálhatóságra gyakorolt hatásának vizsgálata, a komposztálás során felmerülő problémák elemzése. Munkám során a különböző arányú politejsav (PLA) és poli(etilén-tereftalát) (PET) keverékekből készült fóliák biológiai úton történő lebonthatóságát vizsgáltam komposztálási körülmények között. A kutatás során optikai mikroszkóp segítségével megfigyeltem a minták bomlása során végbemenő felületi változásokat. Termogravimetriás analízist és differenciális pásztázó kalorimetriás méréseket végeztem annak érdekében, hogy minél átfogóbb ismereteket szerezzek a degradáció miatt végbemenő anyagszerkezettani változásokról. Az eredmények alapján azt tapasztaltam, hogy a nagyobb szennyező (PET) tartalmú minták nehezebben, vagy egyáltalán nem bomlottak le.

LENNERT JÓZSEF RICHÁRD

lennert.jozsef.richard@gmail.com

Szegedi Tudományegyetem

Mérnöki Kar

Témavezető:

Dr. Sárosi József

egyetemi docens, SZTE MK

Műanyagipari gyártástechnológiák vizsgálata az ütőmunka tükrében

Pályamunkám fröccsöntéssel és FDM 3D nyomtatással készült próbatestek vizsgálatáról szól. Az említett technológiákat az ütőmunka mellett néhány egyéb szempont szerint is összehasonlítom. A megfelelő összehasonlítás érdekében 3 olyan hőre lágyuló műanyagot választottam ki, amelyek mind a két technológia esetében elérhetők. A 3D nyomtatás esetében külön vizsgálom a nyomtatás irányának, az alkalmazott rétegvastagságnak és az alkalmazott kitöltésnek az ütőmunkára gyakorolt hatásait. A pályamunkám végén összegzem azokat a következtetéseket és tapasztalatokat, amelyek a kutatómunka jelenlegi állapotában már rendelkezésre állnak.

Nagy energiájú sugárzással kezelt gumiőrlemény alkalmazhatósági lehetőségei gumikeverékekben és hőre lágyuló polimerekben

Napjainkban az előállított és felhasznált természetes és szintetikus gumik mennyisége növekvő tendenciát mutat, amely elsősorban az autóipar jelentős fejlődésének tudható be, amely az iparág jelentős részét lefedi. A termékek (elsősorban gumiabroncsok) iránti megnövekedett igényel azonban a keletkezett hulladék mennyisége is nagymértékben növekszik. Az élettartamuk végére ért abroncsok kezelése komoly kihívások elé állítja a szakembereket, ugyanis ezek mátrixanyaga térhálósított, ezért hagyományos ömledékes feldolgozási technológiákkal nem lehet feldolgozni, ezért fontos új módszerek kidolgozása. Az európai térségben az elmúlt 20 évben sokkal inkább előtérbe került az anyagában történő újrahasznosítás, míg a hulladéklerakók háttérbe szorultak. A különböző újrahasznosítási technológiák esetén legtöbbször a gumihulladékot őrlik, ezt követően valamilyen kezelésnek vetik alá, végül pedig egy mátrixhoz adva újra felhasználják. Egy ilyen kezelési módszer a nagy energiájú sugárzás alkalmazása gumiőrlemény újrahasznosítására, amely egy kevésbé kutatott terület.

Egy korábbi kutatás során megállapították, hogy levegőben történő besugárzás esetén, a gumi felületén oxigén tartalmú csoportok jelennek meg, amelyek elősegíthetik a megfelelő kompatibilitás kialakulását a mátrixszal. Eddig az elkészített keverékeket utólagos sugárzásnak vetették alá, amellyel az anyagok tulajdonsága javult, azonban a gumiőrlemény előzetes kezelése egy feltáratlan, azonban annál fontosabb terület. Kutatásom során γ -sugárzással kezelt gumiőrlemény tulajdonságait vizsgáltam Soxhlet-extrakció és Horikx analízis segítségével. A besugárzott őrlemény alkalmazásával különböző gumikeverékeket és polietilén alapú blendekeket gyártottam, majd ezek mechanikai tulajdonságait, illetve dózisfüggését tanulmányoztam. Az eredmények alapján megállapítottam, hogy alacsony dózisok esetén az őrleményben található térhálókötések bomlanak szelektíven, míg nagyobbak esetén a degradáció dominál. A vulkanizált gumikeverékek esetén mind a szakító-, illetve továbbszakító szilárdság értékében javulást tapasztaltam, így az előzetes besugárzással sikerült javítani a kompatibilitást, továbbá feltárni a dózis optimumot, amely hasznos későbbi kutatások esetén. Az előzetes kezeléssel rugalmasabban, gazdaságosabban megoldható lehet a gyártás, az utólagos besugárzáshoz képest ezért az eredmények biztatóak. Polietilén mátrix esetén az előzetes besugárzásnak jelentős hatása nem volt, ebben az esetben további kezelésekre szükségese.

Textilhulladék feldolgozásának vizsgálata geopolimer szálerősítő anyag előállítása céljából

Az évente nagy mennyiségben keletkező textilhulladékot jelenleg kis mértékben hasznosítják újra valamilyen formában, például géprongyként vagy új termék előállítására. Az anyagok inhomogenitása, változatossága jelenti az egyik legnagyobb kihívást, mivel nem alkotnak tiszta hulladékáramot. Ennek ellenére egy innovatív felhasználásuk lehet, ha a fém, műanyag részeket eltávolítva szálerősítésre használható aprítékot készítünk belőlük. A geopolimerek olyan szervesetlen, polimer szerkezetű anyagok, melyek előállításához magas reaktív alumínium-oxid és szilícium-dioxid tartalmú szilárd alapanyagra (pl. erőműi pernye, kohászati salak stb.) és lúgos vagy savas kémhatású aktiváló oldatra van szükség. A geopolimerek előnyös mechanikai tulajdonságokkal, kiváló savakkal, tűzzel és szulfátokkal szembeni ellenállóképességgel rendelkeznek, azonban törési tulajdonságaikat tekintve rideg anyagok, és viszonylag alacsony hajlítoszilárdsággal rendelkeznek. TDK dolgozatomban textilhulladék feldolgozási lehetőségeit vizsgáltam, melyet ipari hulladék (erőműi pernye) felhasználásával előállított geopolimer próbatestek szálerősítésére alkalmaztam.

A kutatásom során több lépcsőben, különböző aprítóberendezések és gépi paraméterek beállítása és vizsgálata mellett aprítottam a minta anyagokat. Jól szeparálható szálak előállítására fókuszáltam, melyeket előre meghatározott tömegszázalékban, megfelelően előkészített barnaszén pernyealapú geopolimer masszával homogenizáltam. Az így készült próbatesteken a szálak geopolimerek tulajdonságaira gyakorolt hatásait vizsgáltam.

POLIMER ÉS KOMPOZIT SZERKEZETEK



**Műszaki Tudományi
Szekció**

Anyaghibát tartalmazó rétegelt kompozit lemezek modellezése Python környezetben

A rétegelt kompozit lemezek alkalmazása nagyon széleskörű, a repülőgépipartól a sporteszközökig rengeteg helyen találkozhatunk ilyen szerkezetekkel. Ezen rétegelt lemezek egyik leggyakoribb anyaghibája az ún. delamináció. Ekkor két réteg között megszűnik a ragasztással vagy más eljárással létrehozott kényszerkapcsolat. Ennek hatására az elmozdulásmező és a belső erőrendszer is megváltozik a delamináció nélküli esethez képest.

A dolgozatban egy delaminált kompozit lemez analitikus modelljét készítjük el, melyhez felhasználjuk a Reissner-Mindlin-féle, ún. elsőrendű nyírási deformációs lemezelméletet, illetve az egyenértékű rétegek módszerét. Továbbá a delaminációt tekinthetjük egy térbeli kiterjedésű repedésnek, így a modell törésmechanikai szempontból is vizsgálendő a repedésfront mentén. Ezért, a J-integrál felhasználásával, meghatározzuk a repedésfeszítő erő képletét a vizsgált delaminált lemezmodellhez.

Ezek után a kész modellt alkalmazzuk néhány konkrét példára, amelyeket Python programozási környezetben oldunk meg. Végül az eredményeket összehasonlítjuk a végelelemes számításokkal. A pontos analitikus modell megalkotásának egyik fő célja, hogy kiváltsuk a hosszadalmas végelelemes modellezést, ugyanis ahhoz speciális hálókészítés szükséges, amit minden egyes problémához újra el kell készíteni. Ezzel szemben az analitikus megoldás robusztussága sokkal nagyobb.

Irodalom:

1. J. N. Reddy: Mechanics of Laminated Composite Plates and Shells, , CRC Press, Boca Raton, London, New York, Washington D. C., 2004.
2. Szekrényes András: Nonsingular delamination modeling in orthotropic composite plates by semi-layerwise analysis, MTA doktora, dolgozat, Budapest, 2016
3. T. L. Anderson: Fracture Mechanics: Fundamentals and Applications, CRC Press, Boca Raton, London, New York, Singapore, 2005

Kompozitok végeselemes szimulációja

A dolgozatban kompozit szerkezetek végeselemes szimulációjával foglalkozom. A bevezető után röviden áttekintem a különböző mátrix- és erősítőszálanyagokat, majd az általános anyagi modellezésre és a folytonosszálirányú kompozitok réteganalízisére fordítom a figyelmet. Ezután egyáltalános bevezető olvasható a numerikus modellezésről, majd a dolgozat második felében egy síléc geometriáján keresztül mutatok be egy példát kompozit szerkezet végeselemes modellezésére. A példában egy teljesen acélból készült, és egy 100%-ban szénszálas erősítésű epoxy kompozit anyagú sílécet terhelek meg normális irányban, mely esetben az elmozdulás- és feszültség-mezők nagyságát, eloszlását vizsgálom. Végül a két különböző anyagú síléc sajátfrekvenciáit vetem össze terheletlen és terhelt esetben.

Önerősített polimer kompozitok ciklikus dinamikus vizsgálata

Napjainkban a polimerek alkalmazása szerkezeti anyagként egyre inkább elterjedt. Egyes felhasználási területeken azonban a termelés legnagyobb részét kitevő tömegműanyagok szilárdsági tulajdonságai nem megfelelőek, így erősíteni kell őket. Leggyakrabban szálerősített kompozitokat alkalmaznak, azonban ezzel nagymértékben romlik az anyag energiaelnyelő képessége és az újrahasznosíthatósága. Ez elkerülhető önerősített polimer kompozitok alkalmazásával, ahol a mátrix és az erősítőanyag ugyanabból a polimer anyagcsaládból származnak, így a megnövelt szilárdsági tulajdonságok mellett megmarad a polimer kedvező energiaelnyelése és egyszerű újrahasznosíthatósága [1].

A mérnöki szerkezeteket sokszor érik olyan ismétlődő dinamikus igénybevételek, amelyek egyenként nem okoznak tönkremenetelt, de a többszöri behatás a kompozit jellemzőinek változását (általában romlását), akár a tönkremenetelt is okozhatják. Terheletlen esetben a szálkihúzódnás és a rétegelválás nagy mennyiségű energiát elnyel, azonban ez az energiaelnyelés az ismétlődő igénybevételek okozta apró károsodások miatt megváltozik. Fontos ismerni, hogy a kiváló energiaelnyeléssel bíró önerősített polimer kompozitok hogyan viselkednek ismétlődő dinamikus ütési igénybevétel hatására, milyen a maradó energiaelnyelő képességük ciklikus, kis energiájú terhelés után [2].

A munkám során ismételt, kis energiájú becsapódások önerősített polipropilén kompozitok energiaelnyelésére gyakorolt hatását vizsgáltam. Emellett vizsgáltam az erősítőszövetek hőkezelésének hatását a kompozit mechanikai és energiaelnyelési tulajdonságaira. Ehhez random polipropilén kopolimer mátrixú, izotaktikus polipropilén homopolimer erősítésű önerősített kompozit lemezeket gyártottam, jobb és rosszabb konszolidációval hőkezelt és hőkezeletlen szövetekből. Megállapítottam, hogy szövetek hőkezelése nagymértékben javítja a kompozit mechanikai tulajdonságait az orientáció kisebb mértékű csökkenésének következtében a préselés során. Emellett kimutattam, hogy a rosszabb konszolidációval nagyobb felkeményedés jár az ismétlődő terhelés hatására, így az energiaelnyelés nem csökkent nagymértékben.

[1] Kmetty, Á., Bárány, T., Karger-Kocsis, J.: Self-reinforced polymeric materials: A review. Progress in Polymer Science, 35, 1288–1310 (2010).

[2] Aurrekoetxea, J., Sarrionandia, M., Mateos, M., Aretxabaleta, L.: Repeated low energy impact behaviour of self-reinforced polypropylene composites. Polymer Testing, 30, 216–221 (2011).

Polimer mátrixú vezetőképes kompozitok fejlesztése

A környezeti terhelés tudatos csökkentése az egyik legfontosabb feladata a mérnököknek. Emiatt új eljárások után kutatunk, amik kevésbé szennyező energiahordozókat használnak. Ilyen innovatív megoldás lehet a jövőben a hidrogéncella, amely széleskörű felhasználása még várat magára, a kecsegtető eredmények ellenére is. A hidrogéncellákban rejlő hatalmas potenciál az, hogy elektromos energiát állíthatunk elő vele üvegházhatású gázok kibocsátása nélkül. Ezeknek az eszközöknek az egyik fontos eleme a bipoláris lemez, amelynek jó elektromos vezetőképeséssel kell rendelkeznie. Fémről készítik hagyományosan, azonban a korrozív közeg hatására oxid réteg képződik a lemezek felületén, ami csökkenő vezetőképeséget eredményez. Az üzemanyagcellák teljes tömegének több, mint felét és az árának több, mint harmadát a bipoláris lemezek teszik ki. [1]

Egyik lehetséges alternatíva a polimer mátrixú kompozitok alkalmazása bipoláris lemezként. A polimerek többsége kiváló elektromosan szigetelő tulajdonsággal rendelkezik, azonban megfelelő töltőanyagokat adagolva elektromosan vezetőképesé tudjuk tenni az így létrejövő kompozitokat. Töltőanyagként grafitot, grafént, kormot és szén nanocsövet alkalmazhatunk. [2]

A munkám során olyan vezetőképes polimer mátrixú kompozitokat tudtam létrehozni, amelyek alkalmazhatók hidrogéncellák bipoláris lemezeként. A mono rendszerű lemezek esetén azonos töltőanyag-tartalom mellett lényegesen alacsonyabb fajlagos vezetőképeséget értem el, mint a hibrid rendszerű kompozitoknál. Az eredmények közül kiemelkedően magas értéket BNB grafit segítségével, 70 m% töltőanyag és 30 m% PP tartalmú kompozitnál mértem (19,85 S/cm). Grafitot és kormot egyaránt tartalmazó mintáknál 4-5 S/cm fajlagos vezetőképeséget mértem. Az elektromos vezetőképeség nagyban függ a különböző töltőanyagok számától, mennyiségétől, az alapanyagtól és a feldolgozás során használt technológiától is. A mérési eredményekre alapozva kidolgoztam egy leíró modellt, amellyel a vezetőképeség jó közelítéssel becsülhető a töltőanyag-tartalom függvényében.

[1]Antunes R. A., de Oliveira M. C. L., Ett G, Ett V.: Corrosion of metal bipolar plates for PEM fuel cells: A review. International Journal of Hydrogen Energy, 35, 3632-3647 (2010).

[2]Antunes R. A., de Oliveira M. C. L., Ett G, Ett V.: Carbon materials in composite bipolar plates for polymer electrolyte membrane fuel cell: A review of the main challenges to improve electrical performance. Journal of Power Sources, 196, 2945-2961 (2011).

Poliuretán habképződés virtuális és ipari optimalizációja

A szimulációs programok elterjedésével a vegyiparban alkalmazott technológiák optimalizálására nyílik lehetőség. Az ezen a területen szerzett tapasztalattal, illetve az anyagszerkezetét befolyásoló fizikai és kémiai folyamatok ismeretében a gyártásra használt berendezés optimalizálható, illetve a berendezés által termelt haszon maximalizálható. A következőkben optimalizálni kívánt berendezés egy nagynyomású reakciós öntőgép gyártócellája. Az ABB RobotStudio 2019 programban felépítettem az iparicella virtuális mását és optimalizáltam a gyártócella formáiba történő injektálás bejárasi programját. A szimulációban megtervezett robot programok feltöltése után a robotcellában található formahordozó berendezés paraméterkészletének beállítását és a cella adott poliuretán lágyhab rendszerhez hangolását követően a termék megfelelő mennyiségben és minőségben, gazdaságilag kedvező módon legyártható. A próbagyártás során a gyártási paraméterek és az előállított lágyhab termék minőség-ellenőrzésére anyagvizsgálati és szerkezetvizsgálati módszereket alkalmaztam. Ezekkel a szabványos vizsgálatokkal ellenőriztem a gyártási folyamatot, bizonyos esetekben további módosításokat végeztem a megfelelő minőséget eredményező végleges gyártási procedúra kialakítása érdekében. Méréseimet kiegészítettem szabványos öregedési vizsgálatokkal így élettartam tesztekkel jellemeztem a termék minőségének állandóságát. A kutatás eredményeként egy olyan reprodukálható, és minőségbiztosítható termék (elsőülés háttámla) gyártási folyamatát optimalizáltam, amely a formát teljesen, az ipar igényeinek megfelelően, anyagszerkezeti hibák nélkül kitölti. A gyártott termékkel szembeni magas minőségi elvárások és alacsony előállítási költség figyelembevétele részét képezte a globális optimalizációs vizsgálataimnak. A végeredmény egy formára és minőségre optimalizált gyártási folyamat, ahol a rendelkezésre álló ismeretek függvényében a költségeket is minimalizáltam.

Többtengelyű terhelésnek kitett egyirányban erősített polimer kompozitok szilárdsági paramétereinek meghatározása genetikusan algoritmus segítségével

A nagy szilárdságú és kis sűrűségű szerkezeti anyagok iránti igényeknek köszönhetően egyre nagyobb mennyiségben alkalmaznak szál erősített polimer kompozitokat a repülőgépgyártástól kezdve a motorsportban, sportszergyártásban és az energetikai iparban. Azonban a nagy teljesítményű polimer kompozitok széleskörű elterjedését és felhasználását többek között korlátozza a tönkremeneteli folyamatokat leíró anyagmodellek pontatlansága, bonyolultsága valamint a kompozitok viselkedésének hiányos ismerete többtengelyű terhelés esetén.

A lemezszerű kompozit szerkezetek rétegen belüli tönkremenetelének meghatározásához, síkfeszültségi állapotot feltételezve, a legegyszerűbb esetben öt szilárdsági paraméter szükséges, amelyek egytengelyű mechanikai vizsgálatokból határozhatók meg. Azonban a szálirányú- és szálirányra merőleges szilárdságok valamint a nyírószilárdság ismerete önmagában nem elegendő, mivel a műszaki gyakorlatban általában többtengelyű terhelésnek vannak kitéve a szerkezetek és az egyes feszültségkomponensek egymásra gyakorolt hatása jelentősen befolyásolhatja az anyag teherviselő képességét. A többtengelyű anyagvizsgáló berendezések rendkívül drágák, továbbá a mérésekhez szükséges speciális próbatestek előállítása is rendkívül erőforrás igényes. Ha mégis rendelkezésre állnak mérési eredmények multiaxiális tesztekben, akkor hasznos segédeszköz a méretezéshez egy olyan program, amely adott tönkremeneteli kritérium esetén meghatározza a szilárdsági és egyéb illesztési paramétereket az egytengelyű és többtengelyű mérési eredmények együttes figyelembevételével.

A kutatás során kifejlesztettem egy olyan tönkremeneteli határfelület illesztő programot, amely az egytengelyű és többtengelyű terhelésnek kitett UD kompozit mechanikai vizsgálata során kapott tönkremeneteli feszültség értékeket együttesen veszi figyelembe és szimultán határozza meg a méretezéshez szükséges szilárdsági és illesztési paramétereket, valamint a szilárdsági paraméterek szórásait. A szilárdsági paraméterek szórásának ismerete túlélési valószínűségtől függő biztonsági tényezők használatát teszi lehetővé, amely lehetőséget teremt kompozit alkatrészek kifinomultabb méretezésére. Ez a módszer adott esetben átgondolt rétegrend optimalás mellett a kompozit alkatrészek további tömegcsökkentésére kínál lehetőséget a biztonság megtartása mellett.

Traszparens bio-kompozit előállítása, PLA felhasználásával

Az átlátszó fa kompozitok nagy figyelmet kaptak az utóbbi időkben, mint energiahatékony építőanyagok, funkcionális kompozitok (fluoreszkáló, mágneses). Jelentős eredményeket értek el a faanyag átlátszóvá tétele során, a fa delignifikálásával és az törésmutató azonos polimer impregnálásával.

Dolgozatomban sor került a témához kapcsolódó szakirodalmak megismerésére és feldolgozására, illetve egy delignifikációs folyamat gyakorlati kivitelezésére, az átlátszó fa előállításnak elő kísérleteként. A delignifikációt hidrogénperoxid (H_2O_2) gőzben végeztem. Előkísérletként a módszer alapjául szolgáló publikációtól eltérően, alacsonyabb hőfokon. Ezzel azt is vizsgálva, hogy a folyamat gazdaságosabbá tehető-e. Ez a módosított eljárás sajnos nem adott gazdaságosabb eredményt, mivel a delignifikációs idő nagyban megnövekedett, de maga a delignifikáció sikeresen végbe ment. A kutatásom további részében sor kerül más delignifikációs eljárások kivitelezésére és polimerrel való impregnálásra, illetve pontos lignin tartalom meghatározásra és fényáteresztőképesség mérésére.

RENDSZER- ÉS IRÁNYÍTÁS- TECHNIKA 1



**Műszaki Tudományi
Szekció**

Állandó mágneses szinkron motor paraméterbecslése és szabályozása

A dolgozat a villamos gépek egy speciális típusának, az állandó mágneses szinkron motorok (PMSM) paraméterbecslésével és szabályozásával foglalkozik. A forgógép-választás azért erre a motortípusra esett, mert a jelenlegi autóiipari tendencia alapján ennek a motortípusnak a minél hatékonyabb és gazdaságosabb alkalmazásának nagy jövője van. Azért, hogy az alkalmazásokban ezen motorok szabályozása minél jobb hatásfokú, ezáltal fenntarthatóbb legyen, szükség van a motor pontos paramétereinek ismeretére.

A kiválasztott motor paraméterértékeinek a meghatározását paraméterbecslés segítségével végeztem el. A paraméterbecsléshez egy mérésadatgyűjtő rendszeren keresztül a motor ki és bemeneti értékeit megmértem, a mérési adatokon szűréseket végeztem. A becslendő paraméterek mennyiségének a csökkentésére a motor modelljén paraméter-érzékenység vizsgálatot végeztem.

A mérésadatgyűjtésre NI DAQ kártyát és LabVIEW környezetet használtam. Ezen adatok feldolgozása, a paraméter-érzékenység vizsgálata, a paraméterbecslés és a szabályozás Matlab Simulink környezetben valósult meg.

Hőmérséklet szabályozás PID szabályozással

TDK munkám célja, hogy szabályozás segítségével, azon belül P, PI és PID szabályozással valósítsam meg egy tartály hőmérséklet szabályozását.

A munkám egy irányítástechnikai más néven automatikai eljárás. Ezért szükséges összehasonlítanom, hogy ezen belül milyen irányítástechnikai eljárással (vezérlés vagy szabályozás) fogom megvalósítani a munkámat. A kiválasztott eljárás során figyelembe kell vennem a szabályozás zárt rendszerét és a rendszernek az építő elemeit: szabályozó, beavatkozó, szakasz és érzékelő szerv.

Tehát, ha szabályozásról írok először is tisztáznom kell az építő elemek szerepét és a kiválasztásukat alá kell támasztanom, hogy miért is választottam azt. Az érzékelő szervekkel fogom kezdeni, ezek lesznek az úgy nevezett hőmérsékletmérők. E szervek fizikai tulajdonságait kell végig elemeznem, hogy a szabályozásom a lehető legjobb minőségű szabályozás legyen, ezáltal ki választom a számomra, azaz a szabályozásomra a megfelelő mérőműszert. A következő részben a beavatkozókval kapcsolatban a fűtő eszközök lehetőségeit fogom elemezni, majd ezek közül kiválasztani azt a módszert vagy típust, amelynek az elemzésével fogom kiválasztani a megfelelő beavatkozót.

Harmadik részben a hőmérsékletszabályozás lehetőségeit elemzem különös tekintettel a P, PI, és PID szabályzókat.

A negyedik részben egy hőmérséklet szabályozás szimulációját szeretném elvégezni, melynek keretében megvizsgálom, hogy milyen módszerek segítségével lehet a P, PI és PID szabályozók paramétereit meghatározni. Ehhez természetesen el kell készítenem a szabályozási kör matematikai modelljét. A matematikai modell készítésénél célul tűztam ki a rendszer egyes elemeinek tartály, mint folyamat; fűtő eszköz, mint beavatkozó; hőmérsékletmérő, mint hőmérsékletmérő eszköz; P, PI, PID szabályozó átviteli függvényének meghatározását. Szükséges lesz meghatároznom a rendszerre ható zajokat és, hogy ezek közül melyik a statikus, ami állandóan fenn áll például: tartályszigetelés továbbá a dinamikus zajokat, melyek csak rövid ideig hatnak a szabályozásra például tartály kinyitása, anyagérkezés. Mivel a szabályozásomnál a beavatkozó egy fűtő eszköz lesz, így csak pozitívan tudom, majd befolyásolni a hőmérsékletet és a statikus és dinamikus zajok fognak a rendszerre negatívan hatni. Lehetőség szerint matematikai szimuláló programok segítségével össze fogom hasonlítani a három szabályozási típus tulajdonságait különös tekintettel a maradandó hiba és a szabályozási sebesség tekintetében.

Inverz inga egyensúlyozása tintasugaras nyomtató mechanizmusával

Bizonyára sokan próbáltunk meg különböző hétköznapi tárgyakat (legyen az ceruza, partvis, felmosó) az ujjhegyünkön egyensúlyozni, de hamar rájöttünk, nem is olyan egyszerű feladat ennek elvégzése. A tapasztalat szerint minél hosszabb a tárgy, annál több ideig tudjuk azt stabilan egyensúlyozni. Könnyedén elérkezhetünk ahhoz a ponthoz, amelynél bármilyen gyorsan is reagálunk, nem lehet tovább megőrizni a stabilitást.

Az egyetemen lehetőségünk volt tanulni e jelenségről részletesebben, mely hétköznapi és mérnöki vonatkozásai miatt megragadta figyelmünket. Ott az emberi egyensúlyozást egy vízszintesen megvezetett inverz ingával modelleztük, ezzel síkbeli feladatra redukálva a problémát. Ezen egyszerűsített modell alapján létre szerettünk volna hozni egy olyan kísérleti eszközt, melyen szemléltetni tudjuk nagy vonalakban a rúdegyensúlyozás folyamatát. Ennek szabályozása állatorvosi lónak számít a klasszikus szabályozástechnikában, számtalan módszert alkottak már rá. Mi a hangsúlyt inkább egy működő szerkezet megépítésére helyeztük, melyen tanulmányozhatjuk a különböző paraméterek hatását a rendszerre, a jövőben pedig alapjául szolgálhat kettős, esetleg hármas inga egyensúlyozására is, igény szerint az emberi érzékelés időkésését is modellezve. Az eszköz alapjának egy tintasugaras nyomtatót választottunk, melynek nyomtatófeje az utánozni kívánt mozgás végrehajtására tökéletesen alkalmas: nagy sebességgel, nagyon pontosan képes mozogni (gondoljunk csak a nyomtatás sebességére, és a betűk méretére).

Feladatunk többek között a nyomtató felépítésének tanulmányozása, és aktuátorának, valamint szenzorai működésének megértése, visszafejtése volt. Részletes kapcsolási rajz, és egyéb működési paraméterek nem álltak rendelkezésünkre, ezeket magunknak kellett kísérleti úton meghatározni. Az egész rendszert egy Arduino Uno mikrokontrollerrel működtetjük, kiegészítve egyéb szenzorokkal és szerkezeti elemekkel. A digitális szabályozást eredetileg egy PD szabályozó látja el, melynek paramétereit elsőként a felállított mechanikai modell segítségével, a mozgásegyenletek megoldásával határoztuk meg. A modell azonban nem bizonyult elegendően pontosnak, az elhanyagolt folyamatok hatása nagy mértékben befolyásolta a rendszert, így a kívánt szabályozóval nem tudtuk megvalósítani az egyensúlyozást. Ezután méréseket végeztünk az általunk kísérletileg behangolt rendszeren, majd igyekeztünk a modellt úgy pontosítani, hogy minél inkább igazodjon a mért eredményekhez.

Jármű fékezése PD szabályozó segítségével

A közlekedésbiztonság kérdése egyidős a közúti balesetek megjelenésével. Még néhány tíz éve az ABS és ESP rendszerek voltak a technika legújabb vívmányai a személy- és haszongépjárművek piacán, addig ma az önmagukat vezetni képes, autonóm járművekre figyel a világ. Mindeközben az alapvető járműdinamikai helyzetek megfelelő kezelésének igénye továbbra is mérnökök ezreit motiválja arra világszerte, hogy a ma már a közérdeklődés számára háttérbe szorult járműdinamikai szabályzó rendszereket fejlessze.

Egy balesetet megelőző pillanatokra jellemző a nagy intenzitású fékezés, a járművezetők ösztönös reakciója a jármű kinetikus energiájának csökkentésére. A gumibronccsal szerelt kerekek nemlineáris tulajdonságai a gyakorlatlan sofőr számára okozhatnak fejfájást fékezés közben. Az emberi agy és az általa vezérelt motoros funkciók képességei nem teszik lehetővé, hogy olyan pontosan képesek legyünk szabályozni a jármű kerekein kialakuló féknyomatékot, hogy optimális működés jöjjön létre. Szerencsére ma már számtalan elektronikus rendszer áll rendelkezésünkre a vezetés közben, melyek segítenek kiegészíteni a természet adta hiányos képességeinket. Dolgozatomban a gumibronccsal szerelt kerék dinamikájával, és a fékezőnyomaték szabályozásának lehetőségeivel foglalkozom.

Dolgozatomban eloször egy dinamikai kerékmodellt mutatok be, mely leírja a kerék longitudinális viselkedését.[2] A kerékre ható időben állandó forgatónyomaték hatásával foglalkozom, különös tekintettel a rendszer stabilitására. Később kitérek a PD szabályzó alkalmazásának lehetőségeire a féknyomaték-szabályzásban. A digitális rendszerek mintavételező működésmódja illetve a véges információterjedési sebesség időkésedelmet jelent. A késedelem a modellezési lehetőségeinek két megközelítését, az időben állandó, és az időben változó időkésés alaklmazását mutatom be, majd kiszámítom a szabályzóparaméterek terében elhelyezkedő stabilitási határokat.[3] Végül szimulációval ellenőrzöm a számítások eredményeit.

Hivatkozások:

- [1] Hans B. Pacejka: Tire and vehicle Dynamics. SAE International, Warrendale, PA (2005).
- [2] T. Insperger, G. Stépán: Semi-Discretization for Time-delay Systems. Springer, New York (2013).

Járművek gumiabroncs és útfelület között fellépő súrlódási együtthatójának indirekt meghatározása

A mai gépjárművekben alapfelszerelésnek számít az ABS (acronym, abbreviation, shorthand), másnéven a blokkolásgátló. Ennek a járműbiztonsági rendszernek az a feladata, hogy fékezéskor történő megcsúszás esetén is a járművet irányítható állapotban tartsa a fékezés folyamatába történő megfelelő mértékű beavatkozással. A rendszer vezérlőelektronikája a beavatkozás idejét és mértékét a begyűjtött illetve kalkulált adatok alapján határozza meg. Többek között ilyen adat az útfelület és a gumiabroncs közötti súrlódási együttható. Ezt az értéket szenzorokkal mérni nagyon nehézkes, azonban a jármű dinamikai tulajdonságait vizsgálva becsülni lehet.

A dolgozat kiter a járműmodell bemutatására illetve a jármű fékezésekor fellépő fizikai jelenségek matematikai leírására. A modellt tovább fejlesztve megvizsgálásra kerül, hogy milyen súrlódási együttható becsléseket kapunk Luemberger Observer alkalmazása esetén. Referenciaként egy súrlódási együttható becslését végző kiterjesztett Kálmánszűrőt alkalmazó modell veszünk alapul.

Komplex kiberfizikai rendszerek állapotalapú megbízhatósági modelljeinek szimulációja, statisztikai inferenciája és verifikációja

A biztonságkritikus kiber-fizikai rendszereknek, melyek széles körben elterjedtek az olyan területeken, mint autó-, repülőgép- és atomenergia ipar, a funkcionális követelmények mellett számos extra-funkcionális követelménynek (pl.: megbízhatóság) kell megfelelniük. A rendszerek olyan viselkedéseinek egyre növekvő komplexitása, mint a fejlett hibaelkerülési stratégiák, szenzorfüziós algoritmusok és adaptív rekonfigurációk, kihívás elé állítja az elemzéseket.

A modellezési nyelvek közül legtöbbször a hibafákat és dinamikus hibafákat alkalmazzák, ám ezek csak korlátozottan alkalmasak belső állapottal rendelkező komponensek leírására. Az állapotalapú nyelvek (pl.: Markov-láncok) alkalmazása alacsony absztrakciós szintjük miatt speciális szaktudást igényelnek. Az analitikus számítási eszközök az állapottér-robbanás jelenségével szembesülnek a nagyméretű modelleknél, valamint csak bizonyos hibaeloszlásokat támogatnak. A statisztikai módszerek jobban skálázhatóak, ám a mintavételezési eljárásaik pontossága csökkenhet a feltételes eloszlások számításánál és a kis valószínűségű eseményeknél.

Munkámban egy olyan megbízhatósági modellezési módszert javaslok, mely egy kommunikáló állapotterképekre épülő modellezőeszköz, a Gamma Statechart Composition Framework felhasználásával teszi lehetővé a hibaterjedési modellek elkészítését és formális analízisét. Így a mérnöki modellező eszközöket kiterjesztve, lehetővé válik olyan, az állapotterképekből megismert elemek használata, mint a hierarchikus állapotok (hibák), illetve a (szenzorfüziós algoritmusokat leíró) változók és akciók. A deduktív analízis mellett kidolgoztam a modellek transzformációját a Pyro mély probabilisztikus programozási környezetbe, mellyel a szimuláció, statisztikai elemzés és inferencia a legújabb feltételes mintavételezési algoritmusokkal végezhető el. Így megoldásom képes tetszőleges hibaeloszlások, kis valószínűségű és feltételes események kezelésére. Módszerem alkalmazhatóságát egy autóiipari projektből vett esettanulmányon keresztül mutatom be. A hibák, hibaterjedési és -elkerülési mechanizmusok modellezése mellett a rendszer megbízhatóságát deduktív módszerekkel és a Pyro algoritmusaival vizsgálom. Így elvégezhető a szokásos megbízhatósági elemzés, feltételes elemzés, valamint a kritikus komponenseket meghatározó Pareto-elemzés.

Mintavételezés által keltett rezgések és az emögött húzóó dinamika vizsgálata mechatronikai rendszerekben

Mechatronikai rendszerekben legtöbbször valamilyen gépészeti rendszer tulajdonságainak megváltoztatása a cél visszacsatolás segítségével. Erre a modern szabályozásmélet legalapvetőbb módszere az állapotvisszacsatolás, mely során a szabályozott rendszer belső dinamikájához tartozó jeleiből (az állapotváltozókból) kerül kiszámításra a beavatkozó jel. A szabályozók gyakorlati megvalósítása napjainkban szinte kizárólag számítógépek segítségével történik. A korlátozott számítási kapacitásból adódóan az időben és térben folytonos fizikai mennyiségeket csak mintavételezés és kvantálás után lehet feldolgozni. Ezen dolgozat célja kizárólag a mintavételezés hatásainak vizsgálata.

Egy mintavételes rendszer tervezése során az első lépés a folytonos alrendszer diszkrét idejű modelljének felállítása. Ezután a teljes rendszer modellezhető diszkrét időben, és így megtervezhető a szabályozó. A megvalósított szabályozókban a valós fizikai jelek továbbra is folytonos idejűek maradnak, viszont a tervezés során elvégzett diszkrétizálással a rendszer mintavételek közötti viselkedése ismeretlen lesz, továbbá klasszikus módszerekkel nem határozható meg egyértelműen a zárt szabályozási lánc folytonos idejű modellje. Ez azért jelenthet problémát, mert az így kialakuló összetett rezgések nem vizsgálhatók, továbbá a napjainkban egyre fontosabb szerepet játszó kiberfizikai rendszerekben is lehetővé válhatnak olyan támadások, melyek a mintavételezési időpontok közötti, klasszikus módszerek következtében ismeretlenné vált dinamika kihasználásával észrevétlenek maradnak.

Ezen dolgozat egy olyan újszerű megközelítést mutat be, mellyel a mintavételes állapotvisszacsatolás folytonos időben is modellezhető a korábban bemutatott problémák lehetséges megoldására. A módszer analitikus levezetése mellett annak alkalmazási példái is bemutatásra kerülnek kísérleti és szimulációs eszközök segítségével.

Statisztikai hipotézisvizsgálaton alapuló repülőgép pozíció szenzor hibadetektálás valós repülési adatok felhasználásával

A dolgozatban célom egy megbízható hibadetektálási algoritmus készítése, amely képes leszállások során a repülőgépeken található szenzorok pozíció megfigyeléseit felhasználva beazonosítani a hibásan működő szenzor egységet. A dolgozatban a VISION EU H2020 kutatási projekt keretében a K-50 tesztrepülővel gyűjtött repülési adatokat használok fel mind a módszer hangolása, mind annak tesztelése során. A szükséges pozíció adatokat egy SBAS korrekcióval ellátott fedélzeti GPS egység, a fedélzeti IMU, barometrikus és kamera képi adatok fúzióját végző ESKF algoritmus és a valós adatok segítségével Simulink környezetben szimulált ILS szenzor biztosítja. A hibadetektálási algoritmus fejlesztése során a pontos pozíció adatok hiányában azzal a feltételezéssel élek, hogy a valós mérési adatok hibamentesek, a feltevésnek nem megfelelő repülési adatokat kiveszem a vizsgálatból. A fejlesztés során figyelembe veszem, hogy a különböző szenzorok eltérő nagyságú zaj varianciával rendelkeznek, illetve más mérési frekvenciával szolgáltatnak adatokat.

Megelőző munkám során hasonló probléma tárgyalása valósult meg, azzal a különbséggel, hogy az ott felhasznált adatokat teljes mértékben Matlab/Simulink környezetben generáltam. Azon kutatás során összehasonlítottam egy egyszerű küszöbözésen alapuló, illetve egy statisztikai elven működő hibadetektálási algoritmust. Az összehasonlítás eredménye szerint eltérő zajszintek mellett a statisztikai módszer megbízhatóbban működik. Ezek az eredmények egy IFAC WC 2020 konferencia cikként lettek publikálva. Jelen dolgozat során először röviden ismertetem az adatokat szolgáltató valós és szimulált szenzor egységeket, majd megbecsülöm a szenzorok nominális zaj variancia szintjeit. Az adatok tulajdonságai szerint egy megfelelő statisztikai hipotézisvizsgálaton alapuló algoritmust választok ki. Ezután következik az algoritmus hangolása a nominális mért és szimulált értékek és szimulált hibák alapján. A dolgozatot a kidolgozott módszer részletes értékelése zárja.

KRIZBAI CSABA
csaba.krizbai@yahoo.com

Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem
Marosvásárhelyi Kar

SZABÓ TAMÁS
sztomi26@yahoo.com

Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem
Marosvásárhelyi Kar

LÁSZLÓ TAMÁS
l.tamas04@gmail.com

Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem
Marosvásárhelyi Kar

ZAKARIÁS ATTILA
zakarias.attila@yahoo.com

Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem
Marosvásárhelyi Kar

*Témavezető:
dr. Papp Sándor
egyetemi adjunktus, RO EMTE MVK*

Számítógép vezérelt hőgradiens rendszer tervezése és kivitelezése

Célunk megtervezni és megépíteni egy hőgradiens asztalt, melynek lényege az, hogy egy relatív jó hővezető lemez két végét állandó, egymástól különböző hőmérsékleten tartjuk, ennek következtében lineáris hőeloszlást tudunk létrehozni. A rendszer felhasználói, a kertészmérnökök vagy biológusok az asztal felületére növényi magvakat vagy mikroorganizmus telepeket helyezhetnek el, amelyeknek a hőmérsékletet leszámítva azonos körülményeket biztosítunk. Az esetenként több hetes folyamatot végigkövetve megkapjuk a számukra optimális fejlődési hőmérsékletet. Az berendezés alapját egy 200*100*1 cm-es alumínium tömb képezi. A tömb egyik felén a fűtést 20 darab, egyenként maximálisan 100W teljesítményű fűtőellenállással valósítottuk meg, amelyhez terveztünk egy fázishasító tápegységet. Ennek a fűtő tápegységnek az alapja egy PIC típusú mikrovezérlő, amely a saját fejlesztésű firmware segítségével, nagy felbontással vezérelhetővé teszi a pillanatnyi fűtőteliessítményt. A tömb másik feléhez egy réz hőcserélőt rögzítettünk, amelyben egy hőszivattyú berendezéssel lehűtött kb. -2 °C fokos folyadékot keringetünk. A hőmérsékletet egy Arduino nano és 10 db. DS1820 típusú érzékelő segítségével 10 különböző ponton mérjük meghatározott időközönként és grafikonon ábrázoljuk. Terveztünk még egy szintén PIC mikrovezérlőn alapuló központi vezérlő egységet, amelyen nyomógombok és egy LCD kijelző segítségével könnyedén beállíthatjuk az asztal két végén a kívánt hőmérsékleteket. Ezt a vezérlő egységet csatlakoztattuk egy számítógéphez és készítettünk neki egy kezelőfelületet, ezáltal valós időben láthatjuk a hőmérsékletváltozásokat és ellenőrizhetjük az egész berendezés működését. Összességében a berendezés 4 különálló részből áll, amelyek a következők: gradiens asztal, fűtésvezérlő táp, hőszivattyú egység és a központi vezérlő egység.

RENDSZER ÉS IRÁNYÍTÁS- TECHNIKA 2



**Műszaki Tudományi
Szekció**

The Effect of Discrete Time Delay in a Remote Controlled Car's Lane Keeping Control

Dolgozatomban az önvezető járművek sávtartó szabályozásával foglalkozom. Mivel a jármű mozgásszabályozásához szükséges lokalizációt jelentős időkéés terheli – köszönhetően az alkalmazott mérőrendszerek (GPS, képfeldolgozás) alacsony mintavételezési frekvenciájának –, az időkéés meghatározó szerephez jut a szabályozási paraméterek megválasztásánál [1]. A szabályozási algoritmus gyakorlatban való tesztelése nélkülözhetetlen az önvezető járművek fejlesztése során, ami jelentős költségekkel és baleseti kockázattal jár. Az elméleti számítások részleges igazolása laboratóriumi vizsgálatokkal is elvégezhető, ezzel csökkentve a valós tesztek időszükségletét és kockázatát.

A tanszék laboratóriumában található egy kisskálájú, futópados kísérleti berendezés, melyen lehetőség van sávtartó szabályozási algoritmusok tesztelésére. A kísérleti eszközön kétszintű szabályozás található. A felső szintű szabályozás felel a jármű pozíciójának meghatározásáért és az ebből a szabályozási algoritmusnak megfelelő kormányzási szög kiszámításáért. A valós járművekkel szemben a kísérleti állomáson ez a szabályozási szint viszonylag nagy mintavételi frekvenciával (1 kHz) működik, azonban mesterséges úton a visszacsatolás időkéése növelhető. Az alsó szintű szabályozás a kisskálájú járműbe épített szervóhajtás belső szabályozási köre, amely a megkívánt kormányzási szög megvalósításáért felel, szintén viszonylag nagy mintavételi frekvenciával (330 Hz) működik. A felső és alsó szabályozási körök közötti jelátadás alacsony frekvenciás (50 Hz).

Először két egyszerű szabályozáson keresztül mutatom be a szükséges matematikai hátteret, illetve a diszkrét időkéés hatását, majd a kísérleti berendezésben kialakított szabályozás vizsgálatával foglalkozom. Számításaim során a hangsúly a folytonos és diszkrét időkéések összehasonlításán van. Meghatároztam a sávtartó szabályozás elméleti stabilitási térképét folytonos és diszkrét időkééssel [2]. A kísérleti berendezésen végzett mérésekkel azonosítottam az alsó szabályozási szint erősítési tényezőit. Az így illesztett szabályozási paramétereket és a kocsira jellemző paramétereket felhasználva az elméleti számítások eredményeit mérésekkel validáltam.

[1] Beregi, S., Takács, D., Chaozhe, R. H., Sergei, S. A., Gábor O. 2018 Hierarchical steering control for a front wheel drive automated car, 14th IFAC Workshop on Time Delay Systems, pp. 1-6.

[2] Insperger, T., Stépán, G. 2011 Semi-Discretization for Time-Delay Systems, Springer-Verlag New York

Elektromechanikus szelep nem lineáris modellezése

Az elektromechanikus szelepek modellezésében két fő egységet szoktak megkülönböztetni: az elektromágnezt, illetve a rugalmasan rögzített vasmagot. A vasmag telítési mágnesezettsége (szaturációja) nem lineáris tulajdonságot kölcsönöz a rendszernek.

Tudományos szakirodalomban ezt a nem lineáris viselkedést több megközelítésből tárgyalták. Legáltalánosabb formában egy módosított törtfüggvénnyel közelítik az áramjárta tekercs induktivitásának helyfüggő felírásával. Majd idő szerinti változást vizsgálva számításokat végeznek a fluxus meghatározására. A fluxus ismeretében pedig energia egyenletek felírásával jutnak el az elektromechanikus rendszert jellemző összefüggésekre.

A rendszer nem lineáris viselkedésére alkalmas leírást lehet adni, abban az esetben, amikor egy adott szolenoidot mérési adatokon alapuló, energia megfontolásokkal modelleznek. Ekkor a vasmagra ható statikus eredőerő mérése szükséges. Az erőmérést nem befolyásolják a dinamikus hatások. Ez a módszer akkor is alkalmazható, ha a vizsgálni kívánt elektromágnes tartalmaz állandó mágneseket is.

A kutatásomban ilyen erőmérést végeztem az aktuális áram és pozíció rögzítésével, amelyből hely szerinti integrálással meghatároztam az elektromágnes kiegészítő mágneses energiáját. Ezután a szelep matematikai modelljének felállításához előállítottam a vizsgált rendszer Lagrange függvényét és a nem konzervatív elemek virtuális munkáját, amelyekből a másodfajú Lagrange egyenlet segítségével differenciálegyenleteket származtattam.

A hasonló témájú kutatásokhoz képest az energia függvény előállítása különbözik, amelyhez a mérési tartományon mind az áram és az elmozdulás vonatkozásában köbös spline interpolációt alkalmaztam. A differenciálegyenletekben a kiegészítő mágneses energia hely szerinti deriváltja szolgáltatja a mágneses erőt, az áramerősség szerinti deriváltja a tekercs fluxusát, az áram szerinti második derivált a tekercs dinamikus induktivitását adja, míg a hely és az áramerősség szerinti vegyes derivált az indukált feszültség együtthatóját. Ezek alapján készítettem el a szelep szimulációs programját.

Irányítástechnikai megoldások önvezető járművek mozgásszabályozásában

Autonóm járművek esetében a mozgásszabályozás feladatára több megoldás létezik. Általában több absztrakciós szinten történik a szabályozás megszervezése: jármű szinten és a megvalósító aktuátorok szintjén. A hosszirányú és a keresztirányú irányítási feladatokat a legtöbb megoldás külön kezeli. Dolgozatomban a járműszintű szabályozás megtervezésével foglalkozok. Laterális irányban egy tervező részből álló optimalizáló algoritmust és egy hagyományos, PID szabályozóból álló szabályozó struktúrát, illetve egy model-prediktív szabályozó (MPC) algoritmust vizsgállok. Hosszirányú szabályozáshoz szintén több megoldást vonultatok fel, melyek valamilyen optimalizációt (pl. idő, energia) rejtenek maguk mögött. A megoldásokat egy saját készítésű szimulációs környezetben vizsgálom.

Cél, hogy a szimulációs eredmények alapján kvalifikálni lehessen az algoritmusokat, és ajánlásokat tehessek a legjobb megoldás kiválasztására.

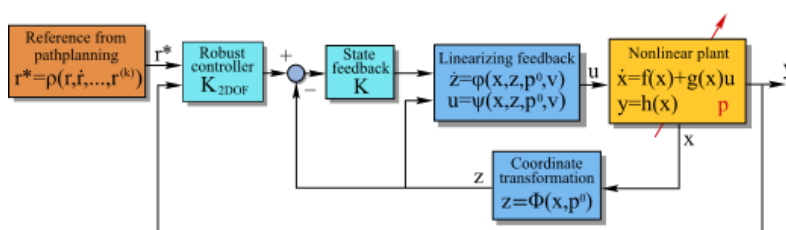
Design and validation of a two-degrees-of-freedom controller for mechatronic systems

A nemlineáris rendszerek irányításánál elterjedt módszerek egyike az úgynevezett egzakt linearizáció. Ez a módszer nemlineáris rendszerek bizonyos osztályainak irányításához egy statikus vagy dinamikus állapotvisszacsatolást és egy koordináta-transzformációt alkalmaz, hogy az így kapott zárt kör dinamikája lineáris, amely tehát jól kezelhető klasszikus szabályozástechnikai eszközökkel.

Az egzakt linearizációhoz azonban szükség van az irányítandó rendszer dinamikáját az elvárt működési tartományban megbízhatóan leíró matematikai modellre és az abban szereplő paraméterek megfelelő pontosságú értékeinek ismeretére, melyek működés közben akár változhatnak is. A modell és paramétereinek ismerete nélkül a zárt körnek nem csak a performanciája, hanem a stabilitása sem garantálható. Ráadásul az irányított fizikai rendszerekre külső zavarások hatnak (pl. mechanikai rendszernél a súrlódás, terhelésváltozás) és a méréseket zaj terhelheti. A dolgozat egy olyan módszert mutat be, amellyel biztosítható a vizsgált, egzakt linearizálható rendszerek stabilitásának és performanciájának robusztussága a paraméter bizonytalanságokkal, külső zavarásokkal és zajokkal szemben.

A dolgozat röviden áttekinti a kidolgozott módszer ismertetéséhez szükséges elméleti háttérrel és jelölésrendszert. Bemutatásra kerül a javasolt, kaszkád szabályozási architektúra és a külső visszacsatolásban található, robusztus működést biztosító szabályozó átvitelét meghatározó tervezés folyamata. A módszer egyaránt alkalmas soros és kétszabadságfokú robusztus szabályozók tervezésére, az utóbbi esetén jobb zavarelnyomási tulajdonságok biztosíthatók..

A tervezési módszer alkalmazhatóságát a dolgozat mechanikai rendszerekhez mutatja be. A szimulációk igazolták a performancia és a stabilitás robusztusságát, továbbá az IIT tanszék laboratóriumában található kétszabadságfokú robotkaron történt implementációnak köszönhetően valós, fizikai rendszeren végzett vizsgálatok is bizonyították a tervezett szabályozó előnyeit és alkalmazhatóságát.



Self-Learning Control of a Mechatronic System Using Gaussian Process

Napjainkban a modern számítógép-architektúrák megnövekedett számítási teljesítménye lehetővé teszi a gépi tanulásra épülő eljárások egyre szélesebb körű alkalmazását. Ezen algoritmusok többsége adaptív, azaz működés közben, a gyűjtött adatok alapján folyamatosan fejlődik, tanul. Gépi tanulást előszeretettel alkalmaznak olyan problémákra, mint például elektronikus levelek szűrése, gépi látás, vagy autonóm járművek irányítása.

Az irányítástechnikában elterjedt a lineáris modellek használata azok kezelhetősége és szilárd elméleti háttere miatt. A valóságban azonban számos fizikai, mechatronikai rendszerben tapasztalunk nagymértékű nemlinearitást, aminek következtében a lineáris modell nem képes a dinamika leírására a teljes működési tartományon. Mechatronikai rendszerekre jellemző nemlinearitás a száraz súrlódás, a mágneses telítődés stb. Napjainkban a nemlineáris identifikációs és irányítási módszerek széles skálája létezik ugyan, de gyakori összetettségük és általánosíthatóságuk hiánya miatt ipari alkalmazásuk még nem terjedt el.

A dolgozat célja a gépi tanulás és az irányításelmélet egyesítése, Gauss-folyamattal kiegészített nominális modell és modell prediktív irányítás (MPC) együttes alkalmazásával létrehozott öntanuló irányítási módszer fejlesztésének útján. Az így alkotott algoritmus mérési adatokat felhasználva képes kompenzálni a lineáris matematikai modell bizonytalanságait, komplex nemlineáris jelenségek hatásait, illetve gépspecifikus tulajdonságokat. Adaptív működéssel egyidejűleg képes biztonsági garanciákat biztosítani, flexibilis, és hatékonyan implementálható. A dolgozatban két különböző öntanuló eljárás van bemutatva, elsőként egy megerősítéses tanuláson alapuló explicit MPC. A módszer előnye a kisebb valós idejű számítási igény, hátránya azonban, hogy működés közben nincs minden biztonsági előírásra garancia biztosítva. A második öntanuló eljárás on-line optimalizációra épülő Gauss-folyamaton alapuló MPC, ami képes valós idejű optimális irányításra a szükséges fizikai kényszerek (vagyis biztonsági garanciák) betartásával egyidejűleg.

A tárgyalt irányítási stratégiák egy saját tervezésű, tintasugaras nyomtató mechanizmusából épített, vízszintesen megvezetett inverz inga egyensúlyozásán keresztül vannak bemutatva. Korábbi mérési adatok alapján a megvalósított rendszer jelentősen eltér a levezetett mechanikai modelltől, így indokolt az adatalapú, öntanuló irányítás alkalmazása.

Mintavételes nemlineáris rendszerek stabilitásvizsgálata

A pozíciószabályozás a mechatronika egyik alapvető feladata, ugyanis a műszaki gyakorlatban (robotika, automatizálás, telemanipuláció) gyakran egy előírt pozíció elérése vagy egy meghatározott pálya követése a cél. A szabályozók napjainkban szinte kizárólag számítógép segítségével kerülnek megvalósításra, melyek jellegükből eredően mintavételes rendszerek. Tervezésük során kulcsfontosságú szerepet kap a stabilitás kérdése, amely témával a szakirodalom a szabályozástechnika kezdete óta foglalkozik. A stabilitási kritériumok felállításához használt modellek bizonyos fizikai jelenségekre csak becslést adnak, vagy teljesen elhanyagolják azokat. Például a száraz súrlódás hatását stabilizáló jellege miatt a stabilitásvizsgálat során legtöbbször elhanyagolják. Ezen dolgozat célja a mintavételezés és a súrlódás hatásainak vizsgálata.

A mechatronika egyik széles körben elterjedt beavatkozó szerve az egyenáramú villamos motor, így célszerűnek bizonyult egy ilyen eszköz segítségével vizsgálni az effajta mintavételes, nemlineáris rendszereket. A stabilitásvizsgálat analitikus módszerekkel történő elvégzéséhez egy matematikai modell állítható fel a kísérleti eszközre. A modell paraméterei különböző paraméteridentifikációs módszerekkel optimalizálhatók, ezen felül külön vizsgálatra került a rendszer súrlódási karakterisztikája is. Sikert kellett volna pontosan illeszteni a modellt a motoron végzett mérési adatokhoz, így ebből kiindulva a stabilitásvizsgálatot a matematikai modellen is el lehetett végezni a stabilitási kritérium felállításával.

A számítási eredmények validálásához egy speciálisan erre a célra tervezett mérőrendszer készült el. A mérőrendszer képes hard real-time jelfeldolgozásra és szabályozásra, mindemellett a különböző szabályozási paraméterek (arányos tag, mintavételi idő stb.) dinamikusan változtathatók működés közben Simulink Desktop Real-Time környezetből. A cél egy olyan stabilitási térkép felállítása volt, ahol a mintavételezési idő és az arányos tag függvényében kereshető a stabil paramétertartomány. A hatékonyság növelésének érdekében a feltérképezés teljesen automatizálva történt, így több száz kísérlet futott le. A stabilitási határ keresése során az intervallumfelezési algoritmus többdimenziós kiterjesztése segítségével kevesebb mérés elvégzésével lehetett kellően pontos eredményt elérni.

Neurális hálózat alapú irányítások modellezése és analízise lineáris rendszerelméleti megközelítésben

Természetes igény a piacon, hogy a tervezett gépek évről évre jobban, pontosabban működjenek, többet tudjanak a korábbi modellekkel szemben. Nyilván ez az elvárás a szabályozásokat is érinti. A valóság lineáris rendszerrel történő közelítése azonban egy idő után gátat szab a pontosság növelésének, ugyanis az ilyen modelleken alapuló, széleskörűen alkalmazott klasszikus irányítástechnika nagy korlátja, hogy az elméletek leginkább csak a lineáris problémák esetére kidolgozottak.

Ezzel egyidőben a számítási kapacitás és az adattárolás rohamos fejlődésével egyre több helyen jelennek meg az adat alapú módszerek, mint a mérnöki tervezés eszközei. Nincs ez másként a modellezésben és szabályozások tervezésében sem. Neurális hálózatok alkalmazásával, amennyiben megfelelő adat áll rendelkezésre a problémáról, hatékony modellezés és irányítás készíthető. A módszer nagy hátránya, hogy nem lehet, vagy csak nagyon nehéz garanciát adni a zárt kör megbízható viselkedésére.

Ezen dolgozat keretében olyan szabályozásokat vizsgáltam melyekben mind a modellezés, mind a szabályzótervezés neurális hálózat alkalmazásával történik. A struktúra elemzése lehetőséget biztosít a zárt kör tetszőleges munkapontban történő linearizálásra, majd a kapott rendszerek kombinálásával politopikus lineáris rendszer létrehozására. Ezzel az LTV közelítéssel a tervezett szabályozás vizsgálható lineáris rendszerelméleti eszközökkel, következtetések vonhatók le a működés dinamikájáról, illetve a zárt kör stabilitása is meghatározható.

Development of an Attitude Determination and Control System for CubeSats on LEO orbits

A CubeSat szabvány megjelenése óta pályára állított több, mint 1000 kisműhold stabil szakmai alapot teremtett számos akadémiai és ipari műhely számára ahhoz, hogy a CubeSat rendszerekben alkalmazható technológiák új szintet érhessenek el. A megfigyelhető tendenciák alapján a korábbi, demonstrációs célú kisműholdak helyét komplexebb, magasabb követelményekkel rendelkező projektek fogják felváltani. A megnövekedett űrbéli jelenlét pedig számos lehetőséget tartogat magában a magasabb minőségű tudományos földmegfigyelési kísérletektől a telekommunikáció vagy műsorszórás területén kialakítható komparatív előnyökig.

Az új generációs kisműholdak esetében a megnövekedett minőségi elvárásoknak való megfelelés kifejezetten kritikus szempont a konstellációk esetében, a műholdak koordinációját és kooperációját biztosítandó. Annak ellenére, hogy a legtöbb CubeSat alacsony föld körüli pályán (LEO) teljesít küldetést, az űrkörnyezet továbbra is jelentős kihívásokat állít velük szemben, kiváltképp, hogy a költségek minimalizálása érdekében felettébb gyakori a hagyományos kereskedelmi forgalomban kapható (COTS) komponensek használata. A számítási teljesítményre, energiafogyasztásra, tömegre és térfogatra vonatkozó szűkös keret alapvető fontosságúvá teszi az egyes alrendszerek közti szinergiák kihasználását.

A műhold orientációjának meghatározásáért és szabályozásáért felelős alrendszer (ADCS) egyike a misszió sikeres teljesítése szempontjából leginkább kritikus platformkomponenseknek. Jelen munka célkitűzése, hogy a szakirodalom legújabb eredményeinek és a tudományos műhelyek által elkészített prototípusok áttekintésére alapozva, egy olyan ADCS alrendszer kerüljön megtervezésre, mely robusztus módon képes orientációmeghatározásra és -szabályozásra. Ehhez a Kálmán-szűrő módszertana, valamint egy hibrid szabályozási megközelítés került felhasználásra. A pontos és megbízható működés mellett további cél volt a szükséges számítási teljesítmény, s így az energiafogyasztás, minimalizálása is.

Az alrendszer tervezésének részletes áttekintését követően az implementációs környezet kérdése is tárgyalásra kerül. Az algoritmusok verifikációja érdekében Python nyelven megvalósításra került egy szimulációs keretrendszer, mely lehetővé tette a különböző üzemmódok részletes vizsgálatát.

Paraméterérzékenységi vizsgálat adaptív back-EMF állapotbecslőn alapuló sebességérzékelő nélküli állandó mágneses szinkron gép sebességszabályozásához

Ebben a dolgozatban egy állandó mágneses szinkron géphez csúszómód alapon működő adaptív hurokerősítésű, back EMF megfigyelővel működő, sebesség- és pozícióérzékelő nélküli hajtásszabályozást terveztem. A tervezett hajtásszabályozásnak vizsgáltam a paraméterérzékenységét és összehasonlítottam más kialakítású csúszómód alapú állandó mágneses szinkron gép hajtásszabályozási módszereivel. A sebesség- és pozícióérzékelő szenzorok állapotbecslővel való helyettesítése lehetőséget nyújt a villamos hajtás költségének a csökkentésére, valamint az érzékelők üzem közbeni meghibásodásának kiküszöbölésére. A dolgozatban megtervezett állapotbecslő csúszómód elven működik. Az ezen elven működő szabályozók jó üzemi tulajdonságokat mutatnak, ugyanis a paraméterváltozásra kellően érzéketlen, robusztus szabályozás érhető el alkalmazásukkal, azonban hátrányuk a működésük közbeni csattogás. A csattogás jelensége a becsült érték gyors ingadozását jelenti, ami a villamos hajtás üzemének minőségét befolyásolja. A csattogás mértéke jelentősen csökkenthető a megfigyelő megfelelő hangolásával, valamint a nem folytonos szignum függvény helyett a 0 érték környékén folytonos átmenetet biztosító szigmoid függvény alkalmazásával. A megfigyelő adaptív hangolásával növelhető annak a területnek a tartománya, ahol az állandó mágneses szinkron gép sebességszabályozása megfelelően üzemel. Azonban a pozícióbecslők tervezéséhez szükség van a villamos hajtásra jellemző paraméterekre, mint például a szinkron gép ellenállására, vagy az induktivitására, ezek a paraméterek viszont a szinkron gép működése során változhatnak, például hőmérsékletváltozás során. A paraméterek pontatlan ismerete, továbbá a paraméterek üzem közbeni változása pedig szintén ronthatja a villamos hajtás üzemének a minőségét.

A dolgozatban modell alapú fejlesztőkörnyezetben (Matlab Simulinkben) a tervezett adaptív back EMF csúszómód alapú megfigyelő működését vizsgálok zárt hurokban, és hasonlítom össze klasszikus back EMF csúszómód megfigyelővel, továbbá hagyományos felépítésű csúszómód megfigyelővel megvalósított hajtásszabályozással, valamint a pozíciószenzort alkalmazó hajtásszabályozással. Az összehasonlítás során vizsgálom a hajtásszabályozások paraméterérzékenységét adott üzemi tartományon, az állórész ohmikus ellenállásának, illetve a forgórész mágneses fluxusának változtatásával.

ROBOTIKA



**Műszaki Tudományi
Szekció**

SZUCSÁN TAMÁS
szucsan.tamas98@gmail.com

Szegedi Tudományegyetem
Mérnöki Kar

Témavezetők:
Dr. Sarcevic Péter
főiskolai docens, SZTE MK
Kóczi Dávid
mechatronikai mérnök, Solvelectric Technologies Kft.

Eldobott tárgyak elkapására alkalmas robotkar alapú rendszer megvalósítása

A szakdolgozatom célja az volt, hogy egy kamera alapú rendszer segítségével valós időben képes legyen egy labdát elkapni egy ipari robotkar segítségével. A dolgozatban szó esik a kollaboratív robotkoról, és a képfeldolgozás alapjairól. A labda pályáját képfeldolgozás segítségével határozom meg, hisztogramküszöbölés segítségével. Az elkapáshoz egy elkapó kosarat is terveztem, amit 3D nyomtatás segítségével lett elkészítve a Műszaki Intézet épületében. A központi egységnek a laptopomat választottam, ami a kamerával, és az UR5 robotkar vezérlőegységével kommunikál. A választott protokoll a Laptop és a robot között a MODBUS volt. A kamerán keresztül beérkezett adatot LabVIEW program segítségével dolgoztam fel, ahol a képfeldolgozás, a várható pálya számítása történt. Azt a pontot, melynél a labda már leesik az asztalról, egy egyszerű egyenes egyenletével határoztam meg, mely esetében mind a két utolsó érzékelt pontot vette figyelembe.

Intelligens Humanoid Robot

A humanoid robotok irányítási feladatának a megközelítése, a mesterséges intelligencia felhasználásával, lehetőséget ad egy új vezérlési módszer kidolgozására, amely révén a komplex rendszerek felhasználási területei jelentősen bővíthetnek.

Az egyik legígéretesebb módszer erre a feladatra a megerősítő tanulás, mivel ez igen hasonlatos ahhoz, ahogy a kisgyermek megtanulja a környezetétől szerzett visszajelzések alapján, hogy mely próbálkozások révén sikerül elérni a kitűzött célt.

A dolgozat témája, annak vizsgálata, hogy milyen módon tudunk egy intelligens ágenszt megtanítani egy saját tervezésű, huszonhat forgásponttal rendelkező humanoid robot vezérlésére. A munka célja annak elérése, hogy az ágens próbálkozások során tanulja meg, hogy milyen módon képes az egyensúlya fenntartására, illetve, hogy milyen mozgás szekvenciák révén tud hatékonyan, egyenes vonalban mozogni. A tanítás, a megerősítő tanulási módszer alapján valósult meg, a vezérelni kívánt robot háromdimenziós mechanikai modellje és egy erre a célra kialakított szimulációs környezet révén. Az ágens, mesterséges idegsejt hálók felhasználásával van megvalósítva, a Cselekvő-Kritikus (Actor-Critic) modell alapján.

Ez lehetővé teszi, hogy az ágens a szimuláció alapján lévő tanulási fázis végeztével, a valós rendszerbe történő beültetés után is képes legyen a továbbtanulásra, a valós környezethez való alkalmazkodásra.

TIHANYI GERGELY
tihanyi.gergely1@gmail.com

Óbudai Egyetem
Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar

ZARDIKAN DZSANBOLAT NAJMAN
najmi00000@hotmail.com

Óbudai Egyetem
Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar

VÁLÓCZY ELEK SEBESTYÉN
sebinho.sebi@gmail.com

Óbudai Egyetem
Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar

ZILAHY ISTVÁN
istvan.zilahi98@gmail.com

Óbudai Egyetem
Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar

*Témavezető:
Sándor Tamás
adjunktus, OE KVK*

Játssz stratégiai játékot egy delta robot ellen!

Az Országos Tudományos Diákköri Konferencián bemutatásra kerülő dolgozatban egy általunk fejlesztett delta robotot prezentálunk, ami ellen jelenleg amőbát lehet játszani. A robot mechanikája, az alkalmazott mesterséges intelligencia, a képfeldolgozó algoritmus, a léptetőmotorvezérlő szoftver és az Androidos applikáció mind a saját fejlesztésünk.

A robot mesterséges intelligencia segítségével a legoptimálisabb helyre teszi a játékhoz felhasznált színes korongokat. Az Androidos alkalmazáson keresztül kiválasztható pár beállítás: telefonról vagy kézzel való irányítás, a pálya mérete és a nehézség. A kézzel való játék esetén Raspberry Pi kamera modult használunk annak érdekében, hogy meghatározzuk a pályán lévő különböző színű korongok helyzetét. Abban az esetben, ha a telefonról szeretnénk játszani, akkor a mobil kijelzőjén követhető a játék menete és az állása. A beállításokat vezeték nélküli kommunikáción (Bluetooth-on) keresztül átküldjük a Raspberry Pi-nak, ami irányítja a három léptetőmotorvezérlőt.

A célunk egy olyan komplex rendszernek az elkészítése, amellyel mindenki meg tudja mérettetni magát egy stratégiai játékban egy mesterséges intelligenciával rendelkező berendezés ellen. Annak érdekében, hogy az is, aki kevésbé tapasztalt, illetve az is, aki haladó szintű, örömet tudja lelteni a játékban, több nehézségi szintet implementáltunk, amelyek közül a játékosnak lehetősége van választani. A rendszer számon tart különböző adatokat: a játékos és a robot reakcióidejét, a játékok teljes időtartamának az átlagát, a győzelmek, vereségek, döntetlenek százalékos arányát és a játszmák számát. Ezeket szeretnénk felhasználni arra, hogy a robot képes legyen nehézségi szintet ajánlani a felhasználó számára.

Kábelrobot modell tervezése

A kábel robotok használata széleskörűen elterjedt. Megtalálhatók az iparban, mint magas raktárak logisztikai feladatát ellátó eszközök, vagy a repülőiparban nagyméretű összeszereléseit segítő és kiegészítő eszközök, ehhez hasonlóan napelem-farmok építésében is feltűnnek. Bizonyos közlekedési eszközök vezetési élményének szimulálásában, vagy stadionokban rendezett sportesemények közvetítésében is szerepet kapnak az ún. skycam kábel robotok. Végül, de nem utolsó sorban még az egészségügyi szektorban is találkozunk huzal robottal a rehabilitáció egyes gyakorlataiban.

Mai napig számos tanulmány tárgyát képezik ezek a robotok, főként a vezérléssel kapcsolatban: a pozícionálási, orientálási pontosítását vagy a maximális sebesség elérését tűzve ki célul. Az a modell, amit én terveztem és építettem, egy síkmozgást végző kábel robot, amelyhez szükség volt négy DC motor összehangolt vezérlésére. Minden egyes motorhoz tartozik egy mikrovezérlő, ami egy H-hídon segítségével adja meg a forgásirányt, és PWM jellel szabályozza a sebességet. A visszacsatolás jelét a motorban lévő forgó jeladó szolgáltatja. A tesztberendezés egy tetszőleges, programozott pályát előre definiált poligonnal közelíti. A folyamatos mozgás elérése és a közelítési hiba minimálisra csökkentése céljából a vezérlésben résztvevő eszközök sebességét növelve, és a közelítő poligon oldalhosszát csökkentve érhetünk el kedvező működést.

A dolgozatomban áttekintem a kábelrobotok szakirodalmát; részletezem az általam tervezett modell kinematikáját; ismertetem az üzemelésében található elektronikai eszközöket. Továbbá a vezérlés elvi struktúráját is bemutatom, a vezérlő egység felépítéséről is írok illetve az elkészült tesztberendezést is bemutatom. Végül az egyik fejezetben azt elemzem, hogy milyen pontossággal működik most a rendszer, és hogyan fejleszthető tovább.

Mobilis robot parancsszavas vezérlése neuronhálós megvalósítással

A dolgozat célja, egy olyan beszélőfüggetlen hanggal vezérelt parancsszó felismerő program fejlesztése, amely alkalmas különféle mobilis robotok vezérlésére. Lényeges, hogy ennek megvalósítását elérhető hardware eszközökre lehessen letölteni és ezeket az eszközöket megfelelő módon integráljuk egy működő rendszerbe.

Az előkészítés alatt két lehetőséget tanulmányoztam. Az egyik a klasszikus Rejtett Markov Modellen alapuló beszédfelismerés, míg a másik a konvolúciós neuronhálókra alapuló mély tanulmányos beszédfelismerés. Tekintettel a neuronhálók jövőbeli szerepére és felismerési pontosságára, a gyakorlati megvalósításhoz a második módszert választottam.

Dolgozatom elkészítéséhez a Tensorflownevű nyílt forráskódú keretrendszert használtam, amelyben felépítettem egy olyan konvolúciósneuronhálót, amely alkalmas a beszélőfüggetlen parancsszavak felismerésére, majd a betanított neuronháló lementhető bármilyen Linux, Windows, vagy Android operációs rendszerre. Tekintettel az elterjedtségére, én az Android alapú okostelefont választottam céleszköznek, amelyen a betanított mesterséges intelligencia felismeri a parancsszavakat, majd bluetooth csatornán keresztül küldi ki a megfelelő vezérlőjelet egy Arduino mikrovezérlőnek, amely a felismert vezérlőjeleknek megfelelően vezérli a mobilis robotot. A mobilis robot gyakorlati megvalósítása a kereskedelembe található rádiófrekvenciás távirányítós játékautó jelenti, amelyet átalakítottam parancsszavakkal vezérelhető játékká.

Az eddig elért eredmények azt bizonyítják, hogy ez egy járható út, viszont gondot jelent a folyamatos beszéd kiszűrése, pontosabban a nem parancsszavakat tartalmazó folyamatos beszédfelismerés. Ezt a jövőben úgy szeretném kiküszöbölni, hogy nagyobb adathalmazt használjak, még azokból a szavakból is, amelyek nem parancsszavak. Így a neuronháló könnyebben különbözteti meg a valós parancsszavakat a csak rájuk hasonlóaktól.

NAGY LEHEL
nagylehel76@yahoo.com

Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem
Kolozsvári Kar

TORDAI LÓRÁND
lorand.tordai@yahoo.com

Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem
Kolozsvári Kar

*Témavezető:
dr. Márton Lőrinc
egyetemi tanár, RO EMTE MVK*

Mobilis robotszakaszok irányítása

Napjainkban a technológia fejlődése lehetővé teszi olyan intelligens eszközök kifejlesztését, amelyek segítségével a járműveket önvezetővé tehetjük. Munkánk során egy önvezető robotautó csapatot alkottunk kisméretű mobilis robotokból laboratóriumi körülmények között. Robotcsapatunk képes önállóan egy sötét alapon lévő világos színnel jelölt pályán haladni egy vezért követve. A robotokra felszerelt lézeres távolságmérő érzékelők segítségével a robotok képesek egymás között konstans előírt távolságot tartani és az ütközéseket elkerülni. A robotcsapat felügyeletére és lokalizációjára egy web alapú szoftvert készítettünk. Tovább fejlesztésként egy képfelismerő algoritmus segítségével meghatározzuk a robotcsapat minden tagjának a helyzetét, lehetővé téve a formációban haladást sávkövetés nélkül is.

Terep osztályozásra alkalmas rendszer megvalósítása mobil robot segítségével

A munkám alapvető célja egy talajosztályozásra alkalmas mobil robot összeállítása. Elsődlegesen arra kérdésre kerestem a választ, hogy mennyire működik pontosan egy ilyen talajosztályozó mobil robot, ha inerciális szenzort használok.

A feladat elvégzéséhez egy általam összerakott mobil robotot használtam. A számítások elvégzését egy ESP32 mikrovezérlő végzi, illetve a mérési adatokat egy MPU6050 6 tengelyű gyorsulásmérő és giroszkóp szolgáltatja.

A mobilrobot programozását Arduino IDE programozó felületen végeztem az ESP 32 bővítménycsomaggal. Áramforrásra helyezéskor elkezdődik a szenzorok kalibrálása, majd beindulnak a motorok és a szenzor gyűjti az adatokat. 6 különböző talajon végeztem méréseket melyek beton, füves, linóleum, padló, szőnyeg és térkő, illetve mindegyik talajon 4 különböző mérést végeztem.

Az adatok kiértékelését Matlab programozó környezetben végeztem. A mérési adatokból ellenőrzés céljából készítettem grafikonokat.

Az időtartománybeli mérési adatokat gyors Fourier transzformáció segítségével átalakítottam frekvenciatartománybeli jelekké. Ehhez a művelethez szintén a Matlab programozó felületét használtam. Az transzformációt elvégeztem 128-as és 64-es FFT méretekkkel. A transzformáció után tengelyenként 24 adatsort tudtam felhasználni a későbbiekben. Az amplitúdó spektrumokról ellenőrzés céljából grafikonokat készítettem.

A frekvenciatartománybeli mérési adatokból jellemzőket nyertem ki, melyek a neurális hálózatok bemeneteit alkották. Összesen 6 darab jellemzőt nyertem ki.

A neurális hálózatokat Matlab programozó felületen készítettem el és többretegű perceptron hálózatokat használtam. Minden talajról 3 mérést használtam tanításra és 1-et tesztelésre. A 6 tengely 6 jellemzője adta a 36 bemeneti neuront. 5, 10, 20 rejtett neuront használtam, melyek pontosságát összehasonlítottam. A 6 talaj adta a 6 darab kimeneti neuront.

A neurális hálózatok pontosságát 4 féleképpen hasonlítottam össze.

Felismerési arányok tesztelési adatokon 86,8 - 99,1%-osak voltak. A legpontosabb hálózat a 128-as FFT, 100%-os kitöltöttségű, 20 rejtett neuron felhasználásával adódott. Ha ismeretlen adatokon teszteltem, a felismerési arányok 72,9 – 96,5%-osak voltak. A legpontosabb hálózat itt is a 128-as FFT, 100%-os kitöltöttségű, 20 rejtett neuron felhasználásával adódott. Ebben a hálózatban a Beton, füves, szőnyeg és térköves mintákat 100%-ban pontosan tudta osztályozni. A linóleumos talajt 12%-ban osztályozta padlónak, illetve a padlót 8%-ban osztályozta linóleumnak.

Tűzszerész robot

A robbanóanyagok felhasználása végig kíséri jelenlegi társadalmunk, kultúránk kialakulását. Történetük a lőpor felfedezésével i.e. 700 körül, Kínában indult, melyet követően technológiai ugrást csak a XVII. és XIX. század hozott, először az iniciáló, majd a brizáns robbanóanyagok felfedezésével. Alkalmazásuk sajnálatos módon nem csak ipari célból történt. A robbanóanyagok történetét a katonai, és a pusztításra történő felhasználás is árnyalja.

Számos esemény közül a tűzszerész történelem szempontjából talán legfontosabb az 1874. október 2-án, a londoni Regent's Canal-nál elkövetett robbantás volt. Az incidenst Sir Vivian Dering Majendie a Királyi Tűzszerész őrnagya vizsgálta ki csapatával, és akinek vezetésével később megalakult az első civil tűzszerész egység. Mindez az I. világháború kezdetére odáig fejlődött, hogy a tűzszerész egységek/alegységek már bevett eljárásokat alkalmaztak. Napjainkban azonban a tűzszerészeknek nem csak a háború szomorú maradványaival kell megküzdeniük, hanem az aszimmetrikus hadviselés sajátossága által a különböző terror szervezetek és terroristák által - egyszerűsége és nagy határfoka miatt előszeretettel – alkalmazott, úgynevezett improvizált robbanószerkezetekkel, ismertebb nevén házi készítésű pokolgépekkel.

Ezen incidensek mára nem csak a műveleti területeket érintik, hanem a hátszágokat is. Az „Action on Armed Violence” portál 32.102 halálos áldozatot és sérültet jegyzett világszerte, melyet robbanószerkezet okozott 2018-ban, és ami angol nyelvű médiában megjelent. A támadások áldozatainak 70%-át (22.335) a civil lakosság szenvedte el, amelyből 43% (9.615) volt halálos és 57% (12.720) volt a robbanásban sérült áldozatok aránya.

Az említett számok azt gondolom, alátámasztják a tűzszerész szakma létének és fejlesztésének fontosságát. A tűzszerész eljárások legfontosabb alapelve az élet megóvása. Ez elsősorban a civil lakosság, emellett a tűzszerész csoport tagjai életének megóvását jelenti. A tűzszerész számára ez a távolról vagy fedezékből történő hatástalanítással biztosítható, ami távirányítású eszközök által kivitelezhető. Számomra, tűzszerészként ezért is kiemelt fontosságú dolgozatom témája, egy működő tűzszerész robot (konceptió modell) megvalósítása.

TELEKOMMUNIKÁCIÓ



**Műszaki Tudományi
Szekció**

A Föld körüli, űrbéli rádiófrekvenciás szennyezettség ábrázolása a SMOG projekt mérései alapján

2019. december 6-án állt pályára a műegyetemi fejlesztésű második és harmadik magyar műhold, a SMOG-P és az ATL-1. Mindkettő fedélzetén helyet kapott egy-egy rádiófrekvenciás spektrumanalizátor, melyek segítségével első alkalommal került megmérésre a Föld körüli pályán érzékelhető, a felszíni digitális TV adók által az űrbe kisugárzott rádiófrekvenciás jelek erőssége. Dolgozatunkban bemutatjuk, hogy hogyan készítettünk a nyers, űrből kapott adatokból két- és háromdimenziós rádiószmog-térképeket.

A műholdak kis mérete és korlátozott teljesítménye miatt azokon nem kapott helyet orientációs szabályozó-rendszer, a fedélzeti antenna pedig jelentős iránykarakterisztika fluktuációval rendelkezik, ezért erősen szelektálni kellett a mért adatokat. A mérési pontok térbeli helyzetét, sűrűségét a műhold pályája és a földi állomással való kommunikáció sávszélessége is korlátozta, így jelentős térbeli interpolációra is szükség volt. A távolsággal inverz négyzetesen súlyozott interpolációt a mért RSSI értékek frekvenciatartománybeli átlagából visszaszámolt teljesítmény-értékeken végeztük. Ennél figyelembe kellett venni, hogy a mért pontok gömbfelületen helyezkednek el, így az interpoláció egy megfelelően sűrű ikozahedrális hálón történt.

Továbbiakban az immáron szűrt, interpolált adatok látványos megjelenítése volt a cél. Ezt egy JavaScript technológián alapuló webalkalmazás segítségével értük el. Ez a feldolgozott adathalmazt alapján különféle módokon (diszkrét mérési pontok, folytonos interpolált eloszlás, kontúrvonalak stb.) tudja megjeleníteni. Az oldal interaktív, így a felhasználó képes frekvencia szerint szűrni az eredményeket, valamint képes befolyásolni a megjelenő objektumok egyes tulajdonságait. A megjelenítéshez a WebGL alapú THREE.js nevű könyvtárat vettük igénybe.

Munkánk eredményeként egy teljes adatfeldolgozási lánc készült el, amely a Föld körül keringő zseb-műholdak által szolgáltatott nyers mérési eredményekből a saját fejlesztésű program és weboldal segítségével jeleníti meg a Földet körülvevő űrbéli rádiófrekvenciás szennyezettség legjobb jelenlegi becslését. A kifejlesztett környezet bővíthető, de már jelen állapotában is képes a jövőben indítandó, hasonló misszióval rendelkező műholdak adatainak feldolgozására.

Egészségfelügyeleti és biztonsági karpánt LoRaWAN technológiával

Az Egészségfelügyeleti karpánt alapelve az volt, hogy minél több emberéletet tudjak megmenteni azáltal, hogy az őket ért balesetről a lehető leghamarabb tájékoztatom az illetékeseket, akik lehetnek egészségügyi szervezet, mentőszolgálat, gondozók, hozzátartozók. Munkám során elkészítettem egy olyan karpántot, ami a viselője életfunkciói közül a pulzust folyamatosan monitorozza, képes érzékelni az elesést, valamint a beépített helymeghatározási funkcióval segít megtalálni a bajba jutott személyt.

Léteznek már a piacon, olyan testen hordható eszközök, amik tudják figyelni az életfunkciókat, azonban ezek hatótávolság és energiafogyasztás szempontjából nem a legideálisabbak, illetve az adataik továbbításához GSM, Bluetooth vagy internet hozzáférés szükséges. Ezeken kívül, a legtöbb ilyen műszer nem alkalmaz személyazonosítást, ami nélkül illetéktelenek is használhatják őket, minden felelősség nélkül.

Az általam készített eszköz LoRaWAN technológiát használ. Ez által a távolság okozta nehézségek leküzdhetők és a beépített biometrikus azonosítás lehetővé teszi, hogy csak a felhatalmazott személyek használhassák a karpántot. Ezzel együtt, olyan funkciók is bevezetésre kerülhetnek, amelyek az emberek közti személyes kontaktus ellenőrzését végzik. Például egy ápoló, vagy orvos rendszeres látogatása követhető ezzel a személyazonosítási módszerrel.

Az általam korábban végzett szóbeli felmérés alapján az idősek biztonságosabbnak éreznék a hétköznapijait egy ilyen eszköz viselésével és a hozzátartozók is nagyobb biztonságban tudhatnák szeretteiket. Emellett az olyan intézményekben – időotthonokban, nyugdíjas-otthonokban, kórházakban- ahol több embert kell nagyobb szigorúsággal felügyelni, szintén hatékonyan használható az általam tervezett felügyeleti karpánt.

Elektromágneses elrejtés tranziens szimulációja az FDTD módszerrel

Az elektromágneses hullámok irányításának elmélete jelentős fejlődésnek indult az elmúlt két évtizedben, amely ezzel párhuzamosan olyan speciális tulajdonságú anyagok kialakítását tette szükségessé, amelyek a természetben nem fordulnak elő, így mesterséges struktúrákkal tudjuk ezeket megvalósítani. Az ilyen céllal készült, hullámhosszhoz képest kis elemekből álló periodikus struktúrákat nevezzük metaanyagoknak.

Az elektromágneses hullámok befolyásolásának egyik lehetősége, amikor egy erősen szóró objektum körül úgy vezetjük el a hullámot, hogy az minél kevésbé lépjen kapcsolatba magával az objektummal, ily módon minimalizálni tudjuk a szóródást. Az említett alkalmazási területet nevezzük elektromágneses elrejtésnek, amihez az első megvalósítás 2006-ban történt mikrohullámú tartományon [1], ahol egy speciális anyagú köpenyvel vették körbe az elrejtendő fémhengert. Az egyik lehetőség a köpeny anyagának meghatározására a transzformációs optika, mely szerint a megfelelő koordináta-transzformáció segítségével az eredetileg bonyolult elektromágneses problémát egy egyszerűbbre tudjuk visszavezetni.

A probléma időtartománybeli vizsgálatára egy lehetőség az FDTD módszer, aminek megvalósításához figyelembe kell vennünk az elrejtő köpeny anizotrop tulajdonságát és az anyagparaméterek szélsőséges értékét.

A dolgozatban bemutatásra kerül egy anizotrop FDTD algoritmus, amely segítségével szemléltetjük az elektromágneses elrejtés jelenségét a transzformációs optika alkalmazásával.

Az algoritmushoz szükséges elméletet részletezzük, ezzel támogatva az elkészült, nyilvánosan elérhető FDTD programcsomagot Matlab környezetben. A szimuláció alkalmas az elektromágneses elrejtésre használt eszköz tranziens modellezésére. Az elrejtő köpeny megvalósításához szükséges anizotrop anyagparaméterek is levezetésre kerülnek.

Elsőként egy hagyományos réteges szerkezetű antireflexiós bevonatot tanulmányozunk, ami tekinthető az 1D elrejtésnek. Ezután egy 2D hengeres elrejtő köpeny tranziens viselkedését vizsgáljuk, melynek során a széles frekvenciasávval gerjesztő beeső hullám szóródása alapján vonunk le következtetéseket. Az elkészült munka tartalmazza a téma elméleti összefoglalását, történeti áttekintését, valamint egy programcsomagot, szemléltetés céljából.

[1] Schurig, D., Mock, J. J., Justice, B. J., Cummer, S. A., Pendry, J. B., Starr, A. F., Smith, D. R. "Metamaterial electromagnetic cloak at microwave frequencies", Science, 314(5801), pp. 977–980, 2006.

Erősített spontán emisszió alapuló kvantum véletlenszám-generátor

Manapság egyre több helyen mutatkozik igény valódi véletlen bitek generálásra, melyekhez feltétlenül szükséges valódi véletlenszám-generátor (TRNG), hiszen az algoritmus alapján dolgozó generátorok kimenete a bemenet ismeretében determinisztikusan meghatározható. Dolgozatomban szeretném bemutatni az általunk kidolgozott kvantum-véletlenszámgenerátort. Ez a generátor erősített spontán emisszió elvén működik (ASE), melynek elméleti háttere alkotja az első fejezetet. A jelenség kvantumos folyamat, így teljesen véletlenszerű, emiatt tökéletesen alkalmas valódi véletlen bitek generálására. A második fejezetben a kipróbált összeállítások előnyeit és hátrányait mutatom be, melyekből levonva a következtetéseket, megalkottuk a legjobb rendszer-összeállítást, melyben az erősített spontán emissziót kihasználó, optikai erősítők játszanak főszerepet. A harmadik fejezet a megfelelő mintavételezési frekvencia kiválasztásáról szól ahhoz, hogy a lehető leggyorsabb generátorról beszéljünk amellet, hogy elkerüljük az egymást követő bitek közti korrelációt. A negyedik fejezetben az utófeldolgozásról olvashatunk, mellyel drasztikusan javult a véletlen bitek minősége. A legutolsó fejezetben bemutatom az általam felprogramozott mikrovezérlőt, aminek segítségével mindenki számára lehetővé válik a valós időben történő véletlenszám-generálás, amit egy weboldalról tehetünk meg.

Innovatív fejlesztések az emberiség jövőjének és biztonságának az érdekében II.

Ez a dolgozat bemutatja egy IoT termékcsalád további fejlesztését, amely az Innovatív fejlesztések az emberiség jövőjének és biztonságának az érdekében I. című dolgozatom folytatása. Napjainkban egyre fokozódó problémát jelent a klímaváltozás és annak hatásai, mint például az aszály, az ivóvíz készletek csökkenése és a mezőgazdasági termények minőségi és mennyiségi romlása. Azonban, nem lehet figyelmen kívül hagyni az olyan problémákat sem, mint a légszennyezettség emberekre gyakorolt hatása, a nagyszámú lakástűzek és az egyre növekvő szén-monoxid mérgezések száma. Emellett egyre jelentősebb igény merül fel a hétköznapiakat megkönnyítő IoT megoldások alkalmazására úgy, mint a vagyonsvédelmi rendszerek, elektronikus kényelmi rendszerek vagy automatizált épületgépészeti rendszerek. Ezek a megoldások könnyebbé és biztonságosabbá teszik az életünket, illetve fontos adatokat szolgáltatnak, amelyek tudatában javíthatjuk életminőségünket. Kutatásom egyik célja egy okos öntözés támogató rendszer megtervezése, a megfelelő kommunikációs módszer kiválasztása, és a szükséges mérendő paraméterek meghatározása, figyelembe véve az energia hatékonyságot. Az eszköz célja, hogy az összegyűjtött adatokat tárolva és elemezve, az időjárási adatok összevetése mellett lehetséges legyen a növény-specifikus öntözés meghatározása. Kutatásom második célja egy tűz és füst, illetve egy CO mérőeszköz megtervezése, amelyknél fontos szempont a megbízható, hosszú időtartamú akkumulátoros működés. Kutatásom további célja egy külső és egy belső környezeti paramétereket mérő eszköz megtervezése, amely hőmérséklet, páratartalom és környezeti fényérés mellett alkalmas légszennyezettség mérésére, mindezt vezeték nélküli kommunikációval alacsony fogyasztás mellett. Kutatásom negyedik célja egy új típusú mozgásérzékelő megtervezése, amely a mozgásérzékelés mellett a jelenlétet és a hangot is képes érzékelni. Kutatásomban mindezek mellett foglalkozok még földgázérzékelő fejlesztésével, illetve víztisztító – újrahasznosító rendszer tervezésével is. Dolgozatomban részletesen bemutatom az eddig elért eredményeket, fejlesztéseket és módosításokat. Dolgozatom tárgyát képző kutató - fejlesztő tevékenységemet az Innovációs és Technológiai Minisztérium és a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal ÚNKP-19-2 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával végeztem.

LSTM-based anomaly detection on time-series data

Ahogy egyre több és több eszköz (PC, mobiltelefon, szerver, szenzor stb.) csatlakozik számítógépes hálózatokhoz, úgy lesz azok infrastruktúrája egyre komplexebb. Ezen hálózati eszközök, rendszerek és szolgáltatások folyamatos felügyelete manapság lényegesebb, mint valaha. Ennek számos haszna lehet, mint például üzemzavar előrejelzése; leállások elkerülése azáltal, hogy előre azonosítjuk azok jeleit; rendszerek teljesítményének monitorozása; továbbá rendszerek biztonságának felügyelete és az esetleges támadások észlelése.

Hagyományos módszerekkel azonban ezeket a funkciókat megbízhatóan, hatékonyan, valós időben megvalósítani koránt sem egyszerű feladat. Ezt segíti elő a hálózati telemetria paradigmája, mely egy modern eljárás a hálózati eszközökből kinyerhető, idősor alapú telemetria adatok gyors, hatékony és automatikus begyűjtésére. A begyűjtött adatokat azonban fel kell dolgozni, hogy képesek legyünk detektálni a helytelen működésre utaló jeleket, amit gépi tanuló algoritmusok segítségével lehet hatékonyan megvalósítani. Ezt a folyamatot nevezzük anomáliadetekciónak.

Ez a dolgozat kifejezetten az anomáliadetekcióra összpontosít új megvilágításba helyezve annak idősor alapú telemetria adatokon történő használatát. Az irodalomkutatás során az ún. Long Short-Term Memory (LSTM) alapú, ReRe elnevezésű algoritmust azonosítottuk, mint a jelenleg elérhető leghatékonyabb eljárás. Azonban vizsgálataink azt mutatták, hogy még ez az eljárás is számos limitációval rendelkezik. Ezért a dolgozatban bemutatjuk az algoritmus általunk továbbfejlesztett, Alter-Re²-nek elnevezett változatát, melyben az eredeti eljárást az ún. öregítés módszerével, illetve az adatok egy csúszóablakban való feldolgozásával egészítettük ki. Az így elért performancia javulás ígéretes, az Alter-Re² algoritmus átlagosan háromszor jobban, de legalább úgy teljesített, mint a ReRe tíz különböző adatsoron végzett vizsgálatainkban.

Továbbá a dolgozatban kitérünk arra, hogyan függ a ReRe és az Alter-Re² algoritmusok megbízhatósága és pontossága az elemzett adatsor típusától. Kategóriákba soroljuk a feldolgozott adatsorokat az adatok mintázatai alapján, majd elemezzük az algoritmus működését kategóriánként.

Meggyőződésünk, hogy az Alter-Re² előnyösen használható számos területen, ahol gyors és pontos anomáliadetekcióra van szükség, mint például a hálózati telemetria, IoT szenzorfolyamok, behatolók, hibák, csálások észlelése esetén.

BÁN BOTOND
botiban22@gmail.com

Középiskolai hallgató
Gödöllői Református Líceum Gimnázium

TÓTH KRISTÓF
tkristof2000@gmail.com

Középiskolai hallgató
Gödöllői Református Líceum Gimnázium

DÉNES CSENGE NAPSUGÁR
csengenapsugar09@gmail.com

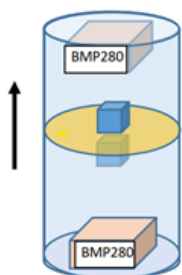
Középiskolai hallgató
Gödöllői Református Líceum Gimnázium

*Témavezető:
Dr. Seres István
egyetemi docens, SZIE GÉK*

Specific sensor development for the GRLSAT, the "satellite" built for the 2019 Cansat Competition

Az Európai Űrügynökség (ESA) 2019-es műhold építő versenyén, amelyen egy kólásdoboz méretű műholdat (CanSat) kellett az ESA által megadott feladatokra tervezni és megépíteni, a gödöllői Református Líceum diákjaiból álló csapatunk (a GRLSat csapat) képviselte Magyarországot.

A verseny során a megépített eszköznek részben kötelező feladatokat kellett ellátnia (hőmérséklet és légnyomás mérés előírt sebességgel való süllyedés közben, a mért értékek rádióval való lesugárzása egy saját fejlesztésű földi állomásnak), másrészt saját méréseket és kísérleteket is végezni kellett, jelen munkában ez utóbbitól számolunk be.



Az egyik, saját tervezésű szenzorunk egy tehetetlenségi gyorsulásmérő szenzor volt. Abból indultunk ki, hogy a „műholdra” épített MEMS alapú gyorsulásmérő szenzor a rövid reakcióideje miatt jól méri a gyorsulás hirtelen változásait, de ezt a tehetetlenséggel rendelkező rendszerek (pl. az emberi test egyes részei) nem tudják követni. Emiatt kifejlesztettünk egy „átlaggyorsulást” mérő szenzort a következő elven: Elhelyeztünk két légnyomásmérő szenzort egy zárt henger aljában és tetejében, és a két részt egy tömeggel megterhelt rugalmas hártával választottuk el egymástól. A szenzor működési elve az, hogy ha függőleges gyorsulása van a rendszernek, akkor a hártán levő tömegek gyorsulását a két térrészben levő levegő nyomáskülönbségén alapuló és a hártya

deformációjából származó erőnek együttesen kell biztosítania. Ily módon az eszköz függőleges gyorsulását a két térrészben mért nyomások értékéből (amiből a deformációra is következtetni tudunk), a felírt fizikai egyenletek alapján meg tudjuk határozni.

Egy SDP810 típusjelű differenciális nyomásmérő szenzor segítségével a Bernoulli törvény alapján meg tudtuk határozni a műholdunk esési sebességét, amit a beépített GPS adatainak segítségével hitelesítettünk. Végül egy biológiai kísérlet keretében vizsgáltuk a nagy gyorsulások hatását gyümölcslegyekre. Legyek egy csoportját egy kis tartályban a műholdon elhelyezve (és egy kontrollcsoportot a földön hagyva) a visszatérés után videó felvételt készítettünk mindegyik csoportról, és a mozgásukat összevetve vizsgáltuk a nagy gyorsulásnak (és így nagy stressznek) kitett csoport viselkedésében a kontrollcsoportéhoz viszonyított eltéréseket.

Az előadás részeként bemutatjuk a kidolgozott kísérletekkel kapcsolatban próbamérések, valamint a kilövés és visszatérés közben mért adatainkat és azok elemzését.

URBANISZTIKA ÉS TELEPÜLÉS- TUDOMÁNYOK



**Műszaki Tudományi
Szekció**

A Budapesthez kapcsolódó területi rendszer elemzése

A területi tervezés fogalmainak egységes konszenzus alapján történő kezelése és értelmezése évtizedes kérdés Magyarországon csakúgy, mint a világ számos országában. Az évek során hazánkban elkészült területfejlesztési és területrendezési dokumentumokban találkozhatunk különféle fogalmakkal, kifejezésekkel, melyek összehangolatlan használata zavarkeltő és nem tükrözi megfelelően az egyes térkategóriák közötti valós viszonyt, így ezek következtlen használata és a térségek eltérő értelmezése alapvető konfliktusokat szül. Nem alakult ki egységes elképzelés sem milyen térszerkezetet szeretnénk és ehhez milyen településhálózat és térkategóriák szükségesek.

E tanulmány célja, a fentiek fényében a térkategóriák értelmezése különös tekintettel az egymáshoz való kiterjedésembeli viszonyaikra, ezáltal egy hierarchikus rendszer felállítása, mely során újradefiniálásra kerül a Budapesti Agglomeráció, ezzel is segítve a térkategóriák közti viszonyok megértését.

A vizsgálat során feltárássra kerülnek a különböző térkategóriákhoz tartozó meghatározások, a városok terjeszkedésének folyamatai, a térkategóriák kialakulásának lépései, az egyes elképzeléseket azok kezeléséről, felépítéséről, illetve a jelentkező problémák és mindazon indikátorok, melyekkel a területi folyamatokat elemezték a szakemberek. A vizsgálat és a területi folyamatok megértése után leírásra kerül a térkategóriák viszonya és hierarchia rendszere. Az értékelés során Budapest agglomerációjának újraértelmezéséhez egy 5+1 indikátort magában foglaló rendszer kerül kialakításra, melyben a következő indikátorok szerepelnek: egybefüggő településtest, települési terület aránya, urbanizációs ráta, települési terület változása, sűrűsödési index és az ingázó foglalkoztatottak aránya. Ezáltal a Budapesti agglomeráció a különböző fejlesztési dokumentumok ez irányú kritériumai szerint újradefiniálásra kerül. Ezzel kialakítva a területi rendszer olyan elemét, mely a különböző területi problémákat megfelelő helyen és léptékben képes kezelni.

A co-housing, mint a szociális lakhatási krízis lehetséges megoldása

Kutatásom fő célja megállapítani, hogy a szociális bérházak problémáira, hiányosságaira és kihívásaira jó megoldás lehetne-e a co-housing rendszerű lakóház. Dolgozatomban ennek igazolására, és még inkább feltételeire keresem a választ.

A jövő szociális lakásrendszerének kialakításához meg kell ismerni a jelenlegi rendszer problémáit, hiányosságait. Majd meg kell fogalmazni a megoldási javaslatokat, melyek ötvözik a beruházó/önkormányzat és a házat lakóinak igényeit. A feladat összetett, ami egy interdiszciplináris - építészekből, szociológusokból, közgazdászokból álló - csapatot kíván. Dolgozatomban az építész szemszögéből közelítek a szociális co-housing tervezéséhez.

Megoldási javaslataim bizonyítására először rendszer szintem elemzek és párhuzamba állítok szociális bérház rendszereket. Kutatásom épület, majd lakóközösség elemzés szintjén folytatódik. A szociális lakásrendszer erősen függ a helyi hagyományoktól. Ezért érdemes megfigyelni azt is, hogy mit tanulhatunk a nagy állami lakásépítéseinkből. A körülöttünk lévő példák segíthetnek megtalálni a jó irányokat és az elkerülendő utakat.

Minden korábbi tapasztalat birtokában érdemes megfogalmazni, hogy milyen feltételek mellett beszélhetünk Magyarországon szociális co-housingról. Ezek tudatában kerül bemutatásra az első magyar önkormányzati szociális collective housing.

A co-housing lakhatási forma egyre népszerűbb, egyre többen ismerik meg. Mivel a lakhatási kérdésekben érdemes a jövődöbeli lakók, a lakosság igényeit is felmérni, kutatásomhoz kérdőíveket készítettem az elemzett épületekhez és a co-housing lakhatási formához. Ezzel szeretném kiegészíteni az építészeti látásmódot és alátámasztani vagy megcáfolni állításaimat.

A játékhoz való jog

Berögződött szokásokat nagyon nehéz megváltoztatni. Ha valaki abban éli le az életét, hogy a gyalogosnak az 1 méteres járdán, az autósoknak a 6 méteres úttesten, a biciklisnek falon, a fának a parkban, a gyerekeknek meg a kerítés mögött a helye, akkor nem csoda, ha nem érti, miről beszél itt ez a máréknyi urbanista, akik bicikliutakról, zöldsávokról, meg vegyes használatú úttestekről álmodoznak.

Itt jön képbe a placemaking: egy olyan eszköz, ami nem csak a döntéshozóknak, várostervezőknek vagy akár civil szereplőknek hasznos, hogy a kísérletezés szabadságával találják meg a helyes irányokat, hanem a városhasználóknak is segít, hogy az őket körülvevő környezetben olyan lehetőségeket ismerhessenek meg, melyekre korábban nem is gondoltak volna.

Persze még a placemaking sem mindig elég erős eszköz arra, hogy a megszokott rendszereken változtasson. Ahhoz, hogy a legnagyobb hatásfokot ériük el, a legfiatalabb, ezáltal pedig a társadalmilag legformálhatóbb csoportra kell a legnagyobb hangsúlyt fektetnünk, hiszen ennek a generációnak az igényei fogják formálni a jövő városait.

Eljátszottunk a gondolattal: vajon milyen társadalom nőne fel akkor, ha a gyerekek megkapnák azokat város használati jogokat, melyek talán most is megilletik őket? Mi lenne, ha a játék és ezáltal a közösségi életük nem csak zárt épületekben és elkerített játszótéren kapna helyet? Mi lenne, ha nem a gyermekeket szorítanánk egyre kisebb térbe, hogy biztonságban tudjuk őket, hanem mi, felnőtt városhasználók próbálnánk meg úgy létezni, hogy a gyermekekre is odafigyelünk? Hiszen nekik is ugyanolyan joguk van a köztereinkhez, mint nekünk.

A kutatásban ezeket a kérdéseket vizsgáljuk, kísérleti helyszínnek pedig a józsefvárosi Kiss József utcát választottuk. Ennek oka egyrészt, Józsefváros rendkívül sokféle társadalmi réteggel, építészettel és hangulattal teli közege, másfelől pedig a környéken számos kísérleti beavatkozás kezdte el felütni a fejét az önkormányzat kezdeményezéséből, melyeket szeretnénk a kutatás keretében vizsgálni, és akár kiegészíteni a tapasztalatok alapján.

Ebben a mikrokörnyezetben próbáljuk megfigyelni mindazt a sok kis finomságot, ami a gyermekeket kizárja vagy éppen bevonzza a köztér használatába. A látottakat pedig összegyűjtjük, újrarendezzük, elemezzük - végül pedig talán egyfel közelebb kerülünk annak a kérdésnek a megválaszolásához, hogy milyenek lehetnének a gyermekközpontú városok. Hiszen az a város, ami a legkisebbeket szolgálja, valószínűleg mindenre pozitív hatással van.

ELIF SARIHAN
eelifsaruhan@gmail.com

Debreceni Egyetem
Műszaki Kar

Témavezetők:
Dr. Lovra Éva
egyetemi adjunktus, DE MK
Dr. Bereczki Zoltán
egyetemi adjunktus, DE MK

A városi kulturális örökségvédelmi zónák és a városi megújulási zónák értékelése a láthatósági elemzés segítségével

This research aims to provide a tool that will allow the quantitative definition of the elements that will potentially affect which parts of the urban landscape are perceived visually in studies that conducted in a particular historical urban environment. The negative effects of anthropomorphic changes, made in historical urban landscape on the visibility of cultural heritage conservation areas, were pointed out and the perception of the problems was approached with analysis methods. In the analyses of the urban and anthropological threats' effects on the visibility level of heritage elements, the visibility tool focuses on recognizing which areas can be seen from a specific location from the heritage surrounding, while at the same time recognizing the visibility level of the designated features from the environment. For this purpose, the case studies, Süleymaniye and Zeyrek are selected to develop two different methods. The case study areas consist of historical zones (defined to polygonal areas) and historical elements (Süleymaniye mosque and Zeyrek mosque), which are preserved in a cultural heritage environment heavily occupied by urban elements. Besides, the visibility effect of cultural-historical components was evaluated in two selected renewal zone's case studies (Sulukule and Ayvansaray) to assessments of cultural heritage conservation. Results are presented in the form of a spatial context-related visibility map analysis using the scale of colour gradients. In the analysis of Sulukule and Ayvansaray has been shown that in urban renewal projects studies, heritage elements in heritage spaces are mostly ineffective in preserving the visibility aspect.

EGY NAP - A hajléktalanok térbeli és időbeni mozgása

Az urbanizáció és a technológia fejlődés következménye az emberek elhidegülése. Rezisztensé váltunk embertársainkra. Az utcán sétálva beszűkül világunk; az ezernyi embert, kikkel mindennap találkozunk, arctalanná, fakóvá, lélektelenné változtatjuk. De van közöttük pár, kik - noha legtöbbször nem tehetnek róla - hatással vannak ránk, kilépnek fakó mivoltukból. Ám legtöbbször a reakciónk negatív előjelű. Undor, félelem, gyűlölet. A hajléktalanok pusztán jelenlétükkel borzolják kedélyünket. Az utcák talán legmeghatározóbb embereivé váltak ők. Pedig életük, történetük emberi. Csakúgy, mint jelenlétük. Kutatásomban a hajléktalanok utcai jelenlétét figyelem. Vezetett interjúk elemzése alapján rekonstruálom a térben EGY NAPJÁT a hajléktalanoknak. Hol jártak, mivel közlekedtek, mit csináltak, mikor? A Menhely Alapítvány Práter utcai nappali melegedőjében vettem fel az empirikus interjúkat 3 nap leforgása alatt, 37 hajléktalannal. Bemutatásra kerül a hajléktalanság sokrétű mivolta, hiszen az általunk érzékelt hajléktalanok (guberálásból vagy kéregetésből megélők) csak a hajléktalan társadalom 21%-át teszi ki. Elemzésem reflektál a Február Harmadika Munkacsoport publikációira, melyek az elmúlt 21 évben feltérképezték a magyarországi hajléktalanság helyzetét és változásait, s kialakították terminológiáját. Ehhez kapcsolódva kutatásom a városhasználati és promenadológiai szempontból mutatja be részletesebben a célcsoportot. Külön elemzem a szakirodalom által megismert külföldi példákat, gondolatokat és megoldásokat. Célom a hajléktalanok mozgásának elméleti és gyakorlati elhelyezése a városban, az építészetben, a társadalomban, a szociológiában és a nemzetközi viszonylatban.

„Az ember igazi hona nem a ház, hanem az út, és maga az élet egy utazás, amelyet lábon kell megtenni”
- Bruce Chatwin

Közösségi élet a lakótelepen – Az Újpest-városközponti lakótelepek szabadter-értelmezése

A dolgozat kutatásait és eredményeit összegezve elmondható, hogy az Újpest -Városközponti lakótelep egy sokszínű, összetett téri és funkcionális rendszer. A 40-50 évvel ezelőtti panelépítési technológia, korabeli városépítészeti elvek óta eltelt hosszú idő után meg kell vizsgálnunk, újra kell gondolnunk a lakótelepek helyzetét, élıhetőségét, rehabilitációjuk lehetőségeit, hiszen csak a fıvárosban közel fımillió ember él lakótelepen. Ehhez kíván a dolgozat vizsgálati-elemzési-értékelési szempontokat, módszereket adni. Mindig alapvető, meghatározó szerepe van az épített és természeti környezetnek, a "smart szférának" az emberi viselkedésre, az ott élő emberek mindennapi életére, életminőségére, a biztonságot adó társas kapcsolatok, kisközösségek kialakulására való hatására. Sajnos a lakótelepek, különösen a 10-emleetes házak által uralt lakótelepek talán legnagyobb problémája az emberi kapcsolatok szétdarabolása. Kimutatták, felmérések igazolják, hogy az 5. emelet fölött élők jóval kevesebbet mennek el otthonról, elszakadnak a természetes közegtől, a földtől, lakóhelyükként inkább csak a lakásukat tekintik, nem a lakókörnyezetüket. Sokan a lakótelepen úgy érezhetik, hogy "otthon" csak a négy fal között vannak, a környezetet nem élik meg úgy, hogy az "otthonos", hogy az az "övék", nincsen aktív lokalitásélményük, helyi kötődésük, a "valahová tartozás élménye", mivel alig használják azt (túlnyomó részt csak közlekedésre, funkcionális mozgásokra). A sok lakást tartalmazó magas házakban kevésbé ismerik az emberek a lakótársaikat, így a privát szféra érzete sokszor csak a lakásajtónál kezdődik. Ez az igen kedvezőtlen jelenség, az alvóváros-szimpptóma alapja. Az lenne a cél, hogy ne csak lakjanak az emberek a lakótelepen, hanem éljenek is ott!

A közösségi terek hiányának pótlásával és a meglévők humánusabbá tételével, közösségi intézmények javaslatával szeretném az alvóváros érzetet mérsékelni, valamint a közösségi szabadterek mennyiségi és minőségi létrejöttét segíteni. A térségi és épületvizsgálataim, valamint a szabadtervizsgálataim eredményeként létrejövő javaslataim is mind ezekre a problémákra fókuszálnak. Ezek feloldásával, a humánzóna felélénkítésével az embereknek megadhatjuk a valahová tartozás élményét, a lakótelepen is az otthonosság érzetét.

#participáció - Z generációs közösségi tervezés az Instagram virtuális terében

Hogyan lehet a Z generációt integrálni az építészetbe? Hogyan jelenhet meg a közösségi média a tervezési folyamatban, mint kreatív platform? Hogyan lehet elérni, hogy a fiatalok is aktívan részt vegyenek a közösség építésében, fejlesztésében?

Négy workshopon keresztül kutattuk a válaszokat ezekre a kérdésekre. A foglalkozásokon kitértünk helyszín és funkcióelemzésre, előképek megismerésére és feldolgozására.

Létrehoztunk egy valós tervezési programot a Népszigeten és önkéntesekből összeállítottunk egy tervezői csapatot. A tagok olyan Z generációhoz tartozó fiatalok voltak, akik érdeklődnek az építészet iránt és önkéntesen jelentkeztek a felhívásunkra.

Az ő munkájukat, gondolkodásmódjukat hasonlítottuk össze egy építész hallgatókból álló csapattal. A workshopok feladata egy olyan úszó közösségi "stég" tervezése volt, a Népsziget partjára, ami segíthet folytatni a szigeten néhány éve elindult közösségi fejlesztéseket.

A tervezés közben a kommunikáció formáját, lehetőségeit vizsgáltuk és ennek eszközének az Instagramot választottuk. Olyan kreatív felületként használtuk, ami a tervezési folyamat szerves része tudott lenni. A csapatot folyamatosan bíztattuk a platform minél kreatívabb használatára, célunk a participációs tervezés mellett az építészeti edukáció is volt. Vizsgáltuk, hogyan tudunk úgy tudást átadni, hogy a résztvevők ne érezzék, iskolapadban ülnek egy újabb felesleges tanórán.

A folyamat végén, a résztvevői visszajelzések alapján arra a megállapításra jutottunk, hogy a Z generáció igényli azt, hogy jobban bevonjuk őket a lakókörnyezetük alakításába és fontos nekik, hogy jobban figyelembe vegyük a véleményüket. Észrevételeik általában új megvilágításba helyezték a terveket és a helyszínt, így a tanulási folyamat kétirányúvá vált, mi is sokat tanultunk tőlük. Az instagram mint kommunikációs platform pedig végül az építészeti nyelv megértésében a segítségükre tudott válni.



Téri és emberi dinamikák

A tereknek van dinamikájuk, és ha tudatosítjuk ennek az észlelését, akkor magunkon érezhetjük az erővonalait. Gyorsít, lassít, megállásra készlet. Az ember azonban legtöbbször nem erre figyel. Hat ilyenkor is ránk a téri dinamika? Másik oldalról közelítve, az embernek is van dinamikája. Munka és szünet, egyedüllét és társasléti, részletben és egészben való gondolkodás és sok más lelkiállapot változás, váltakozás. Ezek egy része tértől független, mások egyértelmű kapcsolatban állnak vele. Dolgozatomban az utóbbival foglalkozom, a pszichológia és az építészet egy ponton történő összekapcsolásával. Amikor ugyanis feladatvégzés közben mozgunk, tehát nem terekben, hanem egy térsorban végezzük azt, tapasztalataim szerint a térsor ritmusa hat a belső, mentális ritmusunkra.

A tér objektíven értelmezhető, az emberi változók szubjektívek, a térbe helyezett ember pedig egy útvonalat jelent. Ebben az útvonalban már benne vannak a döntések. Tapasztalataim alapján ugyanis az ember a mentális állapotváltozások szabályosságára, kiegyenlítésére törekszik a térben. Tehát a mentális ritmus is visszahat a tér ritmusára, a kettő között egy kétirányú szinkronizáció zajlik. Különböző feladatokkal mozgunk a térben, mégis az ugyanazon útvonalon haladók belső mentális állapotváltozásának ritmusa hasonlítani fog egymásra. Leírható tehát egy adott útvonal dinamikája, megrajzolható dinamikaábrája. Ez a dinamikaábra sok különböző szálból áll, különböző mentális komponensek alkotják.

A dolgozatban megkísérlem egy-egy útvonal dinamikai ábráját elkészíteni. Az előzetesen, introspekció által megállapított hipotézisekre támaszkodva, kísérlet segítségével. A módszer egyfajta mentális térképezés, mely nehézsége, hogy térben és időben sűrű információt szeretnék kapni, és egyszerre sokfélét. A kísérlet a hipotézisek közül igazolhat néhányat. Kutatásomat több léptékben, belső terekben és városi szövetben is értelmezem. Foglalkozom a funkcióval, mely meghatározhatja az alany feladatát, ezáltal a térsor lehetséges feladatát. A kutatás egyrészt új szempontok beemelésével segítheti a relatív új tudományterület, az építészet-pszichológia munkáját az ember téri viselkedésének lemodellezésében. Másrészt a munka továbbgondolása emberi teljesítésben eredményesebb épületek tervezéséhez járulhat hozzá.

Zöldterületek funkciójának és elérhetőségének felmérése és értékelése Debrecenben, valamint településtervezési ajánlások megfogalmazása

A zöldfelületek rendkívül fontos szerepet töltenek be a települések életébe, jelenlétük számos hatással pozitívan korrelál (települési hőmérséklet csökkentése, levegő- és zajvédelem, oxigénkibocsátás és széndioxidmegkötés, esztétika, stb.). Az egyik legfontosabb szerepük ugyanakkor kétségtelenül a városi lakosság életkörülményeivel, fizikai aktivitásával és egészségi állapotával áll kapcsolatban. Minél több zöldfelület, különösen széles spektrumú funkciókat biztosító park található egy városban, annál több rekreációs lehetőség adódik a lakosság számára, következésképpen a parkot használók egészségi (fizikai és mentális) állapota is javulhat. Szintén fontos szerepe a zöldfelületeknek (nemcsak a parkoknak, hanem akár a városi erdőknek, védőerdőknek is), hogy pozitívan befolyásolják a település klímáját, vagyis hűtik a települést, hozzájárulva ezzel a városi hőszigeteffektus megszüntetéséhez.

Debrecenben jelenleg 70 zöldterület található, vagyis ezek jelentik a jövőbeni zöldterületfejlesztések kiindulópontjait.

A tanulmányban megvizsgáltam ezeknek a zöldterületeknek (az OTÉK definiálása szerint közterek és közparkok) földrajzi elhelyezkedését, feltérképeztem az elérhetőségi távolságukat, valamint megvizsgáltam, hogy az OTÉK által rögzített tulajdonságokat, fizikai paramétereiket, és elvárt funkciókat mely zöldterületek képesek teljesíteni, és melyek azok, amelyek a feltételek nem teljesítése miatt valójában nem sorolhatók be zöldterületként. Továbbá feltérképeztem a zöldterületként be nem sorolható olyan zöldfelületeket, amelyek minden jellemző tulajdonságuk és fizikai paraméterük vonatkozásában megfelelnek az OTÉK zöldterületekkel szemben támasztott kritériumainak, ám egy-egy sajátos ok miatt mégsem jelölhetők zöldterületként. Végül kijelöltem azokat a potenciális zöldterületfejlesztési területeket, amelyeket a jövőbeni tervezéshez ajánlok.

VILLAMOS ENERGETIKA



**Műszaki Tudományi
Szekció**

Állapotbecslő algoritmus fejlesztése villamosenergia-rendszerek elosztóhálózatára

A villamosenergia-rendszerek elosztóhálózatainak állapotbecslésére a klasszikus állapotbecslő módszerek pontatlannak bizonyulnak. Ennek oka például a magas R/X arány, vagy a hálózatok sugaras topológiája. Dolgozatom célja, hogy bemutasson egy, az elosztóhálózathoz fejlesztett állapotbecslő algoritmust, amely a hálózat sajátosságait figyelembe véve képes pontos becslést adni annak állapotáról.

Megismerkedtem a Gauss-Newton algoritmussal, ami a legkisebb négyzetes hiba elvén minimalizál. Python 3 nyelven struktúrát hoztam létre, amely képes gráfok és így hálózatok adatainak tárolására. Ezt követően implementáltam a Gauss-Newton algoritmust. Ezután az elosztóhálózati környezethez való adaptáció során figyelembe vettem annak sajátosságait és a hagyományos algoritmust igyekeztem olyanra formázni, hogy minél pontosabb becslést adjon.

Ezt követően pedig szimulációkat végeztem, a Neplan, illetve a DIGSILENT PowerFactory szoftver segítségével. Az elosztóhálózatok szempontjából releváns konstrukciókat szimuláltam. Olyan hálózatokat modelleztem, amelyek már több hazai és nemzetközi munkában is referenciaként szolgáltak. Vizsgáltam, hogy az itt kiszámított load flow futtatások teljesítmény adataiból milyen pontossággal képes a programom meghatározni az állapotváltozókat. Kitértem az algoritmus határozatlanságra és rendszerméretre való érzékenységre is. Ehhez olyan hálózatokon végeztem szimulációkat, mint az IEEE Európai Kiszűrésű Teszthálózata, a CIGRÉ hálózata, vagy az európai Közös Kutatóközpont hálózata. Az elkészült szoftver automatizált futtatást és gördülékeny adatfeldolgozást tesz lehetővé.

A Magnetic Pulse Compressor működésének vizsgálata, különös tekintettel a terhelés alatti viselkedésére.

Az impulzusgenerátorok az ipar számos olyan területén alkalmazott tápegységek, ahol vagy a jobb hatásfok eléréséhez, vagy technológiai okokból kifolyólag nagyfrekvenciájú, nagy pillanatnyi teljesítményre van szükség. Ezen berendezések kisütési eseményeihez szükséges kapcsolásokat jellemzően félvezető eszközök végzik. Ezeknek az IGBT/MOSFET/stb. kapcsolóknak az áramterhelhetősége korlátozott, általánosan véve a frekvencia növelésével csökken, behatárolva az ilyen tápegységek teljesítményét. A Magnetic Pulse Compressor olyan sorosan kapcsolt rezgőkörökből álló berendezés, mely a ferromágneses anyagok telítődését használja fel a fokozatai közti kapcsolási eseményként. Ezáltal az eszköz terhelhetőségének szempontjából már nem a félvezető elem árama lesz a szűk keresztmetszet, hisz a kapcsolóként használt telítődő vasmagot tartalmazó elem áramának a melegezés szab csak korlátot.

A modern vasmagok relatív permeabilitása több ezres, vagy akár tízezres nagyságrendben mozoghat, így az azt vasmagként felhasználó tekercs reaktanciája a telítés előtt az áramkör szempontjából szakadásnak tekinthető. Ahhoz, hogy a kapcsolat a működés szempontjából megfelelő időpontban történjen, a félvezető elemekkel ellentétben a mágneses kapcsolót nem külsőleg kell vezérelni, hanem a köré épülő áramkört megfelelően méretezni, ugyanis a telítődés pillanatát a vasmagra eső feszültség-idő terület fogja meghatározni.

Dolgozatomban a rezgőkörök és a mágneses telítődés elméleti háttérétől indulva lépésről-lépésre építem fel az MPC-t, majd ismertetem tervezésének lépéseit. Ennek legkritikusabb mozzanata a kapcsolóban használt vasmag hiszterézis görbéjének mérése, annak függvényében pedig a további áramköri elemek megválasztása. Ezen folyamat szerves része a berendezés modellezése, így dolgozatom hangsúlyt fektet a nemlineáris vasmagú tekercs modellezésének lehetőségeire, annak hatáira, MATLAB Simulink program segítségével.

Bemutatom a BME Nagyfeszültségű Laboratóriumában megépített MPC-t, valamint ismertetem az egyéni, terheléshez igazított MPC áramkörének tervezési folyamatát. Az MPC terhelése nagyban befolyásolja a kapcsoló tekercs feszültségviszonyait, így különös odafigyelést szentelek a frekvencia, a működési feszültség és a terhelés összhangjára. Ezen ismeretek birtokában a kutatásom célja egy nagy teljesítményű MPC elvű tápegység építése, fertőtlenítésre használt nagy teljesítményű és jó hatásfokú ózongenerátor ellátására.

Felhőátvonulások hatása az elosztóhálózat feszültségére

Hazánk energiafüggetlenségének sarokpontja a decentralizáltan, megújuló alapon előállított energia. Elsősorban a napelemes rendszerek elterjedésének ösztönzése és segítése áll a támogatási rendszerek fókuszában. A jelenlegi tervek szerint 2030-ig 6000 MW, 2040-ig 12000 MW beépített teljesítmény kerül telepítésre. Ennek eredményeképp 2030-ra a bruttó végső energiafelhasználás legalább 21%-a fedezhető lesz megújuló energiából. Ezen beruházások jelentősen át fogják formálni napjaink középvezetési elosztóhálózatait, és azok feszültségszabályozását.

Az időjárásalapú termelőegységek változókonv teljesítőképessége nagymértékben megnehezíti a hálózat üzemeltetői számára a megfelelő szolgáltatásminőség biztosítását. Annak érdekében, hogy a tervezett megújuló energiatermelés integrálása megtörténhessen a feszültségminőség romlása nélkül, fontos azok elosztóhálózatra gyakorolt lehetséges hatásait elemezni. Tekintettel arra, hogy a középvezetési hálózat igen kiterjedt, célszerű a vizsgálatokat reprezentatív mintahálózatokon elvégezni, melyek eredményeképp általános megállapítások tehetők a hálózat egészére. Ilyen jellemző hálózatok a hálózatrészek topológiájának vizsgálatával és az alapján történő csoportosításukkal képezhetők. A napelemes rendszerek szempontjából a legjelentősebb időjárási esemény a felhőzet változása, mely felhőárnyék modell segítségével szimulálható. Ezen módszerek felhasználásával egy olyan szimulációs keretrendszert kaphatunk, mely segítségével megadott napelempenetráció esetén, az időjárást az adott földrajzi helyre jellemzően sztochasztikus módon változtatva kvantitatív becslést adhatunk a napelemes termelés feszültségminőségre gyakorolt hatásainak mértékére.

Dolgozatomban ismertetem a magyar középvezetési hálózat jellemzőit, illetve a hálózatok csoportosításának egy módját. Vizsgálom Magyarország jelenleg hatályos energiastratégiáját és annak lehetséges hatásait a hálózatüzemeltetés szempontjából. Ismertetem hazánk jellemző időjárási viszonyait különös tekintettel a jellemző szélirányokra és a felhőborítottságra. Bemutatásra kerül a kifejlesztett szimulációs keretrendszer felépítése. Egy kiválasztott reprezentatív mintahálózaton demonstrálok a keretrendszer működését. Különböző napelem penetrációk és eltérő napelempark elhelyezkedések esetén, hazánkra jellemző időjárási körülmények között vizsgálom a hálózati hatásokat. A szimuláció eredményei alapján megállapíthatók a napelemes termelés várható hálózati hatásai.

Háromfázisú féligvezérelt egyenirányító tervezése és implementálása

2018 augusztusában bekapcsolódtam az Elektrotechnikai és Elektronikai Intézet munkájába, amelynek során érdeklődésem a teljesítményelektronika és a villamos gépek felé fordult. A villamos gépek témakörben inkább a háromfázisú aszinkronmotorokkal foglalkozom néhány kW teljesítményig, mivel eléggé elterjedt és népszerű géptípus. Ennek a géptípusnak, valamint a szinkron gépnek is a fordulatszám szabályozása általában frekvenciaváltókkal történik.

A kisméretű, alacsony költségű frekvenciaváltók elvégzik a feszültség változtatását is a frekvencia függvényében, de mivel diódás egyenirányító van bennük, nincs lehetőség a közbenső egyenáramú kör feszültség változtatására, így a feszültség változtatást csak impulzusszélesség-modulációval valósíthatja meg a kimenetén. Ennek következménye, hogy nagymértékű felharmonikusok keletkeznek a kapcsolási frekvencia miatt, de ezt egy LC aluláteresztő szűrővel el lehet távolítani. Az impulzusszélesség-moduláció esetében a közbenső egyenáramú kör feszültsége a tápláló hálózat feszültségének a csúcserőértéke, erre töltődnek fel a puffer kondenzátorok (terhelés nélkül), és ezt a konstans (háromfázisú hálózat esetén max. 565 V) feszültséget szaggatják a teljesítményfelvezetők. Ennek hátránya, hogy nagy a dinamikus teljesítményvesztés, ami által nagymértékű hő keletkezik. Így olyan frekvenciaváltót terveztem, amelynek bemeneti oldalán vezérelt egyenirányító van, az inverternél alkalmazott SPWM vezérlés esetében nincs szükség a kitöltési tényező módosítására. A megtervezett, megvalósított frekvenciaváltó a diplomamunka keretében valósult meg, amiben a következőkben bemutatott egyenirányító is szerepel.

Célom ebben a TDK dolgozatban megtervezni, szimulálni és megépíteni egy háromfázisú kétutas hatütetmű félig vezérelt egyenirányítót, amely háromfázisú inverterekhez univerzálisan használható. Az áramkör megépítése után méréseket végzek, és olyan hibákat tárok fel, amelyek elkerülésével az üzembiztonság és a pontosság javítható. Ennélfogva átervezem az első prototípust, amelyet a Projekt munka II. tárgy keretében valósítottam meg és egy javított második verziót tervezek, amelynek a lépéseit is bemutatom a dolgozatomban.

A kidolgozott kapcsolási rajzok alapján megterveztem a nyomtatott áramköröket, amelyeket egy professzionális gyártó cég készített el. A kész panelek dokumentációja a mellékletekben tekinthető meg. A nyomtatott áramkör tervezésének lépéseit nem mutatom be, de a kész panelek képek formájában megtekinthetők.

Modeling and analyzing a Grid connected PV system by Matlab/Simulink

Here in this research we build a complete solar system (PV panel, Battery, DC/DC converter, DC/AC) inverter. We build the system in Matlab /Simulink environment, and simulate each part separately, systematically, in order to analyze the system power respect to the conditions (Temperature, solar irradiance).

The system has been tested under different values of the temperature and solar radiation, in order to illustrate the environment impact on the solar system output power. In addition to we arrange a comparison between different method for implementing PV and battery model in Matlab/Simulink, moreover comparing between system performance with and without MPPT algorithm "P&O". As a result, we have a prototype of an entire solar system power model, which give us a sufficient tool to evaluate and analysis the impact of conditions on solar system's output power.

Porok dielektromos jellemzőinek és nedvességfüggő paramétereinek vizsgálata elektrosztatikus porleválasztó leválasztási fok javítása érdekében

Az iparban levő környezetszennyezés csökkentése sok esetben megköveteli a kibocsájtott por mennyiségének korlátozását. Ez a korlátozás nem csak az össz kibocsájtásra, hanem a 10 és 2.5 μm -es frakciókra is vonatkozik (PM10, PM2.5). Sok helyen alkalmaznak elektrosztatikus porleválasztókat a kívánt határértékek betartásához. Az évtizedekkel ezelőtt alkotott jogszabályok azonban, az idő előre haladtával folyamatosan szigorodtak környezetvédelmi szempontból.

Gyakori problémát jelent, hogy a korábban épített elektrosztatikus porleválasztókat nagyobb szemcseméretre tervezték és az eredeti működési feltételekkel vagy az időközben megváltozó tüzelési technológia miatt nem tudnak megfelelni az előírásoknak.

Annak érdekében, hogy ne kelljen lecserélni a teljes porleválasztó berendezést, a gyártók sokszor a meglévő korszerűsítését próbálják megoldani. Ehhez a legkézenfekvőbb megoldás a villamos paraméterek megváltoztatása, hiszen ebben az esetben nem nyúlunk bele magába a technológiai folyamatokba, azonban pusztán e paraméterek megváltoztatása nem mindig eredményezi a leválasztási fok javulását.

A témában végzett irodalomkutatást követően laboratóriumi keretek között méréseket végeztem ipari por jellemzőinek meghatározására, majd a páratartalmat növelve vizsgáltam, hogy nedvesség hatására miként változnak e paraméterek. A paraméterek meghatározását követően porral fedett tű-sík elrendezésben vizsgáltam a koronaáramokra gyakorolt hatását, hiszen a koronaáram és az elektrosztatikus porleválasztók leválasztási foka összefügg.

Az ajánlat-összevonás módszere villamosenergia-piaci aukciók esetén

Az előző napi (day-ahead) villamosenergia-piaci aukciókon a szereplők eladási és vételi ajánlatokat nyújtanak be a következő nap egy adott időszakára. A piacok tisztítása, azaz az aukció lebonyolítása, jellemzően sokváltozós, időigényes optimalizálási problémaként kerül megfogalmazásra, ahol az egyes licitek (részleges vagy teljes) elfogadásáról/elutasításáról kell dönteni, valamint a periódusok piactisztító árait kell meghatározni különböző fizikai korlátozások figyelembevételével. A legnagyobb nehézség a nem-konvex tényezők jelenléte, melyek elsősorban a résztvevők technológiai adottságaiból fakadnak (pl. erőművek tehetetlensége). Egyes licitek minimális elfogadási rátával, vagy indítási költséggel rendelkeznek, továbbá előfordulnak több periódusra benyújtott kapcsolt ajánlatok (blokk ajánlatok).

Az optimalizációs feladat megoldása megvalósítható a különálló standard ajánlatok aggregációjával. A reguláris ajánlatokat egységáruk szerint csoportosítva összevonjuk periódusonként (ezt nominális aggregációnak nevezzük), majd megoldjuk a rájuk felírt optimalizálási problémát. A következő lépésben fixáljuk egyes kiindulási ajánlatok elfogadási indikátorait az első optimalizáció eredménye alapján, ezután dekomponáljuk a piactisztító ár közelében lévő aggregált ajánlatokat. Egy újabb optimalizációt végzünk a fennmaradó licitekre (figyelembe véve azt, hogy a kereslet-kínálat egyensúlya az említett ajánlatok fixálásával jellemzően sérül), így megkapjuk a hozzájuk tartozó elfogadási indikátorokat is, és végül összefűzzük a két eredményt.

A tavalyi, hasonló témájú dolgozat hiányosságait pótolva, az idei munka explicit módon tartalmazza a piactisztító árakat, mint változókat, a hozzájuk tartozó implikációkkal együtt. Így az algoritmus figyelembe veszi az esetlegesen paradox módon elutasított nemkonvex ajánlatok hatását az eredményre.

Az imént röviden ismertetett algoritmus több nagyságrenddel képes csökkenteni a számításokhoz szükséges időt, azonban olykor szuboptimális eredményre jut. Az, hogy pontosan mely liciteket vonjuk össze a számítás során, befolyásolhatja az algoritmus végeredményének optimalitását illetve szuboptimalitását. Éppen ezért, többféle licit-összevonási megközelítést alkalmazunk, melyek párhuzamosan is futtathatók. Ha ezen esetek közül a legjobb kimenetelűt tekintjük, végeredményben potenciálisan optimálisabb eredmény elérése válik lehetővé.

Út a járvány okozta válságból egy fenntartható energiagazdálkodásba

A koronavírus okozta globális járvány, valamint a kijárási korlátozások jelentős mértékben csökkentették Magyarország villamosenergia-igényeit, de ez a jelentős visszaesés az idő előrehaladásával enyhülni kezdett, sőt a járvány magyarországi kitörése után 7-8 hónappal a járvány előtti évek fogyasztásait közelítette meg. Az adatok szerint Magyarország egyre jobban függ a villamosenergia-ellátástól, a társadalomnak és a gazdaságnak egyre több villamos energiára van szüksége.

Dolgozatomban megvizsgáltam, hogy a COVID-19 járvány által meghatározott 2020 év után hogyan alakulhat Magyarország villamosenergia-igénye. Az általam előre vetített fogyasztási scénáriók kellő mértékben lefedik Magyarország várható villamosenergia-fogyasztási értékeit, így megítélésem szerint jó alapot jelentenek a jövőben várható folyamatok elemzésére.

A nemzetközi Atomenergia Ügynökség által fejlesztett, a villamosenergia-szolgáltatás modellezésére szolgáló ESST programban modellt építettem a magyar villamosenergia-rendszer vizsgálatára. Különböző erőművi portfóliókra vizsgáltam, hogy azokkal hogyan elégíthetők ki az egyes fogyasztási scénáriók 2030-ban. Az ESST szimulációs eredményekből jól látszik, hogy közel sem lesz egyszerű Magyarországnak teljesítenie a 90 százalékos karbonsemleges villamosenergia-termelési vállalásait, ez főként igaz a magasabb villamosenergia-igényű fogyasztási scénáriókra, valamint arra az eshetőségre, ha Paks II valamilyen okból kifolyólag nem épülne meg 2030-ig.

A klímavédelmi célok mellett ésszerűen kell tartani azt is, hogy a megálmodott villamosenergia-rendszer üzemeltethető legyen termelői oldalról, ugyanis láthatjuk, hogy a PV kapacitások növekedésével egyre nehezebbek lesznek az alaperőművi és menetrendtartó kapacitásaink mindennapjai, a szimulációk olyan eseteket is mutatnak, amelyek a ma rendelkezésre álló eszközök mellett műszakilag megvalósíthatatlanok. Fontos változás lehet a jövőben a rendszerszintű villamosenergia-tárolás illetve a kis moduláris reaktorok megjelenése, amelyek a ma hiányzó rugalmasságot megeremthetik a villamosenergia-rendszerben. Az előbb felsorolt okok miatt rendkívül fontosnak tartom, hogy kialakuljon egy párbeszéd az egyes országok, valamint az országok közös, összekapcsolt villamosenergia-rendszereinek jövőjéről, mind ellátásbiztonsági, mind fenntarthatósági és végül, de nem utolsósorban klímavédelmi szempontok mentén.

Villamos autó töltőállomások sztochasztikus modellezése

A dolgozatom célkitűzése egy töltőállomás sztochasztikus modellezése, a vonatkozó nemzetközi szakirodalom áttekintése, a beérkezési intenzitás, az autókra jellemző töltési karakterisztikák és a beérkezéskori töltöttségi szint modellezése, majd ezek alapján egy olyan sztochasztikus modell készítése MATLAB környezetben, melynek segítségével különböző intenzitású járműforgalom mellett meg lehet határozni a szükséges töltőfejek számát.

A fentieknek megfelelően munkámat a téma bevezetésével, a villamos autók típusainak ismertetésével kezdtem, majd a töltési lehetőségeinek rövid áttekintését követően szakirodalomkutatással folytattam a dolgozatot. Külön dolgoztam fel a gyorsöltőállomás létesítéssel, méretezéssel foglalkozó, valamint külön a töltőállomás modellezéssel foglalkozó cikkeket.

Az átfogó irodalomkutatást követően a sztochasztikus modell felépítésének bemutatásával folytattam a dolgozatomat. Először ismertettem a töltőállomással kapcsolatos modelleket, a beérkezést, kialakuló várakozási sort leíró matematikai modellt, valamint a kiszolgálás leképzésére vonatkozó lehetőségeket is, majd ezt követően a villamos autókval kapcsolatos modellekkel foglalkoztam, nevezetesen az érkezésre és távozásra vonatkozó töltöttségi statisztikákkal, töltési karakterisztikákkal és a töltési idő meghatározásával.

A dolgozatom utolsó nagy tartalmi egysége a felépített modell eredményeinek kiértékelésével foglalkozik. Bemutatom a méretezéskor szem előtt tartandó szempontokat, megvizsgálom a modell bemeneti paramétereinek végeredményre gyakorolt hatását, illetve ismeretem az időfüggő beérkezési intenzitás mellett végzett szimuláció eredményeit is.

VÍZ- ÉS KÖRNYEZETMÉRNÖKI MODELLEZÉS



**Műszaki Tudományi
Szekció**

A szén-mikrobiális sejt kölcsönhatásainak fizikai modellezése

Napjainkban központi kérdés a vízi-környezet védelme, hiszen az élővilág és az emberiség számára nélkülözhetetlen környezeti elem a víz. Az emberi tevékenységek során nagy mennyiségű szennyvíz keletkezik, amely tisztítása során tisztított vizet és melléktermékként szennyvíziszapot kapunk. A növekvő társadalmi igények és csökkenő erőforrások miatt, környezeti és gazdasági szempontból is rendkívül fontos, hogy a keletkező hulladékok, melléktermékek másodnyersanyagként vagy energetikailag felhasználhatók legyenek. Dolgozatomban a „Bio nyersanyag termékskála kialakítása lokális technológiai sor figyelembe vételével - felhasználhatósági vizsgálatok üzemi körülmények optimalizálásával” című GINOP projekthez kapcsolódóan, a szennyvíziszap innovatív kezelésének kidolgozásához tartozó elővizsgálatokat végeztem, amelyek során a fosszilis szén mint sejtroncsoló és adszorbens fizikai modellezése volt a cél, szemcseméret elemzést, alakvizsgálatot és mikroszkópos analízist hajtottam végre. A kapott adatokat értelmeztem és következtetéseket vontam le. Megállapítottam, hogy:

- a szennyvíziszap hidrodinamikai kezelése során az eredeti szilárd anyag morfológiája megváltozik, aprózódik, jelentősen növelve ezzel a fajlagos felületet;
- nagyobb szilárd tömegarányú bekeverésnél minimálisan ugyan, de csökken a szén aprózódási mértéke;
- azonos szilárd anyag koncentrációjánál, de eltérő fordulatszámokon azt tapasztaltuk, hogy nagyobb fordulatszám mellett nagyobb mértékű az aprózódás;
- a kisebb szfericitású és kompaktosabb osztályokba tartozó szemcsék kevésbé gömbszerűek, illetve a kisebb konveksztitású osztályokra jellemző, hogy jóval érdesebbek, mint a nagyobb szemcsék, mely számunkra optimális, hiszen így a mikrobiális sejteket jól roncsolhatják;
- az aprózódott anyag tűszerű és bordázott felületének köszönhetően képes lesz roncsolni a mikroorganizmusokat, aminek köszönhetően azok elpusztulnak, az intercelluláris enzimek feltáródnak és így a szennyvíziszap könnyebben stabilizálható lesz;
- a szénszemcsék roncsoló hatása mellett jó adszorpciós képességgel is bír, így képes a felületén is megkötni a káros vegyületeket. Az adszorbeáló képesség a fajlagos felület növekedésével nő.

Csapadékesemények szabad felszínű víztartókra és próbaszivattyúzásra gyakorolt hatása

Magyarországon a felszín alatti vizek jelentősége az ivóvízellátásban kiemelkedő, hiszen ivóvízkészleteink 95%-a ezekből a forrásokból származik. A felszín alatti vízkészletek utánpótlódásában fontos szerepet játszik a felszínre hullott csapadék, melynek gyakorisága és intenzitása folyamatosan változik a Föld klímájának változása miatt. A felszínen zajló meteorológia jelenségek általában közvetetten vagy időben eltolva jelentkeznek a térszín alatti víztestekben, ezért a vízkészletükben bekövetkező változások nem olyan látványosak, mint felszíni víztestek esetén.

A felszín alatti ivóvízbázisokat alkotó földtani közegekből, víztartókból kitermelhető vízmennyiséget főként a talaj szemcsetámérője határozza meg, mely szoros összefüggésben van a szivárgási tényezővel. A kitermelhető víz mennyiségéről, a vízáadó tulajdonságairól pontosabb információt próbaszivattyúzás elvégzésével lehet megtudni. A próbaszivattyúzás a mérnöki gyakorlat egyik széleskörűen használt terepi módszere, melynek célja, hogy a vizsgált víztartó talajfizikai és vízföldtani paramétereit meghatározzuk. A vizsgálattal foglalkozó szakirodalmak a mérések alatt előfordulható különböző hibaforrásokat jelölnek meg, melyek hatásai később az adatok kiértékelésekor a végeredményeket terhelhetik. Az egyik ilyen hatás a felszín alatti vizek gyarapodását segítő csapadékesemények. Több szabvány és szakmai ajánlás kiemeli a próbaszivattyúzás alatti csapadékmérés fontosságát, viszont torzító hatására vonatkozó összefüggéseket nem közölnek. Kutatási terveim között szerepel, hogy a próbaszivattyúzás tanulmányozására használt laboratóriumi kismintamodell átalakítom oly módon, hogy csapadékesemények vizsgálatára is alkalmassá váljon. Ily módon különböző mérőszámokkal leírható csapadékok hatását tudom majd tanulmányozni mind a víztartó réteg, mind pedig a kutak vízáadóképeségének tekintetében. Ezzel együtt kimutathatóvá teszem a csapadékesemények próbaszivattyúzásra gyakorolt hatását, így képet kaphatunk arról, hogy a meteorológiai körülmények hatására a mérések eredményei milyen mértékben változnak.

Épületek szélterhelésének becslése GPU alapú nagyörvény szimulációval numerikus szélcsatornában

Kivonat:

A jelen tanulmány egy GPU alapú nagyörvény szimulációra épülő módszert mutat be az épületek dinamikus szélterhelésének meghatározására. Az alkalmazott GPU-n futó CFD szoftver (ANSYS Discovery Live) használatával statisztikailag bekonvergált LES eredményeket kaphatunk nagyjából két óra leforgása alatt egy kilencmillió cellából álló háló esetében. A numerikus szélcsatorna által előállított atmoszférikus határrétegbe helyezett koc-kamodell felületi nyomáseloszlását hasonló körülmények között végzett szélcsatorna-, ill. terepi mérések eredményeivel validáltuk. Az időátlagolt nyomáseloszlás, valamint a fluktuációk intenzitása is jó egyezést mutatott (korrelációs együttható: 0,90, ill. 0,73), annak ellenére is, hogy a szoftver által alkalmazott egyenközű háló nem képes az élek körül megjelenő nagy gradiensek pontos felbontására. Megmutattuk, hogy a modell képes a valósággal megegyező turbulens spektrum előállítására a Kolmogorov-spektrumon belül, melynek alsó és felső korlátait a számítási tér mérete, ill. a cellaméret határozza meg. A gradiensek még pontosabb felbontásához szükséges hálósűrítés, valamint a frekvencialimitek kitolása egyaránt könnyen elérhető egy nagyobb VRAM kapacitással rendelkező GPU alkalmazásával. Kimondhatjuk, hogy a numerikus szélcsatorna hatékony eszköze lehet az épületek dinamikus szélterhelésének meghatározásának, nagy teljesítményű számítástechnikai rendszerek (HPC) igénybe vétele nélkül.

Folyók dinamikus egyensúlyi állapotát becslő eljárás kidolgozása és alkalmazása a magyarországi Felső-Dunán

A folyók életében folyamatosan megfigyelhetők morfológiai változások, melyek hatására egyes szakaszokon a víz mélyíti a medrét, míg máshol építi. Hosszabb időléptéket vizsgálva azonban az várható, hogy a mederváltozások végül egy ún. dinamikus egyensúlyi állapothoz formálják a medergeometriát. Azt elérve, továbbra is megfigyelhető ellentétes értelmű mederváltozások, de azok mértéke kiegyenlítik egymást, ezért csak átmenetileg várható a dinamikus egyensúlyi állapottól eltérő medergeometria. A mesterséges tevékenységek, vagy természetes folyamatok kibillenthetik a vizsgált folyószakaszt dinamikus egyensúlyi állapotából, ha azok jelentősen megváltoztatják az hidrológiai, hordalékháztartási, illetve áramlási jellemzőket. Az új egyensúlyi állapot az emberek számára hol előnyösök, máshol pedig kedvezőtlenek. Az viszont vitathatatlan, hogy megbízható előrejelzésének környezetvédelmi, élőhelyhidraulikai, társadalmi, turisztikai, gazdasági stb. szempontból is alapvető jelentősége van.

Dolgozatomban a dinamikus egyensúlyi állapot jellemzésének és változásának 0D (prizmatikus medret feltételező) leírhatóságát vizsgálom a magyarországi Felső-Duna példáján keresztül. Ezen a folyószakaszon a 20. század második felétől jelentősen megváltozott a folyószakasz dinamikus egyensúlyi állapota. Kutatásomban nagy hangsúlyt fektetek az említett szakaszra vonatkozó, 20. század során végzett terepi mérési adatok, valamint az abból levont konklúziók feltárására és összefoglalására. A megszerzett adatokat táblázatba foglalom, a változásokat diagramok segítségével bemutatom. Az irodalomkutatás alapján összeállított adatok alapján jellemzem a jelentős változások előtti dinamikus egyensúlyi állapotot, annak morfordinamikai paraméterei segítségével. Ezután, a paraméterek alapján kísérletet teszek egy 0D morfordinamikai modell felépítésére és validálására. Az igazolt modell lehetőséget biztosít a Felső-Duna dinamikus egyensúlyi állapot változásának vizsgálatára, amire a validálási eredmények értékelése alapján kerülhet sor. Legnagyobb hangsúlyt a várható új mederesés és mederszélesség becslésére teszem. A 0D modellt az általa becsült és a szakirodalomban talált, valós változások összevetése alapján tervezem igazolni.

Hidrometeorológiai adatok összehasonlító elemzése eseményalapú hidrológiai modellezés esetén

Korábbi vizsgálataim során már kiválasztásra került egy megfelelő méretű és adatellátottságú vízgyűjtő, a Sorok-Perint, a Jáki-Sorok és az Arany-patak részvízgyűjtőivel. Utóbbi két részvízgyűjtő területe körülbelül 132 és 106 km². A vízgyűjtőmodell az ArcGIS térinformatikai szoftver használatával készült el, amely az alapja a HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center Hydrologic Modeling System) modellező programban elkészült csapadék-lefolyás modellnek. A modell determinisztikus, esemény alapú, ezen felül összevont paraméterű.

Jelen dolgozat során összegyűjtöm és elemzem a hóolvadás számításához használható hidrometeorológiai adatokat a már elkészült modell segítségével. A hóolvadás vizsgálatához mindenképp szükséges adatok a csapadék, hőmérséklet, illetve vízhozam adatsorok, amelyeket MATLAB numerikus matematikai szoftver segítségével dolgozok fel. A modellbe bekerülő hidrológiai adatok felszíni (OMSZ, NYUDUVIZIG), reanalízis (ECMWF, European Centre for Medium-Range Weather Forecasts), illetve műholdas (NASA, National Aeronautics and Space Administration; H-SAF, EUMETSAT Satellite Application) adatbázisokból származnak. A rendelkezésre álló idősorokból választom ki a modell kalibrálásához és igazolásához szükséges téli árhullám eseményeket. Ezután a már meglévő modell segítségével vizsgálom az említett hóolvadás számításához szükséges adatok használhatóságát.

A dolgozat célja az ismertett adatok felhasználásával végzett futtatások eredményeinek összehasonlítása. Ennek során elsődleges célom a hóolvadás vizsgálata, ugyanis az ebből keletkező árhullámok is lehetnek mértékadóak, különösen olyan esetben, amikor hóolvadás és csapadék egyszerre jelentkezik. Azonban hazánkban a hóolvadás modellezése még nem rendelkezik olyan gyakorlattal, mint a folyékony csapadékból keletkező árhullámok modellezése.

Hullámzaskeltette turbulens impulzus- és hőáramok becslése tavi légkör-víz határfelületen

A légkör-víz határfelületen kialakuló hidrodinamikai cserefolyamatok impulzus- és hőáramok formájában jelentkeznek, melyek közvetlenül alakítják a tó ökológiai állapotát és vízminőségét. Ezen folyamatok számszerű leírására számos oceanográfiai kutatás irányul, amelyek különféle mérési és becslési módszereken, valamint modelleken alapulnak. A turbulens impulzus- és hőáramok profil alapú, fluxus-gradiens eljárással számíthatók lokálisan, amely a Monin-Obukhov-féle hasonlósági elméleten (MOST) alapszik. Friss kutatások azt mutatják, hogy az oceanográfiai mérések alapján levezetett összefüggések nem helytállóak kisebb léptékű és erősen meghajtási hossz limitált környezetben, ahol a kialakuló hullámok jellemzően fiatalabbak, így i) nagyobb meredekségűek, valamint ii) a fázisbességek is kisebb, mint az óceáni nyílt vízi környezetben. Ezen felvetések összhangban állnak az elmúlt évek tanszéki modellvizsgálatainak eredményeivel. A lokális impulzusátadás és hőcsere mellett természetesen fontos azok térbeli változékonyságának ismerete, mint például a vízfelszín felett fejlődő belső légköri határréteg fejlődése. Ilyen térbeli vizsgálatra kevés mérési program irányult idáig, míg az ennek leírására irányuló modellek sok esetben szintén a MOST összefüggéseit használják.

Dolgozatomban részletes irodalomkutatást követően terepi mérések adatai alapján kísérletet teszek új, sekély tavi, meghajtási hossz limitált körülményekre alkalmazható légkör-víz határfelületen kialakuló impulzusáram becslő összefüggések levezetésére. Jelen kutatás alapját a Balaton Keszthelyi-öblében telepített nagyfrekvenciájú nyomás-, áramlás- és vízszintmérővel kiegészített meteorológiai mérőállomások adatai képezik. Nemcsak a légköri oldal szélsősebesség, hőmérséklet és nedvességtartalom adatait használom fel, hanem a hullámzás hatását is figyelembe veszem. A három egyszerre működtetett és szélmeghajtási irány mentén elhelyezett mérőállomásnak köszönhetően a térbeli változékonyságot is vizsgálni fogom. Az eredményként kapott összefüggésekkel lehetőségünk lesz a sekély tavakra alkalmazott hidrodinamikai modellek számára pontos peremfeltételek biztosítására, amelyek, ha kellően részletesek a fizikai folyamatok leírásában és térbeli felbontásukban is, egy előrejelző-rendszer alapjául szolgálhatnak.

SUHAJDA ERZSÉBET
erzebetsuhajda@gmail.com

Pécsi Tudományegyetem
Műszaki és Informatikai Kar

Témavezetők:
Czakóné dr. Vér Klára
nyugalmazott egyetemi docens, PTE TTK
Somfai Dávid Márton
tudományos segédmunkatárs, PTE MIK

Mezőgazdasági melléktermék és tiszta cellulóz biogáz termelésének modellezése laboratóriumi kísérletben

Munkám során különböző szubsztrátok biogázkihozatalát, illetve a biogázhozam növelésének lehetőségeit vizsgáltam irodalomkutatással és laboratóriumi kísérletekkel.

A biogázhozam-növelési lehetőségek közül a ko-fermentációs eljárásokat laboratóriumi körülmények között is teszteltem sűrített szennyvíziszap, silózott kukorica és cellulóz különböző arányú keverékeivel. Laboratóriumi kísérleteimben 4-6 napos batch fermentációkat végeztem mezofil körülmények között. Az állókultúrához szennyvízalapú biogázüzem kirohasztott iszapját adagoltam oltóiszapként. WTW Oxitop mérőfejeket használtam nyomáskülönbségen alapuló méréseimhez. A fermentorban kialakuló nyomáskülönbség a lezajló biológiai folyamatok eredménye, amelyből következtethetünk az adott szubsztrát felhasználhatóságára önálló vagy ko-fermentációs szubsztrátként. Kísérleteim során a ko-fermentációval 246%-kal nagyobb nyomásváltozást sikerült elérni, mint a sűrített szennyvíziszap önálló rothasztásával.

VÍZMÉRNÖKI TUDOMÁNYOK



**Műszaki Tudományi
Szekció**

A Molnár János barlang vízkészletének vizsgálata ivóvízként történő felhasználásra

A tiszta jó minőségű ivóvíz nem csak a múltban és napjainkban fontos. A klímaváltozás szélsőséges hatásait nem tudjuk kontrollálni. Mivel bolygónk folyamatosan változik, részben emberi hatások miatt, nekünk is változtatnunk kell. Szükség van az alkalmazkodásra és ehhez minden országnak fel kell mérni a természeti adottságait. Magyarország szerencsés helyzetben van hiszen vizekben gazdag ország. Számos városunk ivóvíz ellátását meg lehet oldani a nagy folyókból. Megfelelő vízgazdálkodással hasznosíthatjuk karszt vizeinket. A Molnár János-barlang Budapest szívében található. Helyben nagy mennyiségű víz áll rendelkezésünkre. A barlang vizét fel lehet használni ivóvízként. Ehhez a barlang vizét hozzá kell táplálni a Budapesti közműhálózathoz, amit egy NK 150-315/322 A1F2KE-SBQQE típusú szivattyúval lehet kivitelezni. A barlang vize, jelenlegi tudásom szerint nem igényel szűrést és tisztítást. Általánosan elmondható, hogy a karsztvizek a legjobb minőségű ivóvizek. A jövőben folytatni kívánom a barlang vízének rendszeres laboratóriumi vizsgálatát és értékelését. Ugyanakkor, mivel a barlang lakott területen található, az esetleges elszivárgások miatt szükségesnek érzem a csatornahálózat átvizsgálását, felújítását a projekt megvalósítása előtt.

A beruházás lakott területen történne. Maga az építkezés minimális zavaróhatást gyakorol a lakosságra és a környezetre.

Ha megvalósítanák a beruházást, akkor a lakóterületen való építkezés minimális zavaró hatást gyakorolna a lakosságra és a környezetre. A jövőben nem megfelelő üzemeltetés azonban potenciális veszélyt jelenthet a lakosságra. A nagy mennyiségű vízkivétel következménye lehet talajsüllyedés, melynek során egyes szerkezeti elemek megsérülnek, megsérülhetnek. A túlzott vízhasználat a barlangi ökoszisztémára is veszélyt jelenthet. A minden lehetséges hatásra, érintett területre kiterjedő gondos tervezés és kivitelezés, majd a szabályszerű üzemeltetés garantálhatja a projekt sikerét.

Munkám eredményeként igazoltam, hogy a barlang vize hasznosítható erőforrásként jelenhet meg Budapest számára. Természetesen a megvalósítás feltételrendszerének kidolgozása további kutatásokat igényel! Célom a kutatómunka folytatása!

SZABÓ MÁTÉ
partadox16@gmail.com

Széchenyi István Egyetem
Építész-, Építő- és Közlekedésmérnöki Kar

Témavezetők:
Dr. Bene Katalin
egyetemi docens, SZE ÉÉKK
Kerék Gábor
hidrológus, Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság

Árvízi tetőzések statisztikai módszerekkel történő előrejelzésének vizsgálata a Marcal vízgyűjtőjén

A dolgozatban a Marcal egy szelvényében (Mórichida, később Rábaszentmiklós), mely mértékadó az árvízi készültségek elrendelése szempontjából; és 4 mellékvízfolyásán elhelyezett vízmércék 1960-2018 közötti időszakának napi vízhozam idősorát dolgoztam fel. Az adatokat az Észak-Dunántúli Vízügyi Igazgatóság (ÉDUVÍZIG), a Nyugat-dunántúli Vízügyi Igazgatóság (NYUDUVÍZIG) és a Közép-dunántúli Vízügyi Igazgatóság (KDTVÍZIG) biztosította. Az adatok elemzése két lépcsőben történt. Első lépésként az idősorokból a 20 m³/s-nál nagyobb tetőző vízhozamú árhullámokat szűrtem ki, majd egy árhullám katalógust állítottam elő, ahol jelöltem az állomásokon a maximum értékeket, és az árhullám több más jellemző paraméterét. A második lépésben többváltozós linearizált regressziót alkalmaztam az árhullámok előrejelzésére, amit egy 2001-ben, kifejezetten árvízi előrejelzések támogatására írt regressziós szoftver segítségével dolgoztam fel.

Az elmúlt közel 60 év adatait felhasználva a Marcal és mellékfolyóin mért vízhozamot vizsgálva egy előrejelzési algoritmust állítottam fel, mely segítségével egy-egy kialakult árhullám tetőző vízhozamai becsülhetők a Marcalon.

A Tisza esetleges csongrádi duzzasztásának hatása a talajvízviszonyokra

A folyók modernkori szabályozásának jól kidolgozott módszertana van, amibe a síkvidéki folyószakaszok belépcsőzése is beletartozik. A Tisza Közép-Európa leglaposabb vidékét szeli ketté, állapota árvízi és öntözési szempontból különösen fontos. Az egymásra következő nagy- közép- és kisvízi szabályozás a táj kiszáritásával öntözési igényt hívott elő, miközben lecsökkentette a folyó által biztosított vízkészletet. A duzzasztással nem érintett folyószakaszok mentén nem ritkán 8-10 m-es emelő magassággal, rendkívül költségesen lehet csak felszíni vízhez jutni. A tiszalöki és a kiskörei vízlépcső elsődleges célja az öntözési igények kielégítése volt. Megépülésük után következett volna a csongrádi duzzasztómű is, de ez végül nem valósult meg, azonban üzemelése most is kíváncsú a környék gazdaságosabb öntözésének szempontjából. Dolgozatomban azt szeretném megvizsgálni, hogy a Hármas-Körös torkolata fölött, Csongrád térségében tervezett duzzasztómű, valamint az itt található Alpári-öblözet tározóként való hasznosítása milyen hatást gyakorolna a talajvízviszonyokra. A talajvíztér vízháztartása függ a klíma adottságoktól (csapadék mennyisége, párolgás a felszínről, hőmérséklet, szélesebbé, telítettségi párahiány), a vizsgált terület felületének állapotától (lejtésviszonyok, tájolás, növényzet), a talaj minőségétől, kémiai jellegétől és szerkezetétől. A vízlépcsők, föcsatornák és egyéb létesítmények üzemével lényegesen megváltoznak a Tisza folyó és a hozzákapcsolódó érdekeltségi területek hidrológiai viszonyai. A duzzasztómű hatására fenntartott minimális vízállások is magasabbak a tározó megépítése előtti kisvízes állapotokhoz képest, emiatt csapadékszegényebb időszakokban sem tud a talajvíz mélyebbre süllyedni egy bizonyos szint alá. Hidrodinamikai modellezéssel számítható, hogy milyen hatással vannak a műszaki beavatkozások a talajvízáramlásra, a talajvíz szintjének alakulására, az esetleges káros folyamatok kialakulására. A modellezési feladatok megoldásához használható a Processing MODFLOW for Windows programrendszer. A hidrodinamikai modellezés célja, hogy bonyolult felépítésű rendszerben a felszín alatti víz szivárgási sebességét és irányát kijelölje, a víz nyomásszintjét meghatározza. Ezek ismeretében lehetővé válik a tervezett üzemvízszintekre történő duzzasztás hatására lezajló tér- és időbeni változások előrejelzése.

Hőcsere folyamatok vizsgálata sekély tavak meder-víz határfelületén

A tavi ökoszisztémákra gyakorolt hatások közül az egyik legjelentősebb a hőmérséklet, mivel az nem csak befolyásolja, hanem irányítja is azok különböző biológiai és kémiai folyamatait. A tavaknál különbséget kell tennünk a sekély tavak és mélyebb víztestek között, mivel azok számos hidrodinamikai jellemzőben eltérnek, mint például a hullámozás keltette vízmozgás hatásában vagy éppen a vízoszlop napi ciklusú rétegződésében. Sekély tavak esetében a víztér hőmérséklete szoros kapcsolatban áll az üledék hőmérsékletével (Török 2019), így a kettejük közt zajló hőcsere a megértése kiemelt jelentőségűnek mondható. Jelen dolgozatban a Balaton meder-víz határfelületén zajló hőcsere folyamatát, különös tekintettel a hőcsere és mederközi határréteg áramlási viszonyai közti összefüggést vizsgálom.

A tanulmány célja egyrészt egy mederhővezetési modell felállítása az üledék felső rétegére, amellyel a víz és üledék közti hőcsere folyamatos számítása válna lehetővé, amelynek birtokában már hosszú idejű vizsgálatok is elvégezhetők lennének, mind múltbeli időszakokra (amikor mederhőáram-mérő műszerek nem álltak rendelkezésre), illetve mind jövőbeli időszakokra. A hőcsere alapvetően diffúzió révén megy végbe, így a modell felállításához egy diffúziós együttható meghatározására van szükség, melyet a mérőállomáson mért hőmérsékleti és hőáram adatok együttes ismeretében lehet meghatározni. Ezen felül a hővezetési modell segítségével meg lehet vizsgálni, hogy a part közelében (litorális zónában) a mederhőcsere dinamikája mennyire tér el a tóközepi (pelagikus zóna) folyamatoktól.

Miután a Balaton sekély tavak körébe tartozik, így az áramlások hatása mellett a hullámozás is elérheti a mederfeneket, így a diffúzió mellett a turbulens keveredés indukálta hőcsere is számolni kellhet. Ennek meghatározására fenékközi sebességprofilok, hőfluxusok és hőmérsékletgradiensek segítségével teszek kísérletet.

A vizsgálat 2019 nyarat foglalja magába, mikor is a megszokott meteorológiai állapotváltozók mellett részletes víz és üledék hőmérséklet, illetve áramlási sebességmérések történtek. A meder-víz határfelületén zajló hőcsere, a mederüledékbe telepített hőmérőknek és hőárammérőknek hála egyértelműen meghatározható.

Különböző típusú csapadékadatok használatának összehasonlító elemzése

A dolgozat elkészítése során az első lépés egy megfelelő méretű és adatellátottságú vízgyűjtő kiválasztása volt. A kutatáshoz alkalmas vízgyűjtő a Sorok-Perint, a Jáki-Sorok és az Arany-patak részvízgyűjtőivel, illetve a Gyöngyös-patak mesterséges vízkormányzásból származó vízhozamával. A teljes modellezett terület közel 350 km².

Következő lépés a vízgyűjtőmodell előállítása ArcGIS és HEC-GeoHMS programok segítségével. Az ArcGIS térinformatikai szoftver használatával készült el a vízgyűjtőmodell, amely az alapja a HEC-HMS programban elkészült csapadék-lefolyás modellnek.

A modell determinisztikus, esemény alapú, ezen felül összevont, illetve osztott paraméterű változata is elkészült. A modellezett események 2005 és 2016 között bekövetkezett árhullámok a vizsgált területen. A rendelkezésre álló adatsorokból tíz esemény került kiválasztásra a modell kalibrálásához és validálásához. A felhasznált adatok csapadék, illetve vízhozam idősorok. A modell input adatai a csapadék adatok, a vízhozam idősorok pedig a modell jóságának ellenőrzésére szolgálnak a kalibráció során. Emellett ingyenes adatbázisból hozzáférhető (MTA ATK TAKI, EU Soil Hydro Grid) talajfizikai paraméterek vizsgálatára is sor kerül. Ezek alkalmazhatóságának értékelése fontos eleme a dolgozatnak. A modellbe bekerülő csapadék adatok felszíni csapadékmérő állomásokról (OMSZ, NYUDUVIZIG), illetve az ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) adatbázisból származnak. Utóbbi egy független, számos európai ország által támogatott szervezet, mely grid alapú csapadék adatokat is szolgáltat. Az adatok feldolgozása a MATLAB numerikus matematikai szoftver segítségével történt. A modell kalibrálása után, a modell igazolására is sor kerül.

A dolgozat célja a fent említett adatok felhasználásával végzett futtatások eredményeinek összehasonlítása. Az eredmények kiértékelése során megállapíthatóvá válik a különböző forrásokból származó adatok használhatósága, minősége, különös tekintettel az ingyenesen elérhető adatokra. Amennyiben az említett ingyenesen elérhető adatok megfelelő eredményeket mutatnak, alternatívái lehetnek az általában költséges felszíni állomás adatoknak. Mindemellett összehasonlításra kerülnek a csapadékösszegek/eloszlások típusonként és eseményenként, illetve a kalibrált paraméterek értékei is.

Kúthidraulikai vizsgálatok kisminta- és numerikus modellezéssel

A kismintakísérlettel végzett szivárgás- és kúthidraulikai célú vizsgálataimat 2018-ban kezdtem, melynek eredményeit az említett évben rendezett TDK konferencia keretein belül mutattam be. A kutatómunkát megszakítás nélkül folytattam, melynek köszönhetően már 400 mérést meghaladó adathalmaz áll rendelkezésemre.

A korábban bemutatott szempontok szerinti kiértékelést, mint a szivárgási tényező időbeli változásának kimutatását vagy a termelőkút körül kialakuló nyomásveszteségek számszerűsítését, az újabb mérésekre is elvégzem, majd korábbi megállapításaimat pontosítom. A három különböző perforációval rendelkező anyakút esetében nemcsak a kútellenállást, hanem a belépési sebességet és az áramlást jellemző Reynolds-számot is meghatározom, melyek mind fontos paraméterek a kutak tervezése során. A kút mélysége mentén több ponton is mérem a nyomásszintet, így az anyakút körül kialakuló sebességkülönbségeket is ki tudom értékelni. Eddigi kutatásom alapján arra a következtetésre jutottam, mind a permanens, mind a nempermanens méréseket összevetve, hogy a termelőkút környezetében a Darcy-törvény által leírt lineáris áramlás érvényessége megkérdőjelezhető. Numerikus modellezéssel vizsgálom, hogy a talajmintában kialakulhatott-e nemlineáris áramlás az anyakút környezetében. A modellezéshez a MODFLOW-NLFP (Nonlinear Flow Process) modulját használom. A véges differencia módszerrel számoló MODFLOW ezen modulja a Forchheimer-egyenleten alapuló bővítmény, ami lehetővé teszi, hogy a szivárgási térben az esetlegesen kialakuló nemlineáris áramlást kimutassam.

A fizikai mérések és azokat kiegészítő numerikus modellezés lehetőséget ad arra, hogy a leszívási görbe legkritikusabb szakaszát még pontosabban közelítsük, illetve a termelőkút körül kialakuló bonyolult áramlási viszonyokat jobban megismerjük.

Rövidebb folyószakasz lebegtetett hordalékvándorlási dinamikájának térbeli elemzése különböző vízjárási állapotokban

A lebegtetett hordalékvándorlás egy dinamikus folyamat, amelynél fontos, hogy térben és időben is megfelelő felbontásban lehessen vizsgálni. A hordalékvándorlás monitoringjának fejlesztése során a közelmúltban egyre inkább a korszerű, könnyen és gyorsan alkalmazható indirekt (akusztikus és optikai elven működő) hordalékmérési eljárások kerültek előtérbe. A dolgozatban bemutatásra kerül, hogy az eredetileg vízhozam- és áramlásmérésre alkalmazott terepi műszer, az ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) által mért ún. visszavert jelerősség kalibrálásával jelentős mértékben támogatható a lebegtetett hordalékvándorlás dinamikájának feltárása. Az eljárás egyik nagy előnye, hogy a terepi mérésekből a lebegtetett hordaléktöménység eloszlását mezoszerűen térképezni lehet, amely nagyban növeli térbeli felbontást.

A dolgozatban esettanulmányként egy rövidebb Duna-szakasz lebegtetett hordalékvándorlási dinamikájának térbeli elemzése kerül bemutatásra különböző vízjárási állapotokban. Az ADCP visszavert jelerősség kalibrálása fizikai mintavételezésből származó vízminták alapján történt. A kalibrált ADCP adatokból előállított térképek alapján összetett folyamatok figyelhetők meg - beazonosíthatók például a felkeveredésre, illetve kiülededésre hajlamos területek, feltárhatók a mederfenék közeli hordalékvándorlási viszonyok, stb. Mindezek nagyban segítik a folyami lebegtetett hordalékvándorlás jelenségeinek feltárását, megértését, s akár multidiszciplináris problémák vizsgálatát (például a parti szűrésű vízbázisokkal kapcsolatos kutatások) is megtámogathatják.

Szennyvíztisztító kisberendezések tervezése anyagforgalmi modellek segítségével

Manapság a szennyvíztisztítás számos jól kidolgozott technológiát alkalmazhat. Különböző szennyvízminőségek esetén a megfelelően kiválasztott technológia képes biztosítani az előírt elfolyó tisztított szennyvízminőséget. A szennyvíz kezelésében az összegyűjtés és elvezetés nagy költségét jelent; a szennyvíztisztító telepekhez akár több 10 km-es csatornahálózat is tartozhat. A 2000 lakosegyenérték alatti települések esetén alternatív megoldást jelenthet a szennyvízkezelés decentralizált megközelítése.. A tudományos munkámban szennyvíztisztító kisberendezés méretezését tűztem ki célul, melyhez a benne lejátszódó biológiai folyamatok matematikai leírásán alapul összefüggéseket használtam fel. A leíró egyenletek analitikus megoldásával a folyamatparamétereket becsültem, melyet anyagforgalmon alapuló biokonverziós modellben ellenőriztem. A szimulációk végrehajtásával, a kisberendezés alap- és üzemeltetési változóit (főlősiszap-eltávolítás, levegőztetési intenzitás) lehetett továbbá megkapni, melyek alkalmazásával a rendszer képes lenne az előírt elfolyó tisztított szennyvíz határértékek betartására. A szimulációk figyelembe vették a kisberendezés hidraulikai terhelés változását. Ezen túlmenően az időfüggő számítással a biotömeg felépülésének idejét is meg lehetett határozni, mely eleveniszapos rendszerre nézve mintegy 1,5 hétre adódott. Ennek az eredménynek a gyakorlati haszna, a rendszer beindításakor vagy például a biotömeg kimosódás miatti újraindulásakor hasznosítható.

KÖSZÖNET A ZSŰRÍZÉSÉRT ÉS BÍRÁLATOKÉRT

Ádámné Dr. Major Andrea	Chappon Máté	Dr. Gál József
Ajtayné Károlyfi Kitti	Dr. Czap László	Dr. Galambos Péter
Dr. Andó Mátyás	Dr. Czédli Herta	Dr. Gárdonyi Gábor
Ámon Gergely	Dr. Czifra György	Dr. Gáti József
Dr. Árvai-Homolya Szilvia	Dr. Czmerk András	Dr. Geier Norbert
Dr. Bach Péter	Dr. Czúni László	Dr. Gergely Attila
Babics Lajos	Dr. Csernák Géza	Dr. Géczy Nóra
Dr. Bachmann Bálint	Csizmadia Miklós	Dr. Gobesz Zsongor
Dr. Bagyinszki Gyula	Dr. Dévényi László	Dr. Gogolák László
Dr. Ballagi Áron	Dr. Dezső Gergely	Gosztola Dániel
Dr. Bányai Tamás	Dr. Dogossy Gábor	Görbe Polina
Dr. Barabás Réka	Dr. Domokos Endre Gábor	Dr. Gubán Miklós
Barla Ferenc	Dr. Domokos József	Dr. Gulyás András
Dr. Bejek Zoltán	Döbrei István	Dr. Györök György
Dr. Bencs Péter	Döbrentei Dávid	Gyura László
Dr. Bereczky Ákos	Dr. Dömötör Csaba	Hadas-Rapi Ádám
Dr. Berényi László	Dudás Szabolcs	Dr. Hajdu Flóra
Dr. Berezvai Szabolcs	Eördöghné Dr. Miklós Mária	Harangozó Dóra
Béres Barna	Dr. Erdélyi János	Dr. Hargitai Hajnalka
Bíró Nóra	Falk György	Dr. Harmati István
Dr. Bódai Gábor	Dr. Farkas Gabriella	Dr. Hatos István
Dr. Bodnár Ildikó	Farkas Lóránt	Dr. Hegedűs Gergely
Dr. Bodzás Sándor	Farmos Rudolf	Dr. Henézi Diána
Bognár István	Fata Dániel	Hegyi László
Dr. Bojtár Gergely	Fátraí Júlia	Hegyi Norbert
Dr. Bojtár Imre	Dr. Fecser Nikolett	Hegyi Pál
Dr. Bokányi Ljudmilla	Dr. Fehér András	Dr. Horváth András
Dr. Borbás Lajos	Dr. Fehérvári Sándor	Dr. Horváth Balázs (elnök)
Dr. Borbély Tibor	Dr. Fekete Dávid	Dr. Horváth Balázs (titkár)
Dr. Botzheim János	Dr. Fekete Gusztáv	Horváth Ernő
Dr. Boza Pál	Fekete Imre	Horváth Krisztián
Dr. Bozsaky Dávid	Fenyvesi Sándor	Dr. Horváth Richárd
Dr. Böröcz Péter János	Dr. Fodor Dénes	Dr. Horváth Tibor
Dr. Brassai Sándor Tihamér	Dr. Földesi Péter	Horváthné Dr. Drégelyi-Kiss
Budai Tamás	Dr. Füleki Péter	Ágota
Dr. Buday Tamás	Friedl Gergely	Hubai Tamás
Dr. Bukovics Ádám	Dr. G. Szabó István	Ibriksz Tamás

Dr. Jálícs Károly
Dr. Jánosi Endre
Dr. Jóna László
Dr. Jósvai János
Dr. Karches Tamás
Dr. Kári-Horváth Attila
Dr. Katona Bálint
Katonka Zoltán
Dr. Kelemen András
Dr. Keppler István
Dr. Keresztes Róbert
Kerékné Tóth Beatrix
Dr. Keve Gábor
Dr. Kicsiny Richárd
Dr. Kiss Jenő
Dr. Kiss Rita
Dr. Kiss Zsolt
Dr. Koch Edina
Kocsi Bence
Dr. Kocsis Imre
Kocsis Zoltán
Dr. Kollár László
Dr. Koltai László
Koós Krisztiánné Dr. Szilágyi
Brigitta
Dr. Környei László
Dr. Korim Tamás
Kottmayer Tibor
Kovács Ákos
Kovács István
Kovács József
Dr. Kovács Lóránt
Dr. Kovács Tünde Anna
Dr. Kovács Zoltán
Dr. Kozma István
Dr. Kozma Katalin
Kovács-Szarka Zsófia
Könözi Szilvia
Dr. Kővári Attila
Kristóf Csaba

Kristófné Dr. Makó Éva
Kulcsár Klaudia
Kulcsár Nárcisz
Dr. Kuti Rajmund
Dr. Kuzsella László
Dr. Kvasznicza Zoltán
Dr. Lakatos Ákos
Dr. Lakatos István
Dr. Lendvai László
Dr. Lengyel András
Légmán Nikoletta
Dr. Lilik Ferenc
Liszi Máté
Dr. Lovra Éva
Lőrinc Illés
Lung Jenő
Dr. Madarász Tamás
Dr. Májlínger Kornél
Dr. Mankovits Tamás
Dr. Marcsa Dániel
Markos Péter
Dr. Márton Lőrinc
Dr. Martos János
Dr. Máté Márton
Dr. Mertinger Valéria
Dr. Mika László
Dr. Mikó Balázs
Dr. Miskolczi Norbert
Dr. Molnár Gábor
Dr. Molnár György
Molnár Szabolcs
Monek Gergő Dávid
Dr. Morlin Bálint
Nagy András (zsűritag)
Nagy András (titkár)
Dr. Nagy Gergely Domonkos
Nagy Gyula
Dr. Nagy István
Dr. Nagy Szilvia
Dr. Nagy-György Tamás

Nagy Viktor
Dr. Nehéz Károly
Dr. Nehme Kinga
Nepusz Adrienn
Dr. Németh István
Németh Zoltán
Dr. Novothny Ferenc
Nyakas Barnabás
Dr. Odry Péter
Dr. Oldal István
Dr. Orbán Ferenc
Dr. Orosz Csaba
Dr. Oroszlány Ákos
Pákai Péter
Pál Gábor
Dr. Pálfalvi Attila
Dr. Pál-Schreiner Judit
Papp Csenge
Dr. Papp Sándor
Dr. Patziger Miklós
Dr. Pék Lajos
Dr. Perjésiné Dr. Hámori
Ildikó
Pestiné Dr. Rácz Éva
Veronika
Petrikó László
Dr. Pidl Renáta
Dr. Pintér Róbert
Dr. Pletl Szilveszter
Dr. Pokorádi László
Dr. Polák József
Pollák András
Dr. Pólik Zoltán
Dr. Pomezanski Vanda
Olimpia
Dr. Popa-Müller Izolda
Póth Miklós
Reinitz Zoltán
Dr. Réger Mihály
de Rivo Balázs

Dr. Rónai Péter
Dr. Safranyik Ferenc
Sarkadi-Nagy Balázs
Sarvajcz Kornél
Dr. Sári Zoltán
Dr. Schiffer Ádám
Dr. Sidor Jurij
Dr. Sikolya László
Simon Attila
Dr. Solecki Levente
Dr. Stampfer Mihály
Dr. Stonawski Tamás
Dr. Szabó Márta
Szabó Miklós
Dr. Szakács Tamás
Dr. Szakál Zoltán
Szalánczi Gábor
Dr. Szanyi János
Szántó Norbert
Dr. Szeidl György
Dr. Szemes Péter Tamás

Szepesházi Attila
Dr. Szentirmai Tamás
Dr. Szép János
Dr. Szi Brigitta
Dr. Szigeti Ferenc
Dr. Szilágyi László
Szilágyi Zoltán
Dr. Szodrai Ferenc
Dr. Szűcs László
Dr. Takács Árpád
Dr. Talamon Attila
Tam András
Dr. Tamás Anna
Dr. Timár Imre
Dr. Titrik Ádám
Dr. Tolner Imre
Dr. Tolvaly-Roşca Ferenc
Torma József
Törőcsik Dávid
Tóth Balázs
Dr. Trohák Attila

Dr. Tukora Balázs
Tüü-Szabó Boldizsár
Dr. Uri Zsuzsanna
Vadászné Dr. Bognár Gabriella
Dr. Vadkerti Edit
Dr. Vajda Tamás
Dr. Vámosy Zoltán Imre
Dr. Várady Géza
Dr. Varga Gyula
Dr. Varga László
Dr. Varga Zoltán
Dr. Vehovszky Balázs
Dr. Veöreös András
Volosin Tibor
Vulkán Csaba
Zétényi Zsófia
Dr. Zseni Anikó
Dr. Zsidai László
Dr. Zsótér Brigitta