



**„A jövő Te vagy”
ÚNKP-s kutatások és
kiválóságok a Műegyetemen**

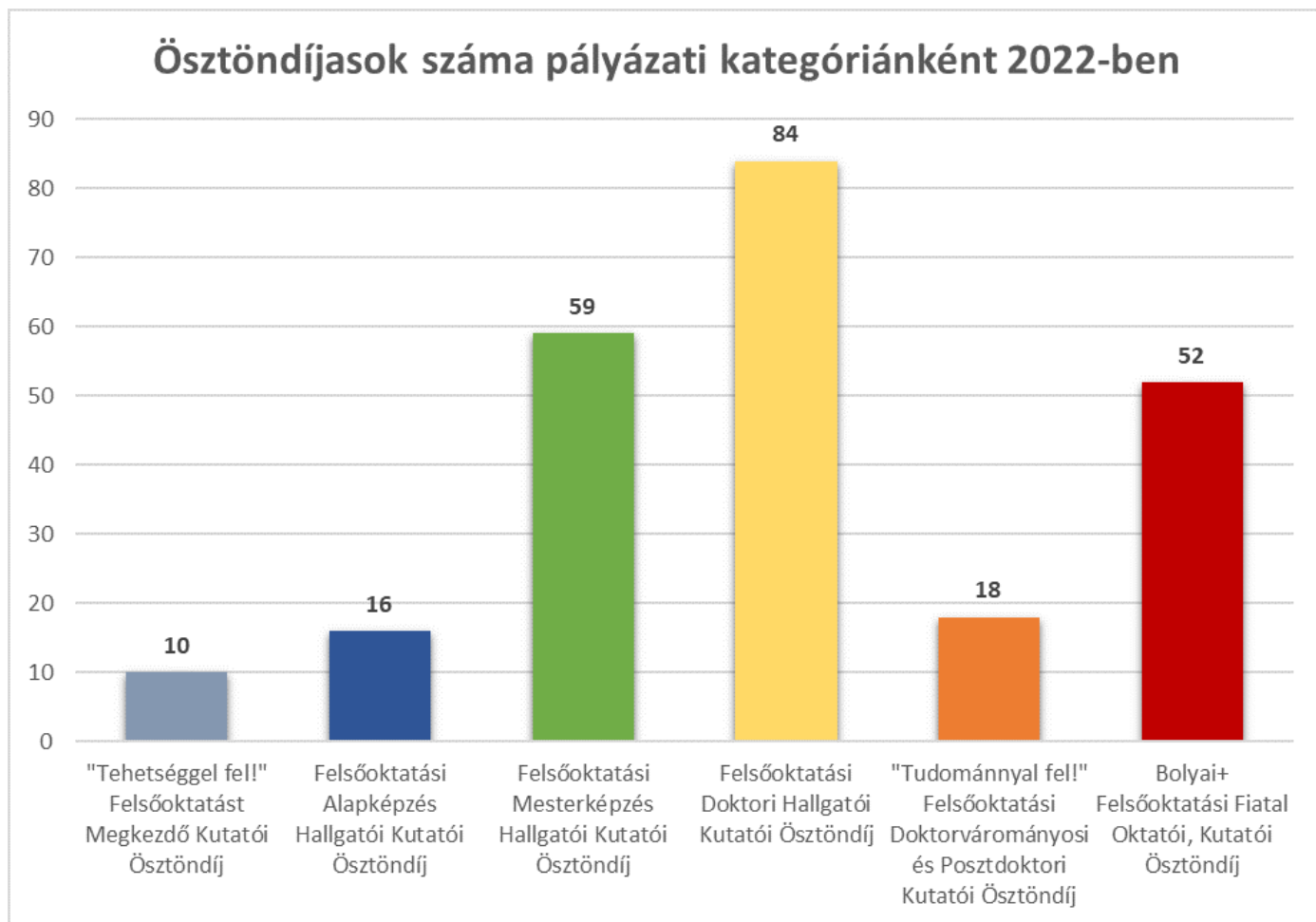
ÚNKP konferencia Absztraktkötet

2023. június 7.

Előszó

A 2023-as „A jövő Te vagy!” - ÚNKP-s kutatások és kiválóságok a Műegyetemen” című konferencia az Új Nemzeti Kiválóság Program (ÚNKP) intézményi éves záró rendezvénye, ahol a BME ösztöndíjasai rövid előadások formájában számot adnak a kutatási eredményeikről. A rendezvény több éves hagyományokra tekinthet vissza, immár negyedik alkalommal kerül megrendezésre online keretek között.

Az ÚNKP a magyar Kormány által alapított ösztöndíjprogram a nemzeti felsőoktatási kiválóság támogatására, melynek keretein belül a Műegyetemen a 2022/2023-as tanévben 239 pályázó részesült támogatásban. Ez jelentős előrelépés az ösztöndíjasok számát tekintve, hiszen 30%-kal haladja meg a tavalyi nyertes pályázatok számát. Az ösztöndíjak eloszlását az alábbi ábra mutatja:



A program két szempontból is fontos az egyetem számára: egyrészt a tehetséggondozást szolgálja, másrészt a résztvevők tudományos karrierjét alapozza meg. A célkitűzésekkel összhangban a program az egész egyetemi periódust átívelő ösztöndíjcsomag: a középiskolai „Tehetséggel fel!” ösztöndíjtól a különböző egyetemi szinteken át egészen a posztdoktori időszakig tart. Így viszonylag hosszú időn át biztos anyagi háttérrel nyújt hallgatóknak. Egyúttal lehetőséget ad arra, hogy az ösztöndíjas kiléphessen a tananyagból, bizonyos tudományos kérdések mélyére tekintsen, átélhesse annak szépségeit és élvezettel végezhesse kutatásait.

Egyetemünk éves ÚNKP záróeseménye az ösztöndíjas periódus során elért eredmények nyilvános bemutatását teszi lehetővé. A konferencia széles kutatási spektrumot ölel át, 19 tematikusan szervezett szakmai szekció témája a műszaki tudományoktól kezdve, a természet-, az informatikai- és társadalomtudományokon át az építőművészetekig terjed.

A konferencia során 15 perces előadások és az azokat követő diskuszió segíti a kutatási eredmények mélyebb megismerését, illetve a kapcsolatteremtést a résztvevők között.

A rendezvénnyel kapcsolatban elérhető további kiadványaink és videóink a unkpkonferencia.bme.hu oldalon tekinthetők meg.

Tartalomjegyzék

"Tehetséggel fel!" Felsőoktatást Megkezdő Kutatói Ösztöndíj

Boda Benedek János	7	Kincses Ábel	12
Csicsely Dominik	8	Máté Zoltán	13
Dóra Márton	9	Mészáros Nándor	14
Jámbor Sándor	10	Novák Márton	15
Képes Bence	11	Török Mátyás	16

Felsőoktatási Alapképzés Hallgatói Kutatói Ösztöndíj

Bogner Marcell Márk	18	Ötvös Bettina	26
Borbás Balázs	19	Pácsonyi Péter	27
Gregosits Tamás	20	Pelenczei Bálint	28
Horváth Réka Anna	21	Sajti János	29
Kis Dávid	22	Ujvári András Zsolt	30
Kreinicker Gábor	23	Urbán Balázs Gyula	31
Németh Réka Helga	24	Varga Levente	32
Nyiri Emese	25	Zsiros Boldizsár	33

Felsőoktatási Mesterképzés Hallgatói Kutatói Ösztöndíj

Ádám Zsófia	35	Kádár Attila	61
András Levente	36	Kardos Réka Anna	62
Arany Dóra	37	Kertész Erik	63
Árvai Csaba	38	Kis Dávid	64
Barhács Balázs Marcell	39	Kiss Johanna	65
Békési Gergő Bendegúz	40	Kocsis Kende János	66
Berke Martin	41	Kocsis Márton	67
Biró Bence	42	Krain-Sólyom Ildikó	68
Boldis Bercel	43	Krasznai Anna	69
Bolla Gergő Levente	44	Kubicsek Ferenc	70
Csanády Anna Dorottya	45	Lőrincz Balázs	71
Csépányi István	46	Lukács Nóra	72
Farkas Szabolcs	47	Macsek Kata	73
Fehérvári János Gergő	48	Magyar Gergely	74
Fekete Csilla	49	Markovics Dávid	75
Ficzere Máté	50	Márton Áron	76
Fitos Bence	51	Nagy Dániel	77
Friedrich Dániel	52	Németh Réka Helga	78
Fügedi Kata Dorina	53	Pásztor Bettina	79
Gál Dalma	54	Plavec Lambert	80
Gunther Ágota Anikó	55	Richter Dóra	81
Haba Tamás	56	Romasz Ádám	82
Hann Flóra	57	Sándor Dániel	83
Havasi Kristóf	58	Suhajda Erzsébet	84
Horváth Ádám	59	Szabó Csaba	85
Horváth Dávid András	60	Szabó Renáta	86

Szalai Márk Dániel.....	87
Szalay Máté Csongor.....	88
Szénási Sára.....	89
Tóth Kincső Etelka.....	90

Vajda Dániel László.....	91
Varga Bertalan.....	92
Varga Csaba.....	93

Felsőoktatási Doktori Hallgatói Kutatói Ösztöndíj

Bajcsi Levente.....	95
Balogh Tamás.....	96
Bánhegyi Dorottya Fruzsina.....	97
Barna Orsolya.....	98
Bártfai András.....	99
Békési Gergő Bendegúz.....	100
Berkl Zsófia.....	101
Bognár Melinda Zsófia.....	102
Csathó Botond Tamás.....	103
Csizmadia Petra.....	104
Daku Gábor.....	105
Dargó Gyula.....	106
Decsov Kata Enikő.....	107
Dobos-Kovács Mihály.....	108
Dombrowszky Zsófia.....	109
Domján Júlia.....	110
Fazekas Máté.....	111
Fehér Anna Éva.....	112
Ficzere Dániel.....	113
Frank György.....	114
Fülöp Csenge.....	115
Füzesi Dániel.....	116
Gábos Zoltán.....	117
Gazdag Sándor.....	118
Golarits Marcell.....	119
Grabarits András József.....	120
Graics Bence.....	121
Guba Márton.....	122
Gyenes Zoltán Bálint.....	123
Gyenti Bálint.....	124
Haba Tamás.....	125
Hauck Bence.....	126
Hegedűs Tamás.....	127
Horváth Hanna Zsófia.....	128
Hrutka Bence Péter.....	129
Huzsvár Tamás.....	130
Iklódi Zsolt.....	131
Kápolnainé Nagy-Göde Fruzsina.....	132
Kemény Alexandra.....	133
Klaniczay János.....	134

Kovács Adorján.....	135
Kőhalmy Nóra.....	136
Krizsma Szabolcs Gábor.....	137
Kürtössy Olivér Csaba.....	138
Lelkes János.....	139
Lendvai Bálint.....	140
Lindenmaier László.....	141
Lükő Gabriella.....	142
Madarász Lajos.....	143
Makk-Merczel Kinga Szilvia.....	144
Márton Péter.....	145
Máté Péter.....	146
Nagy Botond.....	147
Német Norbert.....	148
Németh Andor.....	149
Oláh Petra.....	150
Papp Bálint.....	151
Pethő Zsombor.....	152
Poór Dániel István.....	153
Regős Krisztina.....	154
Renkó József Bálint.....	155
Rónai Levente.....	156
Sámson Kinga.....	157
Sébastien Michel.....	158
Sipos Bence.....	159
Solymos Balázs.....	160
Szabó András.....	161
Szabó-Tacsi Kornélia.....	162
Szagri Dóra.....	163
Szász-Schagrin Dávid György.....	164
Szentpéteri Bálint.....	165
Szilágyi Dávid.....	166
Szücs Cintia Lia.....	167
Takács Donát.....	168
Tóth Gergő Dániel.....	169
Tóthpálné Hidegh Gyöngyvér.....	170
Török Sebestyén Dániel.....	171
Ulveczki Mihály Ádám.....	172
Varga Dóra.....	173
Varnyú Dóra.....	174

Vincze Anna	175
Virág Ábris Dávid	176

Vörös Illés.....	177
Záhonyi Petra	178

„Tudománnyal fel!” Felsőoktatási Doktorvárományosi és Posztdoktori Kutatói Ösztöndíj

Dülkné Dr. Molnár Zsófia Klára.....	180
Galata Dorián László.....	181
Hirsch Edit.....	182
Hory Gergely	183
Karácsony Rita	184
Lévai Tamás.....	185
Mester Dávid	186
Nagy Eszter Dóra	187
Németh Renáta	188

Nyári Bendegúz Tamás.....	189
Rózsa Zoltán.....	190
Schall Eszter.....	191
Sinkovics Bálint.....	192
Szabó Krisztina	193
Szemenyei Márton	194
Táczai István	195
Vass Balázs.....	196
Wettstein Domonkos.....	197

Bolyai+ Felsőoktatási Fiatal Oktatói, Kutatói Ösztöndíj

Ábrányi-Balogh Péter	199
Aradi Szilárd	200
Bachrathy Dániel Sándor	201
Bacsárdi László.....	202
Bajusz Dávid	203
Balogh Zoltán	204
Bécsi Tamás	205
Békési Angéla.....	206
Bordács Sándor.....	207
Czél Gergely	208
Csapó Tamás Gábor	209
Danka István	210
Deme Zsófia	211
Demeter Gyula	212
Duleba Szabolcs János	213
Esztergár-Kiss Domokos	214
Firtha Gergely.....	215
Fülöp Gergő	216
Geier Norbert.....	217
Grad-Gyenge Anikó.....	218
Groniewski Axel	219
Gyarmati Benjámín Sándor.....	220
Háden Gábor Péter.....	221
Hégely László	222
Horváth Miklós	223
Höltzl Tibor	224

Józsa Viktor.....	225
Kelemen Zsolt.....	226
Klapcsik Kálmán	227
Kovács Róbert Sándor	228
Madas Balázs Gergely	229
Mayer Martin János	230
Mészáros László	231
Nagy Brigitta.....	232
Palotás Krisztián.....	233
Pekár Adrián	234
Pósa László.....	235
Szabó Edina.....	236
Szabó Levente	237
Szádeczky Tamás.....	238
Szalmáné Csete Mária	239
Szlancsik Attila.....	240
Tábi Tamás	241
Takács Dénes.....	242
Tamás-Bényei Péter	243
Toka László.....	244
Tóvári Endre.....	245
Török Árpád.....	246
Török Gergely Tihamér.....	247
Vető Bálint.....	248
Weiner Mihály	249
Werner Miklós Antal	250

„Tehetséggel fel!” Felsőoktatást Megkezdő Kutatói Ösztöndíj

Boda Benedek János

Gépészmérnöki Kar

Mechatronika, Optika és Gépészeti Informatika Tanszék

A mobilrobotika

Mobilrobotokkal manapság nemcsak az ipari környezetben, hanem háztartásainkban is fellelhetők. A mobilrobotok sok területen alkalmazhatók, és számos feladatot képesek elvégezni, mint például takarítás, szállítás, raktározás, csomagolás és ellenőrzés. A mobilrobotok alkalmazása növeli az automatizálás hatékonyságát és a költségek mellett csökkenti a veszélyes körülmények között dolgozó munkások számát. Összességében a mobilrobotok elterjedése jelentős hatással van az emberi életre és a technológia fejlődésére.

A kutatás fő célja a mobilrobotok tervezése során figyelembe vett tényezők és a különböző technikai megoldások bemutatása. Témája az alapvető mobilrobot típusok és azok irányítása. A kutatás részletesen tárgyalja a szakirodalmakban megismert aktuátorok és szenzorok típusait, működési elvüket, a felépítésükből adódó előnyeiket és felhasználási területeiket. Az alkalmazott technológiák mellett kitekintek a robotok mechanikai modelljére is. A kutatás során a differenciál hajtású és az önegyensúlyozó robotok (Segway) mellett a holonomikus robotok is a fókuszban állnak. Utóbbiakról a szakirodalmak alapján megismert kinematikai modell alapján elkészítésre került egyedi szimulációs környezetben egyszerűsített modell.

Csicseley Dominik

Építőmérnöki Kar

Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék

Duzzasztóművek építése

A Tisza-tó hidromorfológiájának alakulása

A Tisza-tó az ország harmadik legnagyobb tava, ami a Tisza Kiskörei vízlépcső általi felduzzasztásával alakult ki. A tó jelentős része a folyó korábbi hullámterét fedi le. Napjainkban a Tisza-tó egy diverz ökológiai rendszer, gazdag növény- és állatvilággal, továbbá kiemelt szerepet játszik a térségben a turizmus, így mind természetvédelmi, mind társadalmi szempontból jelentős.

A Tisza-tó hidromorfológiai szempontból egy összetett rendszer, aminek része maga a Tisza folyó, a tó vízutánpótlását biztosító öblítőcsatornák és a tó medencéi (fentről lefelé: Tiszavalki, Poroszlói, Sarudi, Abádszalóki). Az üzemállapotoktól függően eltérő áramlási viszonyok alakulnak ki a rendszerben, bizonyos esetekben (általában nagyvíznél) az öblítőcsatornákat lezárják és csak a Tiszában áramlik a víz, míg más esetekben az öblítőcsatornákon keresztül alakul ki vízmozgás a medencék irányában. A Tisza hordalékos vize folyamatos terhelést jelent a tónak, ami lokális és nagyobb kiterjedésű lerakódásokat okoz, emellett pedig jelentős a tó belső hordalékterhelése is a tavi növényzet lebomlásából. A tó töltődése kihat a rendszer működtetésére, mert mind a természetes élőhelyek változásában, mind a rekreációs lehetőségekben szerepet játszik. Az alaktani változások megértése és a kapcsolódó problémák beazonosítása ezért fontos feladat, és fontos alapot szolgáltat a tó jövőbeli üzemeltetéséhez. Mivel a folyami hordalék mozgása az áramlási viszonyokkal szorosan összekapcsolható, jelen kutatás céljaként a Tisza-tó hidromorfológiai feltárását tűztük ki célul.

Kutatásomban szakirodalmi anyagok áttekintésével, a Tisza-tó kialakulásának bemutatásával, múltbeli térképek elemzésével és friss mérési adatok értékelő elemzésével vizsgáltam a Tisza-tó hidromorfológiai folyamatait, azzal a céllal, hogy későbbi üzemeltetési/beavatkozási tevékenységekhez nyújtsak segítséget. Összegyűjtöttem a tó kialakulásához kapcsolódó releváns dokumentációkat, irodalomkutatást végeztem, amiken keresztül a problémákat is vizsgáltam. A befogadó tanszéken végzett mérések elemzésével bemutatom a tó vízmérlegének és hordalékviszonyainak egy-egy jellemző üzemállapotra vonatkozó alakulását.

Dóra Márton

Villamosmérnöki és Informatikai Kar

Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék

Kiberfizikai rendszerek hatékony fejlesztése és ellenőrzése

Kutatásom célja kiberfizikai rendszerek fejlesztése és ellenőrzése, amely során először általánosan ismerkedtem meg ezen rendszerek jellemzőivel. Feldolgoztam a modellezési irodalmakat, és tanulmányoztam a legfontosabb modellezési nyelveket. Állapotalapú modellezési eszközt választottam a kutatásom központi elemeként: megismerkedtem az egyetemen fejlesztett eszközökkel. Az általam feldolgozott publikációk azt hangsúlyozzák, hogy alapvető elvárás a kiberfizikai rendszerek megfelelő működése, ezért nem csak a fejlesztésre, de az ellenőrzésre is komoly hangsúlyt kell fektetni. A modellellenőrzés történeti áttekintése mellett a legújabb ellenőrzési eljárásokba is betekintést nyerhettem, például az interpolációs alapú módszerbe vagy a bizonyításon alapuló modellellenőrzésbe.

Fő célkitűzésem, hogy integráljam a kiberfizikai rendszerek folytonos aspektusait kezelő szimulációs technikákat a számítógépes rendszerek modellezésére szolgáló állapotalapú modellező nyelvekkel.

A kiberfizikai rendszerek működésének tanulmányozására számítógépes szimulációkat kezdtem végezni. Analitikusan kiszámolt eredményeket vettem össze az OpenModelica-ban végzett szimulációkkal. Áramköröket építettem fel, és az optimális megoldás keresésére szimulációkat végeztem, különböző paraméterek megváltoztatásával vizsgáltam a futási eredményeket. A szimulációkat Pythonban is futtattam FMPy segítségével, így a zaj hatását tudtam vizsgálni. A szimulációk eredményeinek feldolgozásához a Pyro.ai rendszert is használtam.

További célom, hogy konkrét ipari folyamatokat ismerjek meg, amelyek segítenek jobban átlátni a problémákat és lehetőséget adnak az érdeklődésemnek inkább megfelelő gyakorlati kérdések megválaszolására.

Jámbor Sándor

Építőmérnöki Kar

Tartószerkezetek Mechanikája Tanszék

Fa rácsos tartók favázás épületeknél

Fából való építkezés már évszázados hagyomány, de manapság ez már háttérbe szorult, mert a régi technológiák már nem felelnek meg a mai modern követelményeknek, és az új elsősorban külföldről behozott technológiák, amik ezeknek a követelményeknek megfelelnek, azokat a magyar közéletben nem ismerjük eléggé. Jelenleg nagy trendje van a fából való építkezésnek, köszönhetően a fa kedvező tulajdonságainak. Viszont a trendek követése nem elegendő, sőt lehet ártalmas is, ha nem ismerjük meg megfelelően a fából készült szerkezeteket.

Ezért döntöttem úgy, hogy ebben a projektben szeretném elmélyíteni az ismereteimet a favázás épületek építésében, szeretném megismerni a favázás épületek típusait a kapcsolódó szakirodalom feldolgozásával. A projektben elsősorban a favázás épületek tartószerkezeteivel foglalkozom, azok statikai és szilárdságtani számításaival és méretezésével, a ezeknek a tartószerkezeteknek a rácsos tartókból való elkészíthetőségével. Továbbá olyan Onramp algoritmus készítésével, amely segítségével, a megfelelő adatok bevitelével gyorsíthatóak ezek a számítások.

Képes Bence

Vegyésmérnöki és Biomérnöki Kar
Kémiai és Környezeti Folyamatmérnöki Tanszék

Növényi hatóanyagok extrakciója mezőgazdasági és élelmiszeripari hulladékokból

A modern világ, így a vegyipar is egyre jobban a környezettudatos, vagy „zöld kémiai” technológiák felé törekszik. Ennek alapfeltétele, a különböző gyártási folyamatok, illetve a felhasználás során keletkezett hulladékok újrafeldolgozásának vizsgálata, hogy a lehető leghatékonyabban, kivonhassuk belőlük az adott feldolgozási, gyártási folyamat során visszamaradt hasznos bioaktív és egyéb komponenseket. Továbbá, amennyiben ezen lehetőség nem megvalósítható, vagy már megtörtént, akkor a hulladékok anyagában történő (pl. komposzt), vagy pedig energetikai újrahasznosításának a megoldása is elengedhetetlen. A legkedvezőbb megoldás lehet, ha a hulladékból hatékonyan kivonhatóak még hasznos komponensek, amely lépés után az extrakciós maradék tovább hasznosítható, pl. takarmányként, komposztként vagy akár energetikai célokra (akár biogáz, bioüzemanyag előállítására vagy tüzelőanyagként). Célom, hogy felmérjem Magyarország hulladékkezelési stratégiáját, a hagyományos és új, környezetkímélőbb extrakciós módszereket, oldószereket, illetve azok előnyeit és hátrányait. Példákon keresztül bemutatom, hogy a különböző növényi hulladékok értékes összetevőinek kivonására, eddig milyen, esetleg Magyarországon is alkalmazható, módszereket dolgoztak ki, valamint, hogy az itthoni hulladékkezelésben hol érdemes alkalmazni azokat, illetve hol érdemes esetleg változtatáson gondolkodni

Kincses Ábel

Természettudományi Kar
Elméleti Fizika Tanszék

Kvantumos hibajavítás szimulációja

A kvantumos hibajavítás pillanatnyilag legígéretesebbnek tűnő megközelítése az ún. „felületi kód”. Elméleti és szimulációs munka is bizonyítja, hogy ez jól véd az egyeskvantumbiteket külön-külön érintő hibák ellen.

A valóságban viszont a kvantumszámítógépen a hibák korreláltak, több kvantumbiten egyszerre keletkeznek. Ezekre a korrelált hibákra több hibamodell született, amik mind figyelembe veszik egy valóságos kvantumszámítógép fizikai jellemzőit, hibákra való érzékenységet. A hibamodellek numerikus vizsgálata nagyon fontos, ez ad lehetőséget a felületi kód valósághoz hű szimulációs tesztelésére, ezáltal közelebb kerülhetünk egy ilyen hibajavító rendszert használó valóságos kvantumszámítógép viselkedéséhez. A szimulációhoz többféle numerikus eljárás ismert, amik mind kompromisszumos megoldások a jó skálázás (nagy kvantumcsipek szimulációja) és a hibamodellek realisztikussága között.

Munkámban kisméretű kódokat vizsgáltam, hullámfüggvény-alapú, általános hibamodellek vizsgálatára alkalmas python programok segítségével. A szimulációs munkához a qiskit és a STIM python package-eket használtam, ugyanis ezek eredetileg is kvantumáramkörök futtatására lettek tervezve. A kutatás részét képezte egy olyan interaktív grafikus program is, ahol egy felületi kód futásidőben kattintással lehet hibákat bevinni, illetve javítani. Ez különösen hasznosnak bizonyult a működés megértéséhez, és a javító algoritmusok teszteléséhez.

Máté Zoltán

Építőmérnöki Kar
Út és Vasútépítési Tanszék

InfraBIM, a vonalas létesítmények tervezésében és kivitelezésében

Az ún. BIM (Building Information Modelling) szemlélet alkalmazása ugyan a nemzetközi magasépítési gyakorlatban már mintegy 20 éves múltra tekint vissza, viszont a mélyépítésben történő alkalmazhatóságának vizsgálata csak az utóbbi években került a hazai érdeklődés homlokterébe. Noha a magyar mérnöktársadalom már jellemzően tisztában van azzal, hogy mi is az a BIM, illetve a magasépítésben szerzett BIM tapasztalatok vonalas létesítmények esetén történő alkalmazása milyen elméleti előnyökkel járhat, ezzel szemben a megvalósult gyakorlati példák és esettanulmányok száma, még meglehetősen szerény.

Korábbi tanulmányaimra alapozva, jelen kutatásom során elsősorban a BIM által nyerhető közvetlen kivitelezői aspektusból tárgyalható – és ennek köszönhetően indirekt módon nemzetgazdasági szinten is értelmezhető – előnyöket szeretném feltárni.

Elsőként szeretném áttekinteni az útépítési projektek időbeli lefutásának folyamatát és azt vizsgálni, hogy ezek organizációs feladataiban milyen szerepet játszik a BIM szemlélet megjelenése. Ezt követően külön-külön vizsgálom meg az egyes főbb munkafázisokat (aszfaltgyártás, -szállítás, -beépítés) arra fókuszálva, hogy a korszerű digitalizációs technológiák milyen többletlehetőséget jelenthetnek (idő és/vagy költségmegtakarítás vonatkozásában).

A BPO (Bau Process Optimierung) adta lehetőségek szemléltetésével folytatva, érvekkel szeretném alátámasztani, hogy miért fontos, illetve előnyös az alkalmazása.

Végül a kutatást egyetlen izgalmas terület vonatkozásában tovább szűkítve azt vizsgálom, hogy a tervezői adatszolgáltatás milyen mértékben tekinthető BIM kompatibilisnek, mennyire felel meg a kivitelezői elvárásoknak, a kapott digitális tervdokumentáció alkalmas-e közvetlenül ún. gépvezérlésre vagy az további átdolgozásra szorul.

Mészáros Nándor

Vegyésszmérnöki és Biomérnöki Kar
Szervetlen és Analitikai Kémia Tanszék

A közutakon termelődő gumibroncs alapú mikroaggregátumok (TRWP) minőségi és mennyiségi meghatározása

Számos kutatás foglalkozott már az összes termelődő mikroműanyaggal, ám ebből elég nagy hányadot tesz ki az autógumik közúti kopásából származó szemcsék aránya, melyet szakirodalmi adatok alapján körülbelül 20 %-ra becsülnek. Ezek a részecskék a természetben mindenhol veszélyt jelentenek az élővilágra és ránk, emberekre is. A gumi alapanyagában számos vegyület és anyag található, amelyek hatással vannak az egészségünkre, ilyen a Zn, ami a természetbe kijutva nagy mennyiségben akkumulálódik az élőlényekben, valamint az egyes adalékanyagok (PAH vegyületek, oldószerek), melyek önmagunkban vagy oldott formában is toxikus hatást fejtenek ki. Emellett az apró szemcsék felületén számos nehézfém, égéstermék és egyéb mérgező anyagok adszorválódhatnak. Ezen közlekedéshez köthető szennyezőket már korábban kutatásunk során mi is kimutattuk.

Lassan 5 éve futó projektünk, melyen csapatban dolgozom egy társammal már a 100 mikrométer alatti szemcsetartományra fókuszálódott. Munkán során két külön ágon kutatunk ezzel elválasztva egymástól a saját eredményeinket, de egyben segítve egymást az előrébb jutásban.

Korábbi kutatásunk során megállapítottuk a 2017-ben Magyarországon termelődött gumiszemcse mennyiséget (6680 tonna), valamint fénymikroszkópot és SEM-EDX mikroszkópot használva minőségi vizsgálatokat végeztünk az aggregátumokon. Morfológiai és anyagi tulajdonságok alapján azonosítottuk az útanyag (TRWP) aggregátumokat.

További méréseket végeztem SEM-EDX mikroszkóppal és pontosítottam szennyezők és a minőségi vizsgálatok eredményein. Ez a módszer kvalitatív meghatározásra nem alkalmas, ezért új, egyszerűbb, hatékonyabb analízist kellett keresni.

Immáron elsődleges célként a gumiszemcsék mennyiségi meghatározásával foglalkoztam, melyhez a termogravimetria módszerét alkalmaztam. A korábbi kutatási helyszínünkként szolgáló Aranyhegyi patakból vett üledékmintákat használtam a vizsgálat során. A nagyobb szemcsék számlálásánál alkalmazott szeparálási folyamattal el kellett különíteni a mérendő anyag mellett jelentős mennyiségű egyéb ásványi szemcsét és szerves anyagokat, melyek zavarják a mérés pontosságát, mivel a termogravimetriás mérés nagyon érzékeny folyamat. Ezt követően a mérés egy GC-MS (gázkromatográffal kapcsolt tömegspektrometria) készülékkel történt.

Az analitikai vizsgálatok mellett a társam által méretezett ülepitők tervezésében is segítséget nyújtottam, amely a TRWP aggregátumok élővízbe jutását akadályozza meg. Ez szorosan kapcsolódik a mennyiségi meghatározáshoz, ugyanis eredményeim az ülepitő hatékonyságának ellenőrzését is szolgálják.

Novák Márton

Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar
Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

A zalaegerszegi ZalaZone tesztpálya járműipari és -mérnöki jelentőségének vizsgálata

A zalaegerszegi ZalaZone Járműipari Tesztpálya az egyik legnagyobb potenciállal rendelkező beruházás hazánkban. Folyamatos a kutatás-fejlesztés, vállalati és egyetemi szinten is. A tesztpálya egy tudásalapú innovációs ökoszisztémát teremtve igyekszik bekapcsolódni a nemzetközi vérkeringésbe. A járműiparban megjelenő új irányokhoz, mint például az autonóm járművek teszteléséhez elengedhetetlen egy ilyen ipari beruházás. Járműmérnök tanulóként és zalaegerszegi lakosként fontosnak tartom részletesebben megismerni az ipari parkot és az ott zajló kutatásokat. Kutatásom fő célja, hogy a járműipari tesztpálya vizsgálatán keresztül mélyebb tudást sajátítsak el a műszaki- és járműtudományok területén, megismerkedjek a jelenleg zajló innovatív kutatásokkal, kutatási módszerekkel. Munkám során feltárom a témában rejlő lehetőségeket, tanulmányokhoz kapcsolódó ismereteket, igyekszem továbbfejleszteni az eddigi tanulmányaim során megszerzett tudást, valamint szeretnék tapasztalatot gyűjteni a tudományterületen kutatómunka által. Eddigi kutatómunkám során főként irodalom- és kutatáselemzést végeztem, ami által mélyebb tudással gazdagodtam. Megismertem az egyes pályamodulokat, azok kihasználtságát, betekintést nyertem olyan kutatási eredményekbe, mint például az autonóm járművek kiberbiztonsági védelme, szoftveres tesztelése, kísérleti fejlesztései, de a mérnöki tartalmak mellett a tesztpálya-hoz kapcsolódó üzleti modellt is elemezhettem. Munkám során megismertem a műszaki- és járműtudományokban használatos kutatási módszereket.

A további munkám során személyesen is látogatást teszek a tesztpályán, amely által az irodalom-elemzés során megszerzett ismereteket és tapasztalatokat igyekszem mélyíteni, ezen kívül pedig további anyagokat dolgozok fel a szakmai beszámoló részletesebbé tétele érdekében.

Török Máttyás

Természettudományi Kar
Elméleti Fizika Tanszék

Skyrmionok elméleti vizsgálata mágneses vékonyrétegekben

Az elektronika gyakorlati határainak közeledtével egyre több figyelmet kapnak az alternatívák, többek között a spintronika is. Az első lépés az információhordozó, az elektron megfelelőjének megtalálása. A skyrmion az egyik ígéretes lehetőség. Ezeket az örvényszerű struktúrákat síkbeli spinrácsra figyelhetjük meg, megfelelő külső mágneses tér mellett topológiaiag védettek.

A skyrmionok néhányszor 10 nm-es mérete túl kicsiny a mikromágneses szimulációk végzéséhez, viszont túl nagy ahhoz, hogy atomisztikus spindinamika szimulációk során számos skyrmiont tudjunk figyelembe venni. A skyrmionok topológiai védettsége azonban lehetővé teszi, hogy önálló entitásnak, kvázirészecskének tekintsük őket a kollektív tulajdonságaik leírása során. Ha feltérképezzük a skyrmionok közötti kölcsönhatást, akkor lehetőségünk nyílik pl. Monte Carlo szimulációk segítségével tanulmányozni a skyrmion rács termodinamikai tulajdonságait.

Kutatásaim során Ir (111) felületére felvitt PdFe kettősrétegben kialakuló mágneses skyrmionokat vizsgállok. A modellben fellépő paramétereket ab-initio számításokkal határozták meg egy korábbi tanulmányban. Módosítottam a konjugált gradiens módszert úgy, hogy alkalmas legyen a klasszikus Heisenberg modell lokális energia minimumainak a megkeresésére. A program segítségével kiszámoltam a ferromágneses konfiguráció és egy izolált skyrmiont tartalmazó rendszer energiáját különböző külső mágneses tér esetén. Az optimalizáció során kapott skyrmionok sugarát összehasonlítottam a pásztázó alagútmikroszkópiával kapott eredményekkel. Két különböző távolságban rögzített skyrmion konfiguráció optimalizálásával feltérképeztem a kölcsönhatási energiát 15 különböző külső mágneses tér esetén. Minden esetben a távolsággal exponenciálisan lecsengő, taszító kölcsönhatást kaptam.

Abban a külső mágneses tér tartományban, amelyben a skyrmion rács az alapállapot az energiaviszonyokat pontosan ismerve elméleti úton meghatároztam azok rácsállandóját különböző rácstípusok esetén. A kölcsönhatási energiák ismeretében a skyrmionrács véges hőmérsékletű viselkedésének leírására felépíthetünk egy Ising modellt. Jelenleg egy Metropolis algoritmuson alapuló Monte Carlo szimuláció írásán dolgozom, amely, reményeink szerint, alkalmas lesz a skyrmionrácsra történő fázisátalakulások tanulmányozására.

Felsőoktatási Alapképzés Hallgatói Kutatói Ösztöndíj

Bogner Marcell Márk

Vegyésszmérnöki és Biomérnöki Kar
Szerves Kémia és Technológia Tanszék

Diariletén konjugált dibenzopentalén-rendszerek szintézise molekuláris elektronikai felhasználásra

A molekuláris elektronika egyik célja a processzorok további miniatürizálása, szerves félvezető alapú tranzisztorok alkalmazásával. Számos kutatás kezdett foglalkozni integrált áramkörök alapvető elemeinek megfeleltethető kisméretű szerves molekulák szintézisével[1]. A napjainkban is használt tranzisztorok analógiájára terveztünk és állítottunk elő egy új, potenciális unimolekuláris egyenirányító rendszert. A terület pionír molekulacsaládjai közé tartoznak a ditieniletén (DTE) alapú fotokapcsolók[2], melyekre jellemző a fotokémiai vagy termális gerjesztés hatására végbe menő elektrociklizáció, amely többek között a molekula geometriai és elektronikai tulajdonságait is nagyban befolyásolja. Egy elektronszívó csoportot tartalmazó bistabilis, dinamikusan kontrollálható kapcsolóval konjugált pozícióban egy elektronküldő csoporttal funkcionizált dibenzo[a,e]pentalén[3] (DBP) részletet építettünk be. A donor-akceptor rendszerben elméleti kémiai (DFT) számításaink alapján a kiterjedt policiklusos rendszer konjugációs mintázata jelentősen befolyásolható. Fotokapcsolás hatására várhatóan csökkenni fog a dibenzo[a,e]pentalén részlet antiaromás karaktere a periférián megtalálható elektronküldő és elektronszívó csoportok között kialakuló elektronikus kommunikáció miatt. Ez vélhetően együtt jár ezen szerkezeti elem vezetőképességének változásával is. Kutatásunk során sikerrel szintetizáltuk a korábbiakban leírt célmolekulát, így lehetőségünk nyílt a rendszer általános analitikai és emellett fotokémiai vizsgálatára is. Ezenfelül az annulált pentalén részlet aromaticitási indexeit is feltérképeztük kvantumkémiai és spektroszkópiai (NMR) módszerek segítségével.

Források:

[1] N. Fuentes, A. Martín-Lasanta, L. Álvarez de Cienfuegos, M. Ribagorda, A. Parra, J. Cuerva, *Nanoscale* 2011, 3, 4003-4014.

[2] M. Irie, T. Fukaminato, K. Matsuda, S. Kobatake, *Chemical Reviews* 2014, 114, 12174-12277.

[3] T. Kawase, T. Fujiwara, C. Kitamura, A. Konishi, Y. Hirao, K. Matsumoto, H. Kurata, T. Kubo, S. Shinamura, H. Mori et al., *Angewandte Chemie* 2010, 122, 7894-7898

Borbás Balázs

Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar
Fizikai Kémia és Anyagtudományi Tanszék

Öntisztuló bevonatok fejlesztése fénymoduláló kolloidrészecskék alkalmazásával

A fénymoduláló kolloidrészecskék (más néven felkonvertáló nanorészecskék, „upconverting nanoparticles”) olyan – főként lantanoida-tartalmú – mikrofázisok, amelyek képesek több, kisebb energiájú foton (közeli infravörös tartomány) egymást követő elnyelésére, majd az így elnyelt energia egy foton formájában történő emittálására.

Előállítottam NaYF₄ : 20 % Yb, 0,5 % Tm nanorészecskéket szolvotermális módszerrel, ezek etanol- és vízközegű szuszpenzióit vizsgáltam. Szintetizáltam titán-dioxid-héjat tartalmazó mag-héj részecskéket is, melyeket röntgendiffrakcióval és fluorimetriával tanulmányoztam.

Kutatómunkám egyik fő célkitűzése az ösztöndíjas időszakra színezékadszorpció és sugárzási kölcsönhatások tanulmányozása volt az előállított felkonvertáló nanorészecskék szuszpenzióval és kitozán mátrixú bevonataival. Fluorimetriás módszerrel kimutattam Rodamin 6G színezék és felkonvertáló nanorészecskék között sugárzási kölcsönhatást. Vizsgáltam ezen kölcsönhatás, illetve a felkonvertáló emissziós intenzitás hőmérsékletfüggését etanolos és vizes közegű szuszpenziókban, továbbá különböző összetételű és rétegvastagságú bevonatokban. A vizsgált rendszerek – komponensei között lejátszódó sugárzási kölcsönhatásainak köszönhetően – széles hullámhossztartományban gerjeszthetők (az UV-tartománytól a közeli infravörös sugárzásig).

A kutatás további célja fotodegradációs vizsgálatok elvégzése a titán-dioxid fotokatalizátort és fénymoduláló kolloidrészecskét egyaránt tartalmazó rendszerekben. Feltételezésünk szerint felép sugárzási kölcsönhatás felkonvertáló nanorészecskék és félvezető fotokatalizátorok között is, így az előállított kompozit bevonatok infravörös fényben is alkalmazhatóak lennének fotodegradációs folyamatok katalizálására.

Gregosits Tamás

Gépészmérnöki Kar

Műszaki Mechanikai Tanszék

Inverz inga virtuális egyensúlyozása komplex értékű perturbáció esetén

Virtuális környezetben megvalósított mozgáskoordinációs feladatok esetén könnyen lehet az egyes paramétereket változtatni, így olyan kísérleteket és méréseket is végre tudunk hajtani, amit valódi körülmények között nehezen, vagy nem is tudnánk megtenni. Erre lehet példa annak vizsgálata, hogy milyen hatással lenne egy inverz inga egyensúlyozására, ha nem a newtoni, hanem az arisztotelészi dinamika érvényesülne a fizikában. A kutatásomban egy ilyen jelenséget vizsgálok: az egyensúlyozott inga hosszát komplex számmal írom le, azaz a valós rúd hossz mellé virtuálisan egy képzetes rúd hosszát is csatolok, ami egy komplex értékű (azaz valós és képzetes részből álló) dinamikát generál. A valóságban az inga hossza csak valós szám lehet, ezért a komplex értékű ingahossz az egyensúlyozást végző alany számára értelmezhető egy ismeretlen perturbációként is. A kutatásomban modellezem az inverz inga emberi egyensúlyozását, amelyben az ember PD szabályozóként modellezhető, majd azt vizsgálom, hogy elméletben milyen hatással van az egyensúlyozásra a komplex értékű perturbáció. A rendelkezésre álló számítógépes Java kódot, amely segítségével egy virtuális inverz ingát egyensúlyozhatunk, a BME Műszaki Mechanikai Tanszék biztosítja. Ezt a programot módosítom úgy, hogy komplex értékű rúd hosszát is be lehessen paraméterként állítani a programban. Ezt követően a kutatásom empirikus részében méréseket végzek a már módosított programmal, majd a mérési eredményeket összehasonlítom az elméletben már feltárt hatásokkal.

Eredményként azt kapjuk, hogy minél nagyobb a képzetes rész a valós részhez viszonyítva a komplex perturbációban, annál nehezebb lesz a felső, instabil egyensúlyi pozícióban tartani az inverz ingát. Ennek oka, hogy a képzetes hosszt nem észleljük az egyensúlyozás során, emiatt az agyunk nem tudja szabályozni a dinamika képzetes részét. Jelenleg nem található hazai és nemzetközi szakirodalom a komplex perturbációval zavart egyensúlyozáshoz, ezért a kutatásommal hozzá szeretnék járulni ezen téma területének a szélesítéséhez.

Horváth Réka Anna

Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar
Fizikai Kémia és Anyagtudományi Tanszék

Explicit-korrelált magasabb rendű kvantumkémiai módszerek fejlesztése

A kémiai anyagok vizsgálata, illetve tervezése során fontos szerepet töltenek be a kvantumkémiai módszerek, melyek által lehetőség nyílik az egyes vegyületek stabilitásának, illetve reakcióinak vizsgálatára is. A különböző termodinamikai jellemzők megfelelő becsléséhez általában olyan módszerekre van szükség, amelyek az elektronikus energiát körülbelül 4 kJ/mol hibahatáron belül képesek számítani. Erre alkalmas például az általunk korábban fejlesztett explicit-korrelált, az egyszeres és kétszeres gerjesztéseket iteratívan, a háromszoros gerjesztéseket pedig közelítéssel figyelembe vevő coupled cluster módszer [CCSD(F12*)(T+)], amelynek költségét a szélesebb körű alkalmazhatóság kedvéért nemrégiben többféle módon csökkentettük [FNO-CCSD(F12*)(T+)].

Léteznek azonban olyan problémák is, melyek feltérképezéséhez ennél is pontosabban, mintegy 0,1 kJ/mol nagyságrendű hibahatáron belül kell ismernünk a mennyiségek értékét. Ez általánosságban meghaladja a CCSD(T) módszerek teljesítőképességét, így ezek kezeléséhez a háromszoros gerjesztések járulékát iteratívan, a négyszeres gerjesztéseket pedig legalább közelítéssel kell figyelembe vennünk (CCSDT és CCSDT(Q) módszerek). Munkánk során célunk volt olyan nagy pontosságú módszerek fejlesztése, amelyek képesek ezeket a gerjesztéseket figyelembe venni az explicit-korrelált közelítésen belül.

Ennek keretében négyféle módszert dolgoztunk ki az explicit-korrelált T járulék, illetve egy eljárást a (Q+) közelítés számítására. Ezek implementálását követően teszteket végeztünk a Karton és munkatársai által fejlesztett teljes coupled cluster energiákat és atomizációs energiákat tartalmazó készlet segítségével [J. Chem. Phys. (2020) 153, 024102]. A módszereink teljesítőképességét ily módon értékelve kiderült, hogy a (Q+) járulék hibája valóban tized kJ/mol nagyságrendű maradt, azonban a T járulékok megadására irányuló közelítéseink nem minden esetben teljesítik ezt a követelményt, és további módszerfejlesztő munka tárgyát képezhetik.

Kis Dávid

Vegyésszmérnöki és Biomérnöki Kar
Szerves Kémia és Technológia Tanszék

Egy új természetes alapú oldószer előállítása és fizikai tulajdonságainak meghatározása

A vegyipari termelésben kulcsfontosságú a különböző oldószerek használata, azonban ezek az oldószerek gyakran igen jelentős környezetszennyező vagy emberi egészségre ártalmas hatással bírnak. Ilyen gyakran alkalmazott oldószerek például a halogéntartalmú diklórmétán vagy az aromás toluol. Ezen oldószerek kiváltására javasolják az úgynevezett alternatív vagy „zöld” oldószereket, melyeknek közös tulajdonságai, hogy kevésbé toxikusak, nem tartalmaznak halogéntomot, valamint kicsi a tenziójuk, ami a gyúlékonyság és a légkörbe való kikerülés szempontjából fontos tényező. Az alternatív oldószerek közé tartozik például a toluol kiváltására javasolt para-cimol vagy a dimetil-szulfoxid kiváltására javasolt Cyrene.

Kutatásom során célom volt a szezámmagból is kinyerhető szezamolból egy új természetes alapú, a fent említett előnyös tulajdonságokkal bíró oldószert előállítani. Továbbá célom volt az így kapott oldószer, a metilszezamol fizikai tulajdonságainak meghatározása és stabilitásának vizsgálata. A metilszezamolt a szezamol metilezésével állítottam elő. Célom volt olyan körülményeket találni a metilszezamol előállításához, melyek révén környezetbarát módon, gyorsan és nagy termeléssel lehet előállítani az oldószert. A metilszezamol előállítása után meghatároztam a legfontosabb fizikai tulajdonságait, így például az új oldószer fagyás- és forráspontját, sűrűségét, törésmutatóját, lobbanáspontját és vízzeloldhatóságát. Vizsgáltam a metilszezamol elegyedését a leggyakrabban alkalmazott szerves oldószerekkel, és polimerek oldhatóságát az új oldószerben. A fizikai tulajdonságok meghatározásán túl vizsgáltam a metilszezamol stabilitását különböző tárolási körülmények között, valamint savak és bázisok jelenlétében, illetve melegítés hatására.

Kreinicker Gábor

Gépészmérnöki Kar

Mechatronika, Optika és Gépészeti Informatika Tanszék

Nanoműholdak orientáció meghatározása

A Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont (CSFK) Konkoly-Thege Miklós Csillagászati Intézetével együttműködve célunk egy infraszenzoros műhold orientáció meghatározó rendszer fejlesztése. Kisméretű, úgynevezett nanoműholdak esetében jelenleg még számos nyitott kérdést tartogat az orientációnak – azaz a műhold térbeli helyzetének – nemcsak a stabilitása, hanem a meghatározása is. Ugyanis ezek Föld körüli pályára állásuktól kezdve általában irányíthatatlan módon forognak, mely megnehezíti a tudományos mérések végzését vagy akár az adatok Föld-irányú továbbítását.

Ahhoz, hogy stabilizálni tudjuk egy műhold helyzetét, ismernünk kell annak megváltozását is. Ezt tehetnénk magnetométerrel, amely a Föld mágneses teréhez képest határozza meg az orientációt. Azonban ez önmagában nem elegendő, ugyanis ezzel a három szabadsági fokból csak kettőt tudunk meghatározni, amely nem definiálja egyértelműen az orientációt. Egy olyan megoldáson dolgozunk, amely képfeldolgozást alapul véve képes meghatározni a műhold térbeli helyzetét.

Ha alacsony Föld körüli pályából indulunk ki, akkor az űrben két fő hőforrás van a műholdról nézve: a Föld és a Nap. A kísérletünkben a műholdon négy, távoli infratartományban érzékelő szenzort helyezünk el, amelyek bár igen kicsi, 16×12 pixel felbontásúak, ezen források – azaz a Föld horizontja, illetve a Nap – detektálására alkalmasak. A Földet a szenzor egy fényes felületként érzékeli, míg a Napot egyetlen nagyon fényes pontként.

A műholdon már megtörténik a képfeldolgozás, melyhez nagymértékű optimalizációra van szükség az alacsony erőforrások miatt. Képfeldolgozást követően a műhold ezen alrendszere leküldi az aktuális orientációhoz tartozó kvaterniót (vagy azzal egyenrangúan, az annak megfelelő forgatási mátrixot) a rendszerbuszon, így a többi fedélzeti komponens is felhasználhatja ezt az információt. A műhold orientációját egyértelműen meg tudjuk határozni ezen adatok, illetve a műhold és a Nap Földhöz viszonyított pozíciója ismeretében.

Németh Réka Helga

Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar
Szerves Kémia és Technológia Tanszék

Polikarbonát bontása heterogén katalizátorokkal és a lebontási folyamat optimalizálása

A poli(biszfenol-A-karbonát) (BPA-PC) széleskörű felhasználásnak örvend mind a műszaki, mind a mindennapi alkalmazásokban jó optikai tulajdonságainak, hő- és ütésállóságának köszönhetően. Ezen termoplasztikus polimer szolgál többek között adathordozók (CD, DVD), sportfelszerelések, védőszemüvegek, reklámtáblák alapanyagaként. Exponenciálisan növekvő felhasználása szükségessé teszi az újrahasznosítási technikák fejlesztését. Kémiai újrahasznosítás alkalmazásával lehetőség nyílik a BPA-PC fenntartható módon megvalósított lebontása biszfenol-A (BPA) monomerre. Munkám során célul tűztem ki a BPA-PC szilikagélhez rögzített organokatalizátor jelenlétében végzett metanolízisének vizsgálatát. A depolimerizációs reakció közegeként a BPA monomer mellett képződő dimetil-karbonátot (DMK) mint környezetbarát oldószert alkalmaztam. Kutatómunkám során három kereskedelmi forgalomban kapható (Si-GUA, Si-TEA, Si-THU), valamint egy általam előállított, 1,5,7-triazabicyclo[4.4.0]dec-5-énnel (TBD) módosított szilikagél katalizátort (Si-TBD) vizsgáltam. Utóbbi felületi borítottságát SEM-EDX méréssel, továbbá tömegnövekedésen alapuló becsléssel határoztam meg. A BPA-PC metanolízisében katalitikus aktivitás alapján az általam előállított Si-TBD katalizátor bizonyult a legmegfelelőbbnek. Elsőként a lebontási reakció legfőbb paramétereit vizsgáltam: a katalizátormennyiséget, a MeOH:BPA-PC molarányt és a hőmérsékletet. Ezen előzetes kísérletek alapján kidolgoztam egy 2^3 teljes faktortervet a BPA-PC metanollal történő depolimerizációjának optimalizálására. A kísérlettervezés eddigi legjobb eredményeként teljes konverziót és 77%-os BPA-termelést kaptunk 5 mol% Si-TBD katalizátor, 15:1 MeOH:BPA-PC molarány alkalmazásával 65 °C-on.

Nyiri Emese

Építőmérnöki Kar

Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék

A vegyes szemösszetételű hordaléktranszport számításba vételének jelentősége egy hazai folyószakasz 1D modellezése tükrében

Vízfolyások medergeometriáját vizsgálva megállapítható, hogy azok folyamatos alakváltozáson mennek keresztül, amik egy ún. dinamikus egyensúlyi állapot felé tartanak. Azt elérve is megfigyelhető további mederváltozás, azonban azok hatására nem várható a dinamikus egyensúlyi állapottól való szignifikáns eltérés. Természetes vagy mesterséges folyamatok hatására a dinamikus egyensúlyi állapot jelentős változása várható. Ekkor kardinális kérdés, hogy milyen új medergeometria, illetve áramlási viszonyok várhatók. Kutatásomban a magyarországi Felső-Dunán vizsgáltam a múltbéli beavatkozások dinamikus egyensúlyi állapotra gyakorolt hatását. A 2020. évi TDK dolgozatomban már megállapítottam egy 0D morfodinamikai modell segítségével, hogy az egyensúlyi állapot az említett szakaszon nem áll fenn, hanem a szelektív erózió miatt folyamatos mederváltozás megy végbe. Az előző kezdetleges modellel a beavatkozások hatásának mértékét tudtam megállapítani egy-egy szelvényre. Jelen kutatómunkámban a már megalkotott 0D modell fejlesztését tettem meg, annak 1D modellre való kiterjesztésével, valamint a vegyes szemösszetétel figyelembevételével. Ezzel nemcsak pontosabb eredmények várhatók, de az 1D modellel időbeni becslést lehet adni egy-egy beavatkozás hatására. A modellépítés során továbbá szükséges olyan innovatív modellezési metodika kidolgozása, illetve alkalmazása, amivel különböző folyószabályozási művek (pl. sarkantyúsor) hatása (az áramlási viszonyokra és a hordalékmozgásra) számításba vehető 1D megközelítésben. A vizsgálatom fontos pillérét képezi az alapos irodalomkutatás, amivel célom volt a XIX. századi folyószabályozási munkák előtti időszaktól a beavatkozások kronológiájának, valamint morfodinamikai adatok felkutatása és a rendelkezésre álló adatok elemzése. Az elemzés során három beavatkozást implementáltam a felépített modellbe. Először a kanyarulat átvágásokat vettem számításba, amik hatására kialakuló mederváltozási trendeket a modell jó közelítéssel adta meg. A következő beavatkozás a sarkantyúsor beépítése volt, melynél a modell eredmények ugyancsak kielégítő pontossággal közelítik a valós átlagos medersüllyedést. Végül a bősi vízlépcsőt építettem be és vizsgáltam azt, hogy miként befolyásolja egy ilyen műtárgy a folyó morfológiáját. A beavatkozások beépítésével megfigyeltem a vizsgált szakasz alvízi feltöltődését. A modellvizsgálatok alapján azt láttam, hogy a modell alkalmas a beavatkozások hatását megbízhatóan vizsgálni. A modell a későbbi beavatkozásoknál segítséget nyújthat az előnyösebb tervezéshez, mert látható, hogy milyen állapotot idéz elő egy adott időtávra 1-1 beavatkozás. A modell nemcsak beavatkozások hatására kialakuló mederváltozás előrejelzéséhez tud segítséget adni, hanem pl. a szemösszetétel változás számszerűsítésével más szakágaknak (pl. ökológia) is fontos információt biztosíthat.

Ötvös Bettina

Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar
Szerves Kémia és Technológia Tanszék

Szilika nanoszálak előállítása és alkalmazása égésgátló adalékként

A műanyagok térnyerése számos műszaki alkalmazási területeken – úgy, mint a közlekedési- és elektronikai iparban – napjainkban is fokozódik, ezért ezen gyúlékony anyagok korszerű égésgátlási módszereinek kidolgozása, új módszerek és mechanizmusok feltárása és kiaknázása aktuális kutatás-fejlesztési feladat.

A szakirodalomban szilika nanorészecskék szinergetikus hatását mutatták ki számos égésgátló polimer kompozitban. A kutatások azt mutatták, hogy a nano-SiO₂ részecskék növelik az égésgátló polimerek termikus stabilitást, egyúttal a szilárd fázisban hatva fokozzák a szenesedést.

A kutatócsoportunkban végzett munka korábbi eredményei rámutattak, hogy egyes égésgátló komponensek esetében az alaki tényező elektrosztatikus szálképzéssel történő növelése jelentősen fokozhatja az adalékrendszer hatékonyságát.

Ezen előzmények alapján saját kutatómunkám során az égésgátló polimer rendszerekben szinergetikusként alkalmazott, hagyományosan gömb alakú SiO₂ nanorészecskék hatását a fajlagos felület növelésével terveztem fokozni.

Kísérleteimhez tetraetil-ortoszilikátból elektrosztatikus szálképzési eljárással állítottam elő szilika nanoszálakat. Optimalizáltam a szol-gél reakció körülményeit. Kezdetben egy tűs szálképző rendszerrel dolgoztam, majd az eljárást sikeresen átültettem egy méretnövelt, szórófejes szálképző berendezésre, amely már 10 g/órás termelést tett lehetővé.

Elektronmikroszkópos képek alapján megállapítottam, hogy a termék nanoszálak szerkezetű, továbbá hogy a szálakat 800°C-ig hevítve 73% maradékot adó, termikusan stabil szerkezetet jellemzi. A szilika nanoszálak potenciális égésgátló hatását politejsav, illetve epoxi gyanta mátrixban, polifoszfát típusú alapégésgátlók mellett vizsgáltam, illetve összevetettem gömb alakú nano-SiO₂ részecskék hatásával is.

A mass loss kaloriméteres éghetőségi vizsgálat során a szilika nanorészecskék mintegy 13 %-kal csökkentették a maximális hőkibocsátási sebességet, azonban az alaki tényező nem befolyásolta számottevően az égési paramétereket. Az oxigénindex (LOI) értékekre viszont hatással volt az alaki tényező; míg a gömb alakú nanoszilika mindkét mátrixban csökkentette az oxigénindex (LOI) értéket, addig a szilika nanoszálak epoxi mátrixban 1,5%-kal növelték a LOI-t.

Pácsnyi Péter

Gépészmérnöki Kar

Mechatronika, Optika és Gépészeti Informatika Tanszék

Változtatható inerter modellezése és vizsgálatán

A mechatronikában alapvető szerepet kap a különböző fizikai és technikai rendszerek egységes modellezése. Ez az egységes modellezés lehetővé teszi az egyes rendszerekre kifejlesztett vizsgálati és tervezési módszerek más rendszertípusokra történő átültetését. Ennek köszönhetően a bizonyos rendszereknél megszerzett tapasztalatok, ismeretek általánosíthatóak hatékonyabbá téve a mérnöki munkát.

Az inerter egy olyan passzív, kétpólusú mechanikai elem, amelynél a megjelenő erő a pólusainak relatív gyorsulásával arányos. Ez a karakterisztika a kondenzátor mechanikai párjává teszi a mechatronikában gyakran használt Trent-féle analógia szerint. Ezzel az elektronikából ismert rendszerszintézis a mechanikai rendszereknél is alkalmazhatóvá válik, ahogy azt Malcolm Smith 2002-ben megjelent publikációjában bemutatja. Ennek nyomán az eszköz 2005-ben már a Formula 1-ben is megjelent a McLaren csapat autóinak felfüggesztésében, hiszen minimális tömegnövekedés árán tud a futóműben nagy tehetetlenséget generálni.

A kutatás során egy olyan rezgéscsillapító szakasz került elemzésre, amelyben a hagyományos rugóstaggal párhuzamosan, egy változtatható inertanciájú inerter található. Ennek előnye, hogy a rezgéscsillapítás viselkedését működés közben lehet a gerjesztéshez igazítani. A kutatás során vizsgálat elsődleges célja a változtatható inerter a hagyományos rugóstag frekvenciaátvitelére gyakorolt hatása volt. A szakirodalomban található megoldások közül kiválasztott elrendezés egyszerűsített modelljének szükséges elemzése egy egyedi szimulációs környezet segítségével készült el.

Pelenczei Bálint

Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar
Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

Tanítóminta-priorizálási módszerek vizsgálata Megerősítéses Tanulás esetére járműirányítási alkalmazásokkal

A közlekedés- és járműirányítás területének kutatásai az elmúlt időszakban rámutattak a Mesterséges Intelligencia alkalmazása által nyújtott számos előnyre. Ez elsősorban annak köszönhető, hogy a felmerülő optimalizálási és irányítási problémák komplexitása nem mindig teszi lehetővé hagyományos módszerek használatát, vagy azok teljesítménye elmarad a Mesterséges Intelligencia alapú megoldásokétól. Az elérhető számítási kapacitás rohamos növekedésének következtében sok kutatás fókuszába a Megerősítéses Tanulás került, amely kimagasló eredményeket képes nyújtani különböző szekvenciális döntéshozatali problémákra.

A Megerősítéses Tanulás módszere azonban rendkívül nagy idő- és számítási kapacitás igényt jelent a tanítási folyamatok során, amikor az ágensnek nagy számosságú tanítómintát szükséges feldolgoznia, melyeket felhasználva kialakítja végső teljesítményét. A tapasztalatok visszajátszása lehetővé teszi ugyan a múltban szerzett minták újbóli felhasználását, azonban az állapot átmenetek mintavételezése nem minden esetben hatékony, mivel egyenletes eloszlást alkalmazva az egyes tanítóminták azonos frekvenciával játszódnak vissza, függetlenül azok jelentőségétől. A tanítóminták megfelelő módszerrel való priorizálása által elérhetővé válhat a tanítás konvergenciájának felgyorsítása és stabilizálása, ami közvetve a tanítás erőforrás igényének drasztikus csökkenését is eredményezheti.

Célunk ebben a kutatásban egy olyan tanítóminta-priorizálási módszer kidolgozása volt, amely a vizsgált szakirodalomban található teljesítményét felülmúlja. A módszert több környezetben teszteltük, és összehasonlítottuk más megközelítésekkel. Eddigi eredményeink alapján kijelenthető, hogy az általunk javasolt módszer jelentősen javítja a tanítás hatékonyságát, ezáltal egy gyorsabb és olcsóbb tanulási folyamatot tesz lehetővé az összehasonlításként választott módszerekkel szemben.

Sajti János

Építőmérnöki Kar

Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék

Párolgás szezonálisának vizsgálata örvény-kovariancia mérések alapján különböző tavakra

Az egyes mikrometeorológiai folyamatok közvetlenül meghatározzák a tavak termo- és hidrodinamikai folyamatait (hőmérsékleti struktúra, vízmozgások) és ezáltal a tó ökológiai állapotát, vízminőségét és üzemeltetési feladatait. Ezért fontos tisztában lennünk, a tavak feletti energiaháztartást befolyásoló tényezők pontos fizikai leírásával. A mikrometeorológiai tényezők alatt többek közt a víz-levegő határfelületen zajló impulzus- és hőcserefolyamatokat értjük. Napjainkban a turbulens hő- és impulzusfluxusokat leíró elméletek közül a Monin-Obukhov hasonlósági elmélet a legelterjedtebb. Jelenlegi tudásunk szerint ezzel az elmélettel, illetve örvény-kovariancia (EC) mérőeszközökkel tudjuk legpontosabban meghatározni a párolgási (más néven látens) hőáramot és az abból közvetlenül levezethető elpárolgott vízmennyiséget. A meteorológiai és tavi modellezési gyakorlatban a hőcserét egyszerűbb módon, átviteli tényezők segítségével számítják, amiket örvény-kovariancia mérések és a Monin-Obukhov elmélet alkalmazásával lehet levezetni. Mérésekkel kimutatták, hogy a Balaton esetében a párolgási hőáramot jellemző átviteli tényező szezonálisan, vagyis időben periodikusan változik, jóllehet a nemzetközi szakirodalom időben konstansként kezeli. Ennek pontos okára nem derült fény a kutatás során, azonban gyakorlati szempontból fontos, hogy a felszínközeli légkör és a tavak hőmérsékleti viszonyait pontosan számítsuk.

Kutatásunk célja, hogy a szezonális változékonyságot kimutassuk – első lépésben – a Balatonhoz hasonló tulajdonságokkal rendelkező tavak esetében, figyelembe véve a vizsgált tó földrajzi és éghajlati elhelyezkedését. A kutatás során olyan tavakat keresünk, amelyeken részletes és időben kellő hosszúságú EC mérések történtek. Ezek feldolgozásával kiszámítjuk a párolgási átviteli tényezőt a légkör stabilitását is figyelembe véve, és meghatározzuk annak átlagos értékét havi időskálán. Kísérletet teszünk a szezonális jellegű változékonyság okainak feltárására, vagyis összefüggések keresésére a rutin hidrometeorológiai változókkal és más tőjellelmezőkkel.

Ujvári András Zsolt

Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Villamos Energetika Tanszék

Szuperkondenzátorok használatának vizsgálata hibrid energiatároló rendszerekben

Az elmúlt évek egyik legnagyobb autóiipari- és környezetvédelmi innovációja az elektromos járművek forgalomba kerülése volt. Annak ellenére, hogy az ilyen járművek jelentősen csökkenthetnék a légköri széndioxid és egyéb szennyezőanyag kibocsátást egyelőre nem terjedtek el széles körben. Ennek oka többek közt az energiatárolás hiányosságaiban keresendő.

A legtöbb elektromos járműben lítium-ion akkumulátorokat használnak, melyek energiatároló képessége igen jó. Hiányosságuk azonban, hogy nagy teljesítmény leadásához és felvételéhez (pl. gyorsítás és regeneratív fékezés esetén) nagy méretű és drága akkumulátorra van szükség, ezen túlmenően az ilyen események csökkentik az akkumulátor élettartamát is. Akkumulátoros hálózati energiatárolók esetén is fellépnek ehhez hasonló problémák rövid ideig tartó teljesítménycsökkenés esetén.

A szuperkondenzátorok megfelelő kiegészítései lehetnek a lítium-ion akkumulátornak, mivel nagy áramterhelhetőségük és nagy számú töltési ciklusuk jól pótolja a lítium-ion akkumulátor hiányosságait, ezáltal az elektromos járművek ezekből eredő hibáit. Az szuperkondenzátort is tartalmazó hibrid energiatároló rendszerek hosszú távon csökkenthetik az elektromos járművek árát és növelhetik a hatótávukat, ezáltal hozzájárulhatnak azok elterjedéséhez, így módon csökkentve az emberiség függését a fosszilis energiahordozóktól.

Munkám során célom az volt, hogy szuperkondenzátorok használatát vizsgáljam hibrid energiatároló rendszerekben. Áttekintettem a szakirodalomban tárgyalt topológiákat, majd ezek figyelembevételével megterveztem az általam kitűzött célnak leginkább megfelelő topológiát.

Ehhez szabályozórendszert terveztem, melynek várható működését Simulink szimulációs környezetben vizsgáltam. Ezt követően a topológiát megvalósító nyomtatott áramkörü lapot terveztem. A szabályozórendszert mikrokontroller segítségével valósítottam meg.

Urbán Balázs Gyula

Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar
Szervetlen és Analitikai Kémia Tanszék

Úttestek felszínéről származó gumiszemcsék emissziójának vizsgálata és csökkentési lehetőségei

Szakirodalmi adatok minimálisan 20%-ra teszik az autógumik kopásából származó részecskék arányát a mikroműanyagok teljes környezeti terhelésében. Jelenlegi munkámat megelőzően, kutatócsapatunk számításai alapján 6680 tonna ilyen gumiszennyeződés termelődött Magyarország útfelületein a 2017-es évben.

A gépjárművek abroncsairól lekopó mikrogumiszemcsék több szempontból is aggodalomra adnak okot az ökotoxikológiától a humánegészségügyön keresztül a felszíni vizek vízminőségének kérdéséig. Számos kutatás és szakirodalom foglalkozott és foglalkozik jelenleg is a közlekedésből származó részecskék környezetre és emberi egészségre gyakorolt hatásával. Ilyen probléma az autógumikban található Zn, amely az utak mellett nagy mennyiségben akkumulálódik, illetve a vízi élővilágot károsítja. Maguk a gumiszemcsék is egyes adalékanyagaik miatt (PAH, oldószerek) önmagukban problémát jelentenek a környezetbe jutva, akár kioldódott formában (vízi élővilág), akár szemcsék tekintetében. Fontos megemlíteni, hogy a szemcsék felületén egyéb égéstermékek, toxikus anyagok, toxikus nehézfémek adszorbeálhatnak, amik újabb mérgező hatást fejtenek ki az élő szervezetekre. Ilyen a közlekedésben is előforduló, saját mintáinkban is kimutatott szennyező elemek (Cu, Zn, Ti, S, Sb, Pb).

Az immáron 4 éve futó kutatás eredeti célja ezen mikrogumi-szemcsék élővizekbe jutásának megakadályozása valamilyen innovatív technológiával. Hamar bebizonyosodott, hogy ehhez igen szerteágazó, komplex ismeretekre, egyre bővülő kutatásra lesz szükségünk. Társammal jelenleg külön részterületeken dolgozunk, eredményeinket megosztva, egymás munkáját segítve, kooperációban dolgozunk.

Elsődleges feladatomból volt, hogy egy adott határszemcse mérethez ülepítőt méretezzek, amely az útfelületekről lefolyó csapadékvízben található mikrogumi aggregátumok eltávolítására szolgál. A számítások után több, eltérő típusú, kialakítású ülepítő adapter terveztem meg. Jövőbeni célom ezen ülepítők megalkotása, legyártása, illetve laboratóriumi és terepi tesztelése lenne.

Másodlagosan tovább kellett foglalkoznom a gumiszemcsék identifikálásának lehetőségein. Kutatásunk kezdetén morfológiailag és egyéb fizikai tulajdonságok alapján azonosítottuk a nagyobb, tized mm-es gumiszemcséket. A jelenlegi 100 µm alatti mikrogumiszemcsék és aggregátumaik (TRWP) azonosításához analitikai vizsgálatokat vetettünk be. Szükségessé vált az alkalmazott analitikai módszereket tovább kutatni, egyéb vizsgálati módot találni a mikrogumi-szemcsék biztos azonosítására.

Varga Levente

Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar
Pénzügyek Tanszék

A fejőrobot-technológia bevezetés lehetőségeinek vizsgálata egy konkrét vállalati beruházási példán keresztül

A kutatás az agrárágazaton belül az állattenyésztésre, azon belül is a tejhasznú szarvasmarhatartásra összpontosít, és tudományos eredményei mellett gyakorlati haszna is várható, hiszen egy létező vállalatot vizsgálva készül, amely az eredményeket a jövőben hasznosítani tudja.

A nagyüzemi tejtermelés kapcsán hatalmas kihívást jelent a mindennapi (napi többszöri) fejéshez szükséges munkaerő biztosítása. Az ágazat a tevékenység jellege, valamint speciális időigénye és ütemezése miatt az általánosan megfigyelhető munkaerőhiányon felüli nehéz helyzettel néz szembe. Ennek megoldása hosszú távon csak az élőmunka kiváltásával lehetséges, amely a robotizált fejésre való áttéréssel történhet, így a kutatás tárgya a fejőrobot-technológia bevezetési lehetőségének vizsgálata. A munkaerőhiány kezelésén túl ez a magas fokú innováció jelentős hatékonyságnövekedést is eredményez, amely a mezőgazdaság jövőjének egyik záloga.

A kutatási téma relevanciája a fenti bekezdés nyomán világos lehet, a témaválasztást a szerző személyes érintettségén és érdeklődési körén túl az indokolja, hogy ebben a témában viszonylag csekély számú magyar nyelvű publikáció született eddig, így jelen kutatás hiánypótló lehet. A program keretein belül elvégzendő feladat a beruházás által generált pénzáramok meghatározása a konkrét üzem esetében az elkezdett modell befejezésének eredményeképpen. További feladatot jelent a kalkulatív kamatláb megalapozott megállapítása, valamint annak előrejelzése, hogy milyen termelési- és működési mutatók mellett lehet gazdaságos a vizsgálat középpontját jelentő fejőrobotos működés bevezetése. Ennek érdekében szükség van a beruházás-értékelési módszerek megfelelő alkalmazására, a beruházás-értékelési számítások (ideértve a vállalatra specifikus-, ügyvezető által kért kalkulációkat is) elvégzésére, illetve a kapott értékek értelmezésére.

A szerző dolgozatai és tanulmányai átfogó áttekintést nyújtanak a kutatás eredményeiről és a vizsgált technológia bevezetésének megvalósíthatóságáról, amelynek köszönhetően az üzem a beruházást remények szerint kevesebb erőforrás-ráfordítással, gördülékenyebben és nagyobb biztonsággal viheti sikerre.

Zsiros Boldizsár

Vegyésszmérnöki és Biomérnöki Kar
Szerves Kémia és Technológia Tanszék

Raman-térképezés és neurális hálózatok nagy mintaszámú tablettákon a hidroxipropil-metilcellulóz kioldódásra gyakorolt hatásának előrejelzésére

Az ösztöndíjas időszak alatti munkánkban egy korszerű, gyors Raman képalkotó készülék képességeit használtuk ki, hogy információt nyerjünk a hidroxipropil-metilcellulóz (HPMC) koncentrációjáról és részecskeméretéről a nyújtott hatóanyagleadású tablettákban. A kinyert információt felhasználtuk a tabletták in vitro kioldódási profiljának előrejelzésére. Először alkalmaztunk konvolúciós neurális hálózatokat (CNN) a HPMC eloszlásáról készült kémiai képek feldolgozására és a kép alapján a kioldódási profil közvetlen előrejelzésére. Ezt az új módszert összehasonlítottuk a wavelet-elemzéssel, amely a HPMC-eloszlás textúrájának számszerűsítését adja, és mind a koncentrációra, mind a részecskeméretre vonatkozó információkat hordoz. Összesen 112 kalibráló és 32 validáló tablettát használtunk, amikor a HPMC részecskeméretének jellemzésére CNN-t használtunk, a validáló tabletták oldódási profilját 62,95 átlagos f_2 hasonlósági értékkel jósoltuk meg. A kép alapján történő közvetlen előrejelzés 54,2 f_2 értékkel rendelkezett, ez azt mutatja, hogy a CNN képes önállóan felismerni az adatokban lévő mintákat. A bemutatott módszerek elősegíthetik a gyártási folyamatok jobb megértését, mivel a részletes információk gyors mérésekkel válnak elérhetővé.

Felsőoktatási Mesterképzés Hallgatói Kutatói Ösztöndíj

Ádám Zsófia

Villamosmérnöki és Informatikai Kar

Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék

Absztrakció alapú szoftver- és modellellenőrzés skálázódásának támogatása újszerű módszerekkel

Számos mérnöki területen találhatunk olyan szoftvereket és modelleket, melyek helytelen működése komoly károkat okozhat. Az ilyen rendszerek biztonságossága és ennél fogva ellenőrzése kiemelt feladatot képez. Erre egy kiemelt módszer a modellellenőrzés is.

Kutatási tevékenységem témája olyan újszerű módszerek kutatása, melyek az absztrakció-alapú modellellenőrzők hatékonyságát és alkalmazhatóságát segítik. Ezen belül kidolgoztam 1) a modellellenőrzőkben implementált modelltranszformáció validálásának egy új módszerét, illetve 2) egy futásidejű monitorozó és beavatkozó technikát az absztrakció alapú modellellenőrzés segítésére.

A formális verifikációs eszközökben szükség van a bemeneti modell szemantikájának formalizálására a modell formális reprezentációra transzformálása során. Ez egy komplex elméleti és implementációs feladat, mivel a szemantika sokszor fél-formális és alulspecifikált. Ezen problémák az eszköz által adott eredmények észrevétlen érvénytelenségét eredményezhetik.

Ennél fogva a szemantikát implementáló modell-transzformáció validálása nélkülözhetetlen. A jelenlegi gyakorlat teszt modellek készítése az adott modellezési nyelven majd érvényes lefutások megadása (általában manuálisan). Ezeket ezután a verifikációs eszköz által visszaadott lefutásokkal hasonlítják össze a konformancia bizonyítására. Ez a módszer hibákra hajlamos és nem hatékony, mivel bizonyos érvényes lefutások könnyen kihagyásra kerülhetnek.

A formális verifikációs eszközök egy gyakori típusa az absztrakció-alapú model checker. Munkámban ezen eszközök absztrakció alapú technikáit kihasználó automatikus lefutás generálási módszert javaslok. Algoritmusom sokszor képes a végtelen állapotterek kezelésére és az absztrakciót konfigurálható módon képes alkalmazni, illetve nem generál olyan lefutásokat, melyek szükségtelenül ismétlik a modell már korábban lefedett állapotait. Munkám során megvizsgáltam az algoritmus garanciáit, erősségeit és gyengeségeit, beleértve különböző elérhető fedettségeket és a skálázhatóságot.

Az absztrakció-finomítás alapú modellellenőrzés alapvető problémája a skálázhatóság. Habár gyakran itt ténylegesen a modell mérete miatti elfogadhatatlanul magas futási időről van szó, előfordul, hogy a problémát az algoritmusok sajátosságai, például az absztrakt domain véges kifejezőképessége okozzák. Ugyan általánosan minden ilyen eset nem észrevehető, gyakori jele ennek az absztrakt modell folyamatos finomodásának hiánya. Munkámban ennek automatikus detektálásával és erre adható mitigációs lehetőségekkel foglalkoztam.

András Levente

Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Elektronikus Eszközök Tanszék

Folyékony fém közegű hűtőrendszer fejlesztése

A kutatómunka alapkérdését a korszerű chiplet alapú modern integráció vetette fel. A bennük keletkező extrém magas disszipációsűrűséget valamilyen módon kezelni kell. A legfőbb kérdés az, hogy miként lehetne elkerülni a túlmelegedésüket. A javasolt megoldás egy folyékony fém alapú termikus menedzsment koncepciója, amely hő- és áramlástanai szempontokat is figyelembe vesz. Minden elektronikai eszközben a termikus okokból történő meghibásodás elkerülése érdekében biztosítani kell egy alacsony hőellenállású hőutat az elektronikai eszközök által disszipált hő elvezetésére, melyet biztosíthatna egy rendkívül jó hővezetési tulajdonságokkal rendelkező folyékony fém közeg. Kulcskérdés, hogy miként lehet a jelenleginél hatékonyabb, olcsóbban üzemeltethető és környezetbarátabb hűtési rendszert alkalmazni. A mikroméretű csatornákon alapuló folyékony fémes hűtési módszer hatékonysága akár több nagyságrenddel is felülmúlhatja a kényszerített légárammal működő, de akár még a víz alapú hűtőrendszerek hatékonyságát is. Ugyanakkor ahhoz, hogy a mikrohűtőrendszer széleskörűen alkalmazható legyen, számtalan technológiai, mérés-technikai és tervezési kérdést kell megválaszolni. A kidolgozandó folyékony fém alapú hűtőrendszer széleskörű alkalmazhatóságának egy másik kritikus kérdése a megbízható teszt módszerek kialakításának módszere, és modern tokozások esetén a kompakt modellek elkészítésének folyamata, melyek az iparban felhasználhatók a mikrofluidikai csatornákat tartalmazó hőcserélő eszközök tervezésénél. A kutatási program a jelenleg alkalmazott hűtési módszerek kiegészítését, esetleg teljes körű leváltását igyekszik megvalósítani. A projekt célja a nagy számítási teljesítményű, chiplet alapú eszközökben felmerülő egyes termikus problémák újszerű és hatékony kiküszöbölése a modern, nagy kivezetésszámú tokozások hátoldalára integrálható mikroméretű csatornahálózatok kialakításával. A folyékony fém alapú mikrofluidikai rendszer megalkotása és tulajdonságainak megismerése, valamint esetleges továbbfejlesztése a kutatás első számú célkitűzése. Az illesztett, szivárgásmentes mikrofluidikai csatlakozások és áramoltató rendszer kialakítása mellett szükséges optimalizálni a hűtőrendszert, annak termikus és hidrodinamikai tulajdonságait is figyelembe véve. Feltérképezem a különböző lehetséges mikrocsonka-mintázatokat, illetve megvizsgálom a választott folyékony fém viselkedését a mintázatokban. A kutatás részeként a rendszer többi eleme is megtervezésre kerül, majd egy zárt keringetési rendszer kerül kialakításra.

Arany Dóra

Vegyésszmérnöki és Biomérnöki Kar
Kémiai és Környezeti Folyamatmérnöki Tanszék

Nagy áteresztőképességű, nyomás alatti olvadáspont-mérő rendszer fejlesztése

A szén-dioxid nyomás alatt bekövetkező olvadáspont-csökkenést kihasználják a polimeriparban, de ismerete elősegítheti nagynyomású folyamatok tervezését is. Az olvadási hőmérséklet meghatározása nagynyomású közegben kihívást jelent, hiszen nehezen hozzáférhető, nagy szaktudást igénylő berendezésekkel lehetséges. Legelterjedtebb mérési módszerek a vizuális megfigyelésen alapuló vizsgálatok, de a legtöbb információt a nagynyomású differenciális pásztázó kalorimetria (DSC) és a tranzitometria hordozza. Munkám célja egy új, automatizálható, nyomás alatti közegben történő szilárd-folyadék fázisátmenet detektálására alkalmas módszer kidolgozása volt, a berendezés megépítésétől, a mérési módszer kidolgozásán át az eredmények teljeskörű kiértékeléséig. Az új készülék működése az olvadás során végbemenő nyomásváltozáson alapul, amit a közeg a mintába történő beoldódása indukál. A mérések során egy referencia és egy szilárd anyagot is tartalmazó mintatartó között kialakult nyomáskülönbséget rögzítettem differenciál manométer segítségével. A hőmérséklet fokozatos emelése során a két mintatartó közötti nyomás eleinte lineárisan változik, azonban amikor a minta elkezd olvadni, a felette lévő tér nyomása nagyobb mértékben lecsökken. A készüléket olyan vegyületekkel validáltam, melyek olvadási hőmérsékletét látóüveges cellában is vizsgáltam, valamint irodalmi adatok is rendelkezésemre álltak. A regisztrált idő - hőmérséklet - nyomáskülönbség adatokra feldolgozó algoritmust dolgoztam ki, amely az olvadás kezdeti és végső hőmérsékletének automatizált meghatározását teszi lehetővé. A kidolgozott módszer segítségével az irodalmi adatok precízen reprodukálhatók, az olvadási hőmérséklet 1,5 °C pontossággal meghatározható. Az új mérési eljárás, könnyen automatizálható és precíz lehetőséget biztosít az olvadási viselkedés vizsgálatára nagynyomású közegben, amely sokkal olcsóbb és gyorsabb mérést tesz lehetővé, mint a nagynyomású DSC, hasonló pontosság mellett.

Árvai Csaba

Vegyésszmérnöki és Biomérnöki Kar
Kémiai és Környezeti Folyamatmérnöki Tanszék

Ullmann-típusú C-N kapcsolás vizsgálata biomassza alapú 1,4-pentándiolban

A különböző aril-halogenideknek Ullmann-típusú aminálása rendkívül hatékony módszer különböző potenciálisan biológiailag aktív N-tartalmú vegyületek előállítására. Nem meglepő tehát, hogy a finomkémiai és gyógyszeripari területeken igencsak megnőtt a reakció jelentősége az elmúlt években. A reakció hatékonyságát több fontos paraméter is befolyásolja, úgymint az alkalmazott réz-só katalizátor, a bázis és az oldószer. Utóbbi helyes megválasztásával a szintézis környezetbarátabb megvalósítására nyílik lehetőség.

Az 1,4-pentándiol (1,4-PDO) egy nem illékony, átlátszó folyadék, amely a biomassza alapú C5 platform molekulák, mint például a levulinsav és a gamma-valerolakton (GVL), katalitikus hidrogénezésével állítható elő. A vegyület alacsony gőztenzióval rendelkezik még magas hőmérsékleten is, továbbá két hidroxil csoportja lévén ligandumként alkalmazható a réz katalizátornál. Az 1,4-PDO potenciálisan alkalmazható Ullmann-kapcsolások során oldószerként, így kiváltva az illékony és elterjedtebben alkalmazott oldószereket, mint például a dimetil-szulfoxidot vagy a dimetilformamidot.

Kutató munkám során az 1,4-pentándiol oldószerben a jódbenzol és a benzil-amin Ullmann-típusú C-N kapcsolásának optimalizálását végeztem el számos paraméterre, amik az alkalmazott réz katalizátor, a bázis, a hőmérséklet és az alkalmazott amin felesleg voltak. Ezen felül vizsgáltam két potenciális oldószerszennyező, a víz és a GVL hatását a hozamra, továbbá más aromás halogenid alkalmazhatóságát a jódbenzolon kívül. Illetve vizsgáltam az oldószer visszanyerhetőségét is, amellyel a reakció környezeti faktorát lehetett csökkenteni. Végül a szubsztrát spektrum szélesítését végeztem el, amely során különböző aminokkal, illetve jódbenzol származékokkal végeztem el a kapcsolási reakciót.

Barhács Balázs Marcell

Vegyésszmérnöki és Biomérnöki Kar
Szervetlen és Analitikai Kémia Tanszék

Kisméretű rézklaszterek katalizálta szén-dioxid redukció C2 termékek felé

Egy lehetséges megoldás az atmoszférában található CO₂ növekvő mennyiségére a CO₂ megkötése és kémiai redukciója az ipar számára értékes vegyületekké, például metánná, metanolá, etilénné, etanollá stb. A kisméretű rézklaszterek az utóbbi években nagy figyelmet kaptak a CO₂ redukciós reakcióban mutatott katalitikus aktivitásuk miatt. Korábban bórral dópolt grafénre (BDG) leválasztott rézklaszterek reaktivitását vizsgáltam. Megállapítottam, hogy a BDGCu₄ reaktívabb ágens, míg a BDGCu₇ nagyobb szelektivitást mutat C₂ termékek felé. Jelenlegi munkám során a klaszterméret hatását részletesen tanulmányozom a termékeloszlásra, hordozóanyagot nem tartalmazó rendszereken, számításos kémiai úton, vizes oldatban. Eddigiekben sikerült meghatároznom a pontos reakciómechanizmust Cu₃, Cu₄, és Cu₅ klasztereken számos C₁ és C₂ termék felé. Számításaim alapján a Cu₄ főként metanol felé mutat szelektivitást, míg a Cu₃ és Cu₅ klasztereken C₂ termékek keletkezése is várható. A bonyolult reakciómechanizmusokban számos, klasztermérettől függő eltérés tapasztalható, így pusztán a reakcióutakból nem becsülhető a termékeloszlás. Ezért - felhasználva eddigi eredményeimet - egy mikrokinetikus modell alkalmazásával szeretnék becslést adni a reakció termékeloszlására. Ezen modell implementálása az általam tanulmányozott reakciókra még folyamatban van. Ezzel párhuzamosan szisztematikusan haladok a nagyobb klaszterméretek felé, jelenleg a Cu₆ klasztereket vizsgálom, immár csak közti-termékek szintjén. A vizsgált klaszterméretek felső határa a rendelkezésre álló időtől és számítási kapacitástól függ majd, illetve attól, hogy meddig tapasztalok erős méretfüggést. Terveim között szerepel a mechanizmus közelítő vizsgálata Cu₁₂ és Cu₂₀ klasztereken is. Célom, hogy a reaktivitást jól leíró, könnyen számítható fizikai mennyiségeket, ún. deskriptorokat találjak, melyekkel a klaszterek reaktivitása sokkal szélesebb méretskálán jellemezhető lenne. A végső cél a reakciómechanizmus méretfüggésének kvalitatív ismerete, és a méretfüggő termékeloszlás kvantitatív meghatározása, valamint a reaktivitás méretfüggésének jellemzése szélesebb tartományban, deskriptorok segítségével.

Békési Gergő Bendegúz

Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Villamos Energetika Tanszék

Elosztóhálózati állapotbecslés támogatása adatalapú technológiák segítségével

Napjainkban a villamosenergia-fogyasztási igények növekedése, a háztartási méretű kiserőművek egyre népszerűbbé válása, a villamos autók elterjedése és az okos, elektronikát intenzíven használó eszközök térnyerése jelentős hatást gyakorol az elosztóhálózatra, amit nem a felsorolt tendenciák által teremtett igénybevételekre terveztek. A koncentrált energiatermelés szerepének csökkenésével nőhet az elosztóhálózatok leterheltsége, így a garantált feszültségszolgáltatás megsértésének valószínűsége is, szükségessé téve a hálózatok valós idejű monitorozását. Ezt segítheti egy jó állapotbecslő algoritmus.

Kutatásomban egy olyan adatalapú technológiát dolgoztam ki, amely nemcsak a hagyományosan állapotbecsléshez bementként használt mennyiségeket képes felhasználni predikciójához, hanem ki tudja aknázni az időbeliség és az időjárás paramétereit is, ezzel mérsékelve az elosztói engedélyeseknél bevett szintetikus fogyasztói profilozás hibájának mértékét. A korábbi Gauss-Newton algoritmus alapú állapotbecslés hazai és nemzetközi eredményeinek áttekintése után teljesen összekapcsolt neurális háló modelleket készítettem és teszteltem a CIGRÉ párizsi központú mérnöki szervezet és Joerg Dickert széles körben ismert és hivatkozott kiefeszültségű teszhálózatain. Ezt követően az E.ON négy kiefeszültségű elosztóhálózati transzformátorkörzetére fejlesztettem neurális háló modellt, amelynek paramétereit a Fa-struktúrájú Parzen Becslő segítségével optimalizáltam. Kutatásomhoz a Python 3 programozási nyelv Pytorch könyvtárát használtam, melynek segítségével GPU-val támogathattam futtatásaimat.

A nemzetközi teszhálózatok esetében a referencia load-flow hálózatszámítást legfeljebb 0,1%-os hibával modellező explicit eljárást dolgoztam ki, míg a hazai kiefeszültségű körzetek mindegyikében képes voltam javulást elérni finomhangolt neurális háló modellemmel a hagyományos megoldáshoz képest. Győr, Balatonakali, Balatonszepezd és Baracs transzformátorkörzetek állapotváltozóinak 5 %-os, 5 %-os, 4,5 %-os és 4,5 %-os relatív hibái helyett így 4,3 %-os, 4,3 %-os, 2,8 %-os és 1,2 %-os relatív hibákat sikerült elérni. Továbbá az explicit becslő modellnek és a GPU támogatás által biztosított párhuzamosíthatóságnak köszönhetően több mint 1000-szeres futási idő csökkenés érhető el modellemmel a hagyományos iteratív Gauss-Newton algoritmushoz képest. Így a munkában bemutatott technológia potenciálisan felhasználható a valós idejű monitorozáson túl ezen kutatás társterületein is.

Berke Martin

Természettudományi Kar
Fizika Tanszék

Szupravezetők kapuzása

Szupravezető építőkövekből felépülő integrált áramköröknek számos kedvező tulajdonsága lenne, ilyen például a nagy számítási sebesség és a kis energiaigény. Az elmúlt években rendkívül érdekes jelenséget figyeltek, melynek lényege, hogy a szupravezető nanovezeték közelébe helyezett elektródára feszültséget kapcsolva a szuperáram elnyomható. Ez a jelenség lehetőséget kínál arra, hogy szupravezető anyagok segítségével is készüljenek kapuelektródával vezérelhető áramköri elemek, hasonlóan a térvezérelt tranzistorokhoz. A jelenséget eddig több különböző anyagon vizsgálták, azonban a mikroszkopikus magyarázatáról nincs tudományos konszenzus.

A kutatási időszakban InAs nanopálcákra epitaxiális eljárás segítségével létrehozott Al szupravezető rétegen és NbTiN vezetéken vizsgálok a jelenséget. Korábbi tapasztalatok alapján a hibrid nanopálcák ígéretesek szupravezető elektronikák létrehozására, hiszen a teljes szuperáram elnyomás viszonylag alacsony kapufeszültséggel megvalósítható, így az eszközök integrálhatósága a szokványos elektronikai elemekkel megoldott. A NbTiN anyagú szupravezető vezetékek a nagy normál állapotú ellenállás és magas szuperáram érték miatt ígéretes platformot biztosítanak szupravezetőn alapuló logikai áramkörök készítéséhez, így a jelenség fizikai hátterének feltérképezésén kívül a lehetséges alkalmazások irányába is kitekint csoportunk kutató munkája.

Kutatásom során demonstráltam a kapuzási mechanizmust, majd a kapcsolási áram eloszlás mérések analízisével alkottam mélyebb képet a jelenségről. Az új eredményeket régi munkánkkal összevetve megállapítható, hogy a szupravezető vezeték anyagától függetlenül hasonló trendet figyelhetünk meg a kapcsolási áram eloszlásokban. Zajmérések segítségével megmutattam, hogy a szupravezető szuperáramának kapuelektróda általi elnyomása, illetve a vezeték és kapuelektróda között mérhető szivárgási áram szoros kapcsolatban állnak. A vezetéken mérhető feszültség zajának és a szivárgási áram zajának részletes vizsgálatával megállapítható például, hogy abban a kapufeszültség tartományban, ahol a kapuelektródára kapcsolt feszültség kifejti hatását, a két zaj jel közötti koherencia jelentősen megnő.

A kutatási időszakban született eredmények alapján kutató csoportunk közelebb került a jelenség fizikai hátterének mélyebb megértéséhez és lépéseket tettünk a gyakorlati felhasználás szempontjából alkalmas eszközök elkészítéséhez.

Biró Bence

*Természettudományi Kar
Atomenergetika Tanszék*

A magyar és az európai villamosenergia-rendszer fejlesztésének elemzése nagy időfelbontású szimulációk segítségével, figyelembe véve a klímavédelmi és ellátásbiztonsági szempontokat

Az európai országok villamosenergia-ellátása számos kihívás előtt áll, mint például a karbonsemlegesség elérése, a növekvő árak megfékezése és az orosz fosszilis energiahordozóktól való függés csökkentése. Ezen célok eléréséhez minden európai ország villamosenergia-rendszerének komoly változásokon kell átesnie mind műszaki, mind környezetvédelmi, mind gazdasági, mind pedig társadalmi célok szem előtt tartása mellett. Szimulációim a lehetséges forgatókönyvek elemzésével ehhez az úthoz szolgáltatnak elengedhetetlen adatokat a magyar és az európai villamosenergia-rendszeréről és annak jövőjéről. Az eredmények a döntéshozók és a társadalom segítségére lehetnek a helyes, megvalósítható és fenntartható út megtalálásához.

A kutatásom során a magyar és a szomszédos országok villamosenergia-rendszerének numerikus elemzését végzem el. A munkám magába foglalja a 2030-as rendszerszintű villamosenergia-fogyasztás feltérképezését, a villamosenergia-termelésre jellemző műszaki, gazdasági és környezeti paraméterek begyűjtését, feldolgozását és értékelését, órás felbontású szimulációk felépítését az Energy Exemplar Plexos elnevezésű modellező környezetében, a szimulációk kiértékelését műszaki, ellátásbiztonsági és környezetvédelmi szempontok alapján, valamint az eredményekre vonatkozó részletes érzékenységi vizsgálatokat.

Boldis Bercel

Természettudományi Kar
Elméleti Fizika Tanszék

Holografikus összefonódott állapotok vizsgálata twistor geometriai módszerekkel

A modern fizika egyik alapvető kérdése, hogy a gravitációs kölcsönhatás geometriai elmélete hogyan ágyazható be a mikroszkópikus jelenségeket leíró kvantummechanikába. A 20. század végén ezen kérdés megválaszolására született az úgynevezett húrelmélet, amely a részecskéket a téridőben terjedő húr szerű objektumokként írja le. Bár a húrelmélet eredményei kísérletileg nehezen igazolhatónak bizonyultak, rengeteg új eszközt biztosított a fizika számos területén. A gravitáció kvantummechanikai leírására továbbá olyan elméletek is születtek, amelyek szerint a téridő szövetét kvantumállapotok összefonódottsága tartja össze.

A húrelmélet egyik modern megközelítése az úgynevezett AdS/CFT megfelelés, amely kapcsolatot teremt a kvantumos összefonódottság és a gravitáció jelenségei között. A megfelelés egyik eredménye az úgynevezett Ryu-Takayanagi összefüggés, amely szerint egy tetszőleges dimenziójú aszimptotikusan anti-de Sitter tér minimális felületeinek nagysága arányos a tér egyel alacsonyabb dimenziós határán lévő konform térelmélet megfelelő tartományainak összefonódottsági entrópiáival. A kapcsolatnak továbbá a határ kauzális gyémántjainak tere, az úgynevezett kinematikus tér modellje ad egy szemléletes leírást.

Kutatásom során témavezetőmmel megmutattuk, hogy a Ryu-Takayanagi formulát felhasználva felírható egy összefüggés a háromdimenziós AdS térben mozgó diszkrétizált húrok és a határ vákuum állapotának összefonódottsága között. Precízen szólva a húr szegmensek területét a határ bizonyos részrendereinek összefonódottsági entrópiái határozzák meg. Ebben az elrendezésben például az információ elméletből jól ismert erős szubadditivitás egyszerűen a szegmensek területeinek pozitivitásával áll kapcsolatban.

A pályázati időszak alatt célom volt a Roger Penrose által megalkotott twistor formalizmus elsajátítása és alkalmazása az AdS/CFT megfelelésre. Kutatásunk során kiderült, hogy a határ kauzális gyémántjainak tere, a kinematikus tér konstrukciója egyszerűen átfogalmazható a twistor formalizmus nyelvezetére. Ez a szegmentált húrokkal kapcsolatos elrendezésbe is beilleszthető. A szegmensek által meghatározott CFT részrendszerek ugyanis a határon kauzális gyémántokat feszítenek ki. Ekkor a duális kauzális gyémántok koordinátáit felhasználva a hurok hatásában éppen a twistor formalizmus által meghatározható metrika jelenik meg. Ezen összefüggés a későbbiekben lehetőséget biztosíthat arra, hogy az AdS térben terjedő hurok mozgását egy duális képben, a kinematikus téren vizsgáljuk.

Az általunk feltérképezett dualitás tehát egy egyszerű példa arra, hogy bizonyos esetekben a téridő geometriája valóban kapcsolatba hozható a kvantumos összefonódottsággal.

Bolla Gergő Levente

Villamosmérnöki és Informatikai Kar

Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék

Automatizált algoritmusok fejlesztése a kognitív hanyatlás korai diagnosztikájában

Az Alzheimer-kór (AK) az időskori demencia leggyakoribb oka, mely a szellemi képességek romlásával jár. Az AK jelenleg világszerte jelentős problémát okoz, aminek legfőbb oka a késői diagnózis. Differenciál diagnosztikája jelenleg klinikai vizsgálatokon (neuropszichológiai tesztek, strukturális MRI (Magnetic Resonance Imaging)) alapul. A korábbi stádiuma- amellyel én is foglalkozom - az enyhe kognitív zavar (Mild Cognitive Impairment; MCI). Az MR felvételek elemzése során több probléma is felmerül: a strukturális felvételek elemzése csak UNIX rendszeren futtatható; a funkcionális felvételek elemzésénél különböző előfeldolgozási lépéseinek alkalmazásában nincs egységes konszenzus, továbbá minden kiértékeléshez alap programozói tudás szükséges. A kutatás célja egy olyan felület létrehozása Python segítségével, amely lehetővé teszi mind a strukturális mind az fMRI felvételek elemzését és emellett lehetőség van az ezekből készült adatok automatikus adatbázisba való felvételére. További cél egy adatbázis létrehozása MCI-os betegekkel és nemben, valamint korban megegyező kontroll alanyokkal, majd az adatbázis felhasználása adatbányászathoz és gépi tanulás alapú tanításhoz, biomarkerek meghatározásához.

A kutatás során egy olyan GUI-t hoztam létre Pythonban, ami automatizálja az MRI adatok elemzését. A CONN Toolboxot a MATLAB Python API segítségével a Freesurfer programot pedig a WSL-el integráltam. A programmal összesen 78 alanyt (32 MCI és 46 kontroll) elemeztem 2 kutató központból, majd az elemzett adatokat felhasználtam gépi tanulás alapú klasszifikációhoz és biomarker identifikációhoz. A gépi tanuláshoz három konnektivitási mértéket (IC, LCOR, fALLF) használtam fel az rs-fMRI mérésekből. Egy SFFS nevű algoritmust alkalmaztam a megfelelő változók kiválasztására, amiket a Random Forest és Support Vector Machine algoritmussal validáltam. A strukturális MRI adatokból pedig a releváns régiókat kiválogattam majd két mintás T próbát hajtottam végre a két csoport közötti különbség megítélésre.

Az általam készített GUI lehetővé teszi mind kétfajta elemzést, illetve az ebből létrejött adatok adatbázisba való felvételét. A gépi tanulás alapú algoritmusok során a legjobb eredmény 87% volt, amit a fALLF metrikával sikerült elérni. A strukturális adatok során kiderült, hogy az entorhinális kéreg szignifikánsan kisebb ($p < 0,0001$) az MCI-os alanyokban, mint a kontroll csoportokban. A GUI leegyszerűsíti és megkönnyíti az elemzéseket, illetve az ebből született adatok feldolgozását. A programban implementálva lettek a kidolgozott gépi tanulás alapú algoritmusok is, amik segítségével egy predikciót is kaphatunk arra, hogy a vizsgált páciens, melyik csoportba tartozik. A feature selection algoritmusok által kiválasztott változók, valamint a strukturális elemzésekből származó entorhinális kéreg biomarkerként szolgálhatnak a betegség diagnosztizálásában. Az rs-fMRI metrikákat a gépi tanulás alapú algoritmusokkal pedig egyéb betegségek esetén is lehet alkalmazni.

Csanády Anna Dorottya

Építészmérnöki Kar
Középülettervezési Tanszék

A másolás művészet(e)

Mintakönyvvé váló Nyugat?
Mimikri jelenségek a kortárs építészetben

A londoni Tower Bridge, a párizsi Eiffel-torony, a pisai ferde torony, a velencei lagúnák, az Alpok gyönyörű kisvárosa, a budapesti Szabadsághíd – mi a közös bennük? Egyfelől az európai kultúra meghatározó építészeti és történelmi emlékei, de ezentúl összeköti őket még valami: mindegyiknek megtalálható a pontos mása Kínában. A másolás, utánzás az emberiség történetével egyidős. Ezzel a módszerrel lehet a legjobban tudást elsajátítani, megtanulni új dolgokat. Elődeink az őskorban a természetet másolták, majd minél több mindenre rájöttek, annál inkább kezdtek egymástól is ötleteket „gyűjteni”.

A globalizációnak – és hozzátartozó technológiának – köszönhetően manapság rengeteg információval rendelkezünk a világról. Egymástól – földrajzi értelemben is – távol eső helyeket valós és virtuális hálózatok kapcsolnak össze.

Globalizáció és építészeti másolás: két egymástól látszólag távol álló fogalom, de az építészetnek egy izgalmas szeletében mégis tetten érhető ennek a kettőnek a szoros összefüggése. Dolgozatomban az építészeti utánzás fogalmát körüljárva, a globalizáció hatására megvalósuló kortárs másolás jelenségeit vizsgáltam.

Kiemelt szakirodalmak:

1. Hans Blumenberg: *A Természet Utánzása*, <https://www.scribd.com/document/508738126/Hans-Blumenberg-A-termeszt-utanzasa> (utolsó elérés: 2022. 09. 19.)
2. Az építészeti poézis mint mimézis – Puhl Antal DLA filozófia dolgozata <https://epiteszforum.hu/az-epiteszeti-poezis-mint-mimezis-puhl-antal-dla-filozofia-dolgozata#d-1> (utolsó elérés: 2022. 09. 19.)
3. Európai füzetek Első szám: *A művészetek vége?* Szerkesztette: Pernecky Géza 1999, <https://mek.oszk.hu/01600/01654/01654.htm#4> (utolsó elérés: 2022. 09. 19.)
4. Bianca Bosker: *Original Copies – Architectural Mimicry in Contemporary China* 2013, University of Hawai'i Press

Csépányi István

Természettudományi Kar
Elméleti Fizika Tanszék

A skálázó Ising térelmélet korrelációs függvényei véges hőmérsékleten

Az egydimenziós kvantumos Ising modell paradigmaticus szerepet tölt be az elméleti fizika különböző ágaiban. Statisztikus fizikai jelentőségét egyrészt a zérus hőmérsékleten bekövetkező kvantumos fázisátalakulása, másrészt a kétdimenziós klasszikus modellel való kölcsönös megfeleltetése adja. Az elmélet integrálható, a Jordan-Wigner transzformáció segítségével szabad fermionok nyelvére képezhető le, így számos fizikai mennyiség analitikusan vizsgálható benne, melyek kiszámítására egyébként csak közelítő eljárások állnának rendelkezésre. Ilyen például a mágnesezettség dinamikai (kétidejű) korrelációs függvénye is, ez a mennyiség állt a kutatási projektem középpontjában.

A mágnesezettség korrelációs függvényeinek meghatározására az egyik legtermészetesebb módszer az úgynevezett alakfaktor-kifejtés, melynek segítségével egy végtelen sor írható fel a keresett mennyiségekre. Ez a kifejtés azonban egyre magasabb és magasabb dimenziójú integrálokat tartalmaz, ami jelentősen megnehezít bármilyen kvantitatív vizsgálatot. Szerencsére az Ising modell különlegessége itt is megjelenik: a számításokhoz szükséges alakfaktorok analitikusan ismertek és egészen egyszerű alakúak. Ez a tulajdonság lehetőséget teremt a sor analitikus felösszegzésére, amelynek eredményeképpen egy numerikusan is kezelhető formulát kapunk a korrelációs függvényekre.

Kutatásom során két ilyen felösszegző eljárást is megvizsgáltam. Elsőként a fluktuáló felület módszert alkalmaztam a sorfejtés átalakításához: egy Hubbard-Stratonovich transzformáció segítségével megfeleltettem a végeredményt egy egydimenziós integrál várható értékével, amelyet a Monte Carlo módszer segítségével numerikusan is vizsgálni tudtam. Kiderült azonban, hogy ez a numerikus eljárás csak zérus hőmérsékleten működőképes, ezért a véges hőmérséklet kvantitatív tanulmányozásához egy új módszerre volt szükségem. Erre adott lehetőséget a Fredholm determináns módszer, amelynek segítségével a korrelációs függvényt egy végtelen dimenziós mátrix determinánsával lehetett megfeleltetni. Ennek diszkretizációjával lehetőségem nyílt a függvény numerikus vizsgálatára, amely már véges hőmérsékleten is megfelelő eljárást nyújtott számomra. Az előadásom során áttekintem a fent említett alakfaktor-kifejtést, ismertetem az ennek felösszegzését előidéző módszerek alapjait és bemutatom az eddigi numerikus eredményeimet.

Farkas Szabolcs

Természettudományi Kar
Fizika Tanszék

ZIF analógok szintézise reakció-diffúziós rendszerekben

A Liesegang-jelenség a reakció-diffúziós jelenségek egyik már több, mint száz éve ismert formája. Lényege, hogy két reagens térben kezdetben szeparálva található. Az egyik reagens egy gélben van elosztatva, míg a másik külső reagens kívülről diffundál a gélbe. Mivel a reaktánsok találkozásukkor csapadékot képeznek, ezért a diffúzió és reakció összjátékából periodikusan ismétlődő sávokat kapunk. A Liesegang-rendszerek a megfelelő paraméterek beállításával hatékony módszer adhatnak különböző részecskék előállítására olyan esetekben, amikor a kísérlet vagy alkalmazhatóság szempontjából kiemelkedően fontos a méret, a méreteloszlás vagy a morfológia.

Alapvetően a jelenség hagyományos csapadékképződéses reakciónál figyelhető meg, de nemrégiben megfigyelték zeolitszerű imidazolat vázszerkezetek (ZIF) esetén is. Ezért kutatásaim során ZIF-8 és analógjai tulajdonságait vizsgálom kémcsöves Liesegang kísérleti elrendezésekben. Több paraméter hatását (reagensek koncentrációja, gél koncentráció, hőmérséklet, oldószerösszetétel) tanulmányozom a különböző periodikus sávokban kialakuló ZIF-részecskék méretére morfológiájára és kristályszerkezetére. Vizsgálom továbbá ZIF-8-analógok (más fémionokból álló ZIF szerkezetek) jelenségeit is. Ezek közül is a ZIF-67 esetén tapasztalható nem konvencionális gömb alakú sávok megjelenését.

Kísérleteim rávilágítanak a Liesegang-jelenség univerzális mivoltára és hogy kihasználva a benne rejlő lehetőségeket, hogyan alakíthatóak ki különböző tulajdonságú anyagrészecskék egy egyszerű kísérleti elrendezésben.

Fehérvári János Gergő

Természettudományi Kar
Fizika Tanszék

Sztochasztikus optimalizáció hangolható zajforrásként működő memrisztorok segítségével

A modern számítástechnika egyik fontos ága a mesterséges neurális hálózatok fejlesztése. Ezen hálózatok egyik kulcseleme a neurális rétegek közötti szinaptikus kapcsolatokat leíró mátrix-vektor szorzás művelete, amely hagyományos szoftveres architektúrákkal nagy számításigényű feladat. A mesterséges szinapszishoz tekintett új típusú elektronikai építőelemekből (memrisztorokból) olyan hardveres neurális hálózatok építhetők, melyekkel a mátrix-vektor szorzás egyetlen lépésben elvégezhető. Munkám közvetlen motivációját egy közelmúltban publikált tanulmány adta, melyben kereszt-huzalozású memrisztormátrixból épített Hopfield neurális hálózattal oldottak meg bonyolult optimalizációs feladatokat, megmutatva, hogy a valós memrisztormátrixban megjelenő elektromos zajok javíthatják a rendszer teljesítőképességét.

Jelen pályázat keretében olyan szimulációs kódot fejlesztettem Python nyelven, mellyel memrisztorokkal megvalósított Hopfield neurális hálózatok működése vizsgálható széleskörűen változtatható körülmények között. Az elkészült kóddal elvégeztem egy gráfszegmentációt megvalósító referenciahálózat részletes elemzését is, aminek keretében a különböző zajforrások hatására fókuszáltam. Az általam fejlesztett kód alkalmas különböző méretű problémák (hálózatok) kezelésére tetszőlegesen megválasztott mátrixelemekkel. Ezenkívül különböző nemidealitások szeparált vagy együttes hatása modellezhető, úgy, mint a mátrixelemeket reprezentáló memrisztorok beállításából eredő programozási bizonytalanság (statikus zaj); az egyes memrisztorokon átfolyó áram zaja (dinamikus zaj); vagy akár a mátrixszorzás után külső forrásból hozzáadódó áramzaj (komparálási zaj).

Eredményeim megmutatták, hogy a statikus zajjal szemben a rendszer működése széles tartományban érzéketlen, azonban mind fehérzaj, mind $1/f$ jellegű zaj esetén azonosítható egy ideális dinamikus zajszint, ami a zajmentes hálózathoz képest érdemben javította az optimalizációs hálózat működését. Szimulációim demonstrálták, hogy a kutatócsoportunkban többek között általam is kísérletileg vizsgált memrisztorok tipikus zajszintjei nem haladják meg az optimális működéshez szükséges dinamikus zajszintet. Ennek megfelelően a memrisztoregységek saját zaja nemcsak, hogy nem korlátozza az optimalizációs hálózat működését, hanem megfelelően megválasztott memrisztoregységek a hálózat teljesítőképességét javító, hangolható zajforrásként is alkalmazhatók.

Fekete Csilla

Vegyésszmérnöki és Biomérnöki Kar
Szervetlen és Analitikai Kémia Tanszék

Foszfortartalmú gyökök addíciós reakcióinak vizsgálata kvantumkémiai módszerekkel

A foszfortartalmú gyökök számos folyamatban vehetnek részt, ilyen például a műanyagok égésgátlása, spinjelölőként való alkalmazás kémiai és biológiai folyamatok követése vagy a polimerizáció elindítása. Utóbbi alkalmazási terület napjainkban intenzív kutatások célpontja, mivel a foszfortartalmú fotoiniciátorok rendkívül hatékonyak. A népszerű MAPO és BAPO (mono- és bisz-acilfoszfin-oxid) típusú fotoiniciátorokból látható vagy ultraibolya fény hatására foszfonil-gyök és karbonil-gyök keletkezik, amelyek közül a foszfonil-gyök sokkal reaktívabb, ezáltal hatékonyan tudja elindítani a gyökös polimerizációt.

Bár korábban vizsgálták egyes foszfor-gyökök reaktivitását, illetve stabilitását, ám eddig nem tanulmányozták szisztematikusan ezt a két tulajdonságot és az ezek közötti összefüggéseket. Munkám során főként különböző csoportokkal szubsztituált foszfonil-gyökök stabilitását és reaktivitását tanulmányoztam sűrűségfukcionál-elméleten alapuló és csatolt klaszter (coupled cluster) kvantumkémiai módszerekkel. A stabilizáló, illetve destabilizáló elektronikus hatásokat izodezmikus reakciók segítségével térképeztem fel. Vizsgáltam a gyökök addícióját különböző kettős kötést tartalmazó monomer vegyületekre (például etilénre). Ezek után gyökök stabilitása reaktivitása (az addíció aktiválási energiája és reakcióhője) és stabilitása közötti összefüggéseket tanulmányoztam, mely tulajdonságok a gyökök szerkezetével magyarázhatóak meg.

Ficzere Máté

Vegyésmérnöki és Biomérnöki Kar
Szerves Kémia és Technológia Tanszék

Gyógyszeripari folyamatok vizsgálata gépi látás alkalmazásával

A porhomogenizálás és a filmbevonás műveletét gyakran alkalmazzák a különféle gyógyszerkészítmények gyártása során. Bonyolultságuk miatt esetükben az elkészült termék vizsgálata is kulcsfontosságú annak érdekében, hogy kizárólag megfelelő minőségű termék kerülhessen forgalomba. A homogenizálás és a filmbevonás a korábbi szakaszos módszerek mellett már megvalósítható folyamatos technológia alkalmazásával is. A folyamatos homogenizálással készített porkeverékek állandóbb minőséggel rendelkeznek, ugyanakkor a legfontosabb tulajdonságok vizsgálatát valós időben is szükséges megvalósítani. A folyamatos filmbevonás a szakaszos társához képest egy gazdaságosabb, termelékenyebb megoldás a filmtabletták előállítására, ugyanakkor az elkészült tabletták megfelelőségének vizsgálata ez esetben is hagyományos módon történik. Ennek során az összes tablettát nem kerül átvizsgálásra, így akár nem megfelelő bevonatú készítmény is forgalomba kerülhet, amely funkcionális bevonatok alkalmazása esetén befolyásolhatja a hatóanyag-leadást is.

Munkám célja olyan mérési módszerek kifejlesztése volt, mellyel a porkeverékek és az elkészült tabletták vizsgálata megvalósítható valós időben. Hipotézisem az volt, hogy egy gépi látáson, mesterséges intelligencián és képelemzésen alapuló módszer képes lehet a porkeverékek koncentrációjának és szemcseméret-eloszlásának meghatározására, a tabletták bevonási hibáinak felismerésére és kategorizálására, illetve a tabletták bevonatvastagságának meghatározására. A koncentráció és a szemcseméret-eloszlás meghatározását, illetve a bevonási hibák felismerését YOLOv5 neurális hálózattal, míg az átmérő mérését klasszikus képelemzéssel hajtottam végre.

A szükséges hibás filmtabletták előállítását követően a róluk készült képek segítségével tanítottam a YOLOv5 algoritmust, mellyel ezután a futószalagon haladás közben ismerttettem fel a tabletták hibáit. A tabletták átmérőjének méréséhez a filmbevonás során vett mintákat használtam fel, és a képelemzéssel kapott adatokat a gyógyszeripari gyakorlatnak megfelelően a mérlegen mért tömegnövekedésükkel vettem össze. Végül végrehajtottam a módszerek lehetséges méretnövelésének vizsgálatát, feltérképezve a bennük rejlő további potenciált. A porkeverékek koncentrációjának vizsgálatához szintén egy betanított YOLOv5 algoritmus segítségével állítottam fel egy kalibrációt, majd validáltam azt. Az ehhez készített képek felhasználásával a komponensek szemcseméretét is meg tudtam határozni. Az így kialakuló rendszerek alkalmazásával lehetőség nyílt a porkeverékek és az elkészült filmtabletták 100%-os átvizsgálására valós időben.

Fitos Bence

Természettudományi Kar
Elméleti Fizika Tanszék

Önkölcsönható skalármező-elméletek dinamikája

Napjaink fontos kutatási területét képezi az alacsonydimenziós kvantummező-elméletek statisztikus vizsgálata, melyekben a kvantumos integrálhatóság sokrétű következményei tanulmányozhatók. Az integrálhatóság számos megkötést ad a rendszer egyensúlyi és nemegyensúlyi dinamikájára, melyek az integrálhatóság megsértésével megszűnnek, és kaotikus viselkedés lesz megfigyelhető.

Alacsonydimenziós kvantumtérelméletek paradigmikus példái az $1+1$ dimenziós önkölcsönható tömeges skalármező-elméletek. Ezen elméletek, egyszerű megfogalmazhatóságuk ellenére, mély betekintést engednek a kvantumtérelméletek komplex egyensúlyi és nemegyensúlyi dinamikájába. A kutatásomban a vizsgálatom alapjául a ϕ^4 és ϕ^6 önkölcsönható skalármező-elméleteket szolgálnak. Az elméletek numerikus modellezéséhez egy, a Hilbert-tér csonkolásán alapuló nemperturbatív eljárást, az ún. csonkolt Hamiltoni módszert (Truncated Hamiltonian Approach, THA) alkalmazom.

Az integrálhatóságsértő viselkedést az energiaspektrum statisztikus tulajdonságai alapján karakterizáljuk. Az egymást követő energiaszintek távolsága integrálható esetben Poisson, nem integrálható esetben Wigner-Dyson eloszlást mutat. Véges méretű rendszerben a perturbáció bekapcsolásával a két eloszlás közti átmenet folytonosan valósul meg, egy ún. crossovert láthatunk, mely jellemzésével karakterizálhatjuk az integrálhatóságsértést. A rendszerméretet - és így a szabadsági fokok számát - növelve, az integrálhatóságsértő crossover egyre gyorsabbá, élesebbé válik, melyet az irodalomban számos spinlánc esetére demonstráltak. Ezen kutatás sajátossága, hogy rácsmodell helyett térelméletet vizsgálunk.

A crossovert a térfogat és a részecskeszám függvényében karakterizáljuk. Demonstráljuk, hogy az integrálhatóságsértés szempontjából (a térfogattal ellentétben) a részecskeszám mutatkozik releváns paraméternek. Végezetül összehasonlítjuk a ϕ^4 és ϕ^6 perturbációkat, és igazoljuk, hogy előbbi gyengébben, utóbbi erősebben sérti az integrálhatóságot.

Friedrich Dániel

Építésmérnöki Kar

Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék

Húros hangszer analitikus rezgésvizsgálata

A dolgozatomban a hangszín fogalmát közelítem meg több oldalról. Vizsgálom fizikai, matematikai, zenei szempontból, párhuzamosan a hangszerkészítési elvekkel.

A bevezetőben az olvasó elé tárom személyes tapasztalataimat, főbb motivációimat az egyes tudományágak szintetizálása terén. Összegzem az előzményül szolgáló tanulmányaimat a hangszerkészítés, a hangszertervezés, a zene, a matematika, az elméleti fizika és az építészet vonatkozásában.

Bemutatom a hangszín fizikai vonatkozásait: a hullámegyenlet kezdetiérték-feladatának megoldásául szolgáló felharmonikusok amplitúdóinak arányait. Egy egyszerű modellen keresztül egy pengetett, kezdeti húralaknak képezem a Fourier-féle transzformáltját, és bemutatom, hogy a pengetés helyének függvényében hogyan változik a hangszín. Kapcsolatot teremtek számos példát elemezve ezen eredmény, és az előadói, hangszerkészítői gyakorlat között. Az elméleti eredményeket összevetem kísérleti mérésekkel.

A dolgozat utolsó, kitekintő szakaszában elemzem a hangszín általánosabb megközelítését. Alkalmazási lehetőséget keresek a mérnöki tudományokon belül, kitérek az épületek rezgéseinek vizsgálatánál a kezdeti értékek, határfeltételek fontosságára.

Fügedi Kata Dorina

Vegyésszmérnöki és Biomérnöki Kar
Szervetlen és Analitikai Kémia Tanszék

Különböző szervi eredetű adenokarcinómás elváltozások szöveti glükózaminoglikán tartalmának karakterizálása

Napjaink legelterjedtebb tumoros elváltozásai között szerepel a prosztatatarák és az emlőrák, így molekuláris folyamatainak mélyebb megértése kiemelt fontosságú. Ezen betegségek lefolyásában meghatározó molekulák a glükózaminoglikánok (GAG-ok), melyek ismétlődő diszacharid egységekből felépülő, lineáris, szulfatált poliszacharid láncok. Vizsgálatuk elterjedt módszere az enzimátikus emésztés során keletkező diszacharidok HPLC MS meghatározása. A mérés előtt szükséges a minták tisztítása, ami számos kihívást tartogat. A szakirodalomban korábban nem volt példa GAG-ok tisztítási módszereinek átfogó elemzésére.

Kutatómunkám céljából tűztem ki egy olcsó és hatékony szilárd fázisú extrakciós (SPE) módszer fejlesztését kis mennyiségű biológiai mintákból kinyert heparán-szulfát (HS) és kondroitin-szulfát (CS) GAG diszacharidok tisztítására. A fejlesztett módszert alkalmazva pedig célom volt összehasonlítani prosztatata- és emlőrákos szövetek GAG összetételét.

Első lépésként kifejlesztettem egy saját töltésű vatta-alapú HILIC SPE módszert. Optimaltam az állófázis típusát, mennyiségét, valamint a felviteli és elúciós oldószerek összetételét, mennyiségét és hőmérsékletét. A módszer a polárisabb diszacharidok tisztítására volt alkalmazható. Következő lépésben több grafitalapú SPE módszer vizsgálatát végeztem el, kimutatva, hogy az apolárisabb diszacharidok tisztítására alkalmasak. Mindezt figyelembe véve, kifejlesztettem egy kombinált módszert a két állófázis alkalmazásával, mely alkalmasnak bizonyult GAG diszacharidok tisztítására kis mennyiségű komplex biológiai mintákból.

Munkám második felében összehasonlítottam jóindulatú prosztatata megnagyobbodásos, prosztatatarákos, emlőrákos és hozzá tartozó környező normál szöveti régiók CS, HS, valamint proteoglikán vázfehérje összetételét. Mindkét szövettípus esetén növekedés tapasztalható a tumoros elváltozások kialakulásával a HS és CS láncok összmenyiségében. A HS szulfatációjának mértéke mindkét szövet esetén alacsonyabb volt a tumoros régiókban, míg a CS szulfatációja a prosztataszövetekben alacsonyabb, az emlőszövetekben pedig magasabb volt a tumoros régiókban a nem-tumoros szöveti részekhez képest. Emellett több azonos és eltérő irányú változás volt kimutatható az egyes szulfatációs pozíciók betöltöttségében is.

A kifejlesztett módszerekkel kimutatott változások hozzájárulhatnak a tumoros elváltozások folyamatainak megértéséhez, és nagy esetszámú validálásuk után újfajta diagnosztikai és kezelési módszerek fejlesztéséhez.

Gál Dalma

Vegyésszmérnöki és Biomérnöki Kar
Szervetlen és Analitikai Kémia Tanszék

Többfogú foszfánligandumok koordinációs tulajdonságainak vizsgálata

A foszfánligandumok koordinációs képességeiknek köszönhetően jelentős szerepet játszanak az átmenetifém katalizált keresztkapcsolási reakciókban. Kutatásom során a $t\text{Bu}_2\text{P}-\text{CH}_2-\text{P}(\text{NEt}_2)-\text{CH}_2-\text{PtBu}_2$ trifoszfánligandum, illetve ferrocén alapú biszfoszfán ligandumok koordinációs tulajdonságait vizsgáltam.

A munka egyik részében a trifoszfánligandumok komplexképzését vizsgáltam. A trifoszfánt az irodalomból ismert úton szintetizáltam. A ligandum koordinációs képességét kísérleti (foszfán-szelelenid NMR spektroszkópiai vizsgálat) és számításos kémia (NBO analízis, molekulapálya vizsgálat) segítségével vizsgáltam. A komplexképzés feltérképezésére először megvizsgáltam nyolc különböző szerkezetű lehetséges komplex vegyületek keletkezéséhez szükséges szabadentalpiaértékeket, majd vizsgáltam az így kapott termodinamikailag legstabilabb szerkezetű komplex kialakulásának mechanizmusát négy különböző egymagvú fémkarbonil vegyülettel $\{\text{Cr}(\text{CO})_6, \text{Mo}(\text{CO})_6, \text{W}(\text{CO})_6, \text{Fe}(\text{CO})_5\}$. Komplexképzési reakció során először az egymagvú fémkarbonil vegyületeket fotokémiai reakcióban aktiváltam, a CO-ligandumot jobb távozó csoportra cseréltem (THF, COD). Az így kapott aktív reagensekkel vizsgáltam a trifoszfánligandum komplexképzését. A reakciókban keletkezett termékeket oszlopkromatográfiás módszerrel és kristályosítással tisztítottam. A termékek szerkezetét ^{31}P , ^1H , ^{13}C NMR spektroszkópiával azonosítottam. Egy termék esetében egykristály röntgendiffrakciós méréssel határoztuk meg a szerkezetét, ami az irodalomból eddig nem ismert.

A munka másik részében azt vizsgáltam, hogy a dppf-hez hasonló, de a foszforatomokon más csoporttal szubsztitált ferrocén alapú biszfoszfán ligandumok hogyan befolyásolják a hidroformilezési reakciót. A reakciók mechanizmusait DFT számításokkal vizsgáltam. A különböző ligandumokat tartalmazó komplexek katalitikus tulajdonságainak vizsgálatához először referenciaként megvizsgáltam a dppf ligandummal alkotott ródium komplex, majd a különböző szubsztituenseket tartalmazó ligandumok komplexeinek katalitikus ciklusát. A hidroformilezési reakcióban 5 lépéses mechanizmust vizsgáltam mind nyíltláncú mind elágazó láncú termék keletkezésére. Minden esetben optimalizáltam a megfelelő intermedierek szerkezetét. Ezek után az intermedierek közötti átmeneti állapotok szerkezetét kerestem. A vizsgált intermedierek szabadentalpia adatai alapján összehasonlítottam a két reakcióúthoz tartozó termodinamikai gátak értékét. Ez alapján elmondható, hogy a dppf ligandummal alkotott ródium komplex által katalizált ciklusban a lineáris szerkezetű aldehid keletkezése az energetikailag kedvezőbb folyamat. Ez a megfigyelés alátámasztja a kísérleti eredményeket. A különböző szubsztituenseket tartalmazó ligandumok esetében a katalitikus ciklust sok különböző tényező is befolyásolja, így számos ellentmondás van a kísérleti és számításos eredmények között. Emiatt ezek a ciklusok további vizsgálatokra szorulnak.

Gunther Ágota Anikó

Építészmérnöki Kar
Középülettervezési Tanszék

Kirjasto-könyvtár, a finn építészet és életstílus meghatározó középülete

„Könyvtár, mint találkozóhely” - így definiálnám a finn könyvtárakat röviden és tömören. Már ebből a pár szóból elég jól érzékelhető, hogy nem csupán a különböző médiumokhoz való hozzáférés miatt látogatják az emberek ezen épületeket. Az előző tanévből fél évet az Erasmus+ program segítségével Finnországban tölthettem, ahol azt tapasztaltam, hogy a finn városok legfontosabb épülettípológiája a könyvtár. A társadalmi igény, a könyvtárba járás kultúrája és ezen intézmény körül felfedezhető építészeti minőség minden bizonnyal nagy hatással vannak egymásra. Alapelv egy könyvtár működésénél, hogy az intézmény mindenkié, mindenki számára nyitott és mindenki számára ingyenes. Ez az elv is minden bizonnyal hozzájárult, hogy az igény, kultúra és építészet ily módon egymásra találjon. Felmerül a kérdés, hogy vajon építészeti vonatkoztatásban felfedezhető-e bármiféle egyediség a finn könyvtáraknál? A tanulmányom során ezt szeretném jobban megvizsgálni egy általam felállított halmazrendszerben, különböző megközelítések alapján.

A négy párhuzamos nézőpontot a következő kulcsszavak köré építem fel a kutatásomban: Elsőként a funkciót vizsgálom, honnét indult és hová tart a könyvtár rendeltetésszerű evolúciója? Második szempontként a kontextus kérdéskörével foglalkozom. A környezethez való idomulás módja hat a bent tevékenykedő emberekre, hogyan aknázhatjuk ki a táj adottságait ennek figyelembevételével? A harmadik megközelítés a részletképzés felől vizsgálja a választott példákat, milyen kiemelt szerepe van a belsőépítészeti részleteknek az adott térben? Az utolsó kulcsszavam a folytonosság, azaz hogyan integrálható a meglévő épülettömeg a beavatkozás részeként, mikor megszületik az igény egy bővítésre?

A négy halmaz négy különböző kérdéskört vet fel, melyekhez egy-egy kortárs és egy-egy történeti példát, részletesen bemutatott esettanulmányt kötök, melyeken keresztül választ is keresek a felvetett témakörre. A dolgozatom célja, hogy a rendelkezésemre álló szakmai források és a személyes tapasztalataim segítségével betekintést adjak a négy megközelítésen keresztül a finn könyvtárak építészeti jelentőségébe és társadalmi szerepébe. Mindemellett bízom benne, hogy a kutatás egyes részei tanulságokkal is szolgálhatnak a hazai könyvtárépítészeti fejlesztések során.

Haba Tamás

Gépészmérnöki Kar

Mechatronika, Optika és Gépészeti Informatika Tanszék

Nagyhatékonyságú numerikus módszer fejlesztése mechatronikai rendszerek stabilitásvizsgálatához

Egy korszerű mechatronikai rendszerben a valós fizikai folyamatokba - például egy robotmechanizmus működésébe - történő beavatkozás a számítógépes jelfeldolgozás és irányítás eszközeivel történik. Az így létrejövő mintavételes rendszerekben egyaránt megjelennek a mechanikai alrendszer sajátosságai és a digitális szabályozás hatásai. A szabályozók tervezésekor elsődleges szerepet kap a stabilitás, melynek elemzéséhez a vizsgált rendszer modelljét megfelelő pontossággal kell előállítani.

A különféle mechanizmusok gyakorlati megvalósítása során gyakran elkerülhetetlen módon megjelenik a száraz súrlódás. Ez a szabályozott rendszerben nemlinearitásként jelenik meg, gyakran nemsima dinamikai hatásokat okozva, hiszen a súrlódási erő ugrásszerűen is változhat. A digitális szabályozás sajátossága, hogy a beavatkozó jelek időben és térben is diszkrétizáltak, így a beavatkozás során is ugrásszerű gerjesztések érik a mechanikai rendszert. A mintavételezés és a száraz súrlódás együttes hatásainak vizsgálata így matematikailag nehéz, zárt alakban stabilitási kritériumok csak a modell egyszerűsítésével kaphatók, ami csökkenti a stabilitásvizsgálat pontosságát. Jelen kutatás célja egy olyan numerikus módszer megvalósítása, mellyel a mechatronikai rendszerek stabilitásvizsgálata a száraz súrlódás és a mintavételezés együttes hatásainak figyelembevételével végezhető el. A kutatási eredményeket összefoglaló TDK dolgozat egy pozíciószabályozási feladat példáján keresztül ismerteti a módszert, amellyel a szabályozók stabil paramétertartománya határozható meg, illetve a kapott eredmények kísérleti úton is igazolásra kerülnek. Kiemelt szerepet kap ezen felül a hatékonyság, melynek növelése érdekében különböző optimalizálási módszerek kerülnek bemutatásra.

Hann Flóra

Természettudományi Kar
Kognitív Tudományi Tanszék

A vonás- és állapot-jellegű érzelemszabályozás hatékonysága és az érzelmi reaktivitás közötti kapcsolat időbeli vizsgálata

A környezetünkhöz való alkalmazkodás elengedhetetlen részei az érzelmeink és azok rugalmas szabályozásának képessége. Ebben a képességben jelentős egyéni különbségek mutatkoznak, és hagyományosan a kutatási gyakorlat is ezek vizsgálatára irányult. Azonban egyes felvetések szerint a laboratóriumban vagy szokványos kérdőívekkel mért, vonás-jellegű érzelemszabályozás-mutatók nem feltétlenül egyeznek a való életben, ismételt méréssel megfigyelt érzelemszabályozással. Úgy tűnik, hogy ezek a folyamatok eltérő mértékű variabilitást mutatnak személyek közötti és személyen belüli szinten. Ez felveti a kérdést, hogy amit idáig a pszichológia vonásként megragadható jellemzőnek tartott – például az érzelemszabályozás hatékonyságát, stratégiáit – az valójában nem is tükrözi a mindennapi működést?

A rumináció a negatív érzelmeken és következményeiken való passzív rágódást jelentő kognitív érzelemszabályozási stratégia. Állapot- és vonás-mutatói között csak közepes együttjárás mutatkozik. A magasabb állapot-rumináció (a vonás- nem) magasabb érzelmi reaktivitással jár együtt, vagyis a negatív eseményekre adott intenzív érzelmi válasszal. Felmerül azonban, hogy a rumináció személyen belüli, időbeli vizsgálatával még pontosabb képet kaphatunk az érzelmi reaktivitásról.

A kutatás célja igazolni, hogy az érzelmi reaktivitás intenzitásában az állapot-rumináció nagyobb prediktív erővel bír, mint a vonás-rumináció. Célunk továbbá megerősíteni, hogy az állapot- és vonás-rumináció között nincs szoros együttjárás.

A minta 247 személyből áll, akik egy 28 napon át tartó élmény-mintavételi eljárásos (ESM) vizsgálatban vettek részt. Napi 8 rövid, online kérdőívet kaptak, amely felmérte az aktuális hangulatukat, érzelemszabályozásukat, és az őket érő stressz mértékét. Összesen 14 265 megfigyelés született, ezeket kevert modellezéssel elemeztem.

Az eredmények alapján az állapot-, átlagos állapot és vonás-rumináció is független prediktív erővel bír az érzelmi reaktivitás bejósolásában. Azonban erősségük átfed, így nem állíthatók sorrendbe. Kizárólag a negatív érzelmek stressztől független vizsgálatánál viszont az átlagos állapot-rumináció a legerősebb bejósoló. Ez az összetett mutató 'félúton' lehet az állapot- és vonás-mérések között, egyesítve azok előnyeit.

A vonás- és állapot-rumináció között csupán közepes pozitív kapcsolatot találtunk. Emögött állhatnak pszichometriai és kontextuális különbségek, illetve az, hogy a különböző önbeszámolós módszerek eltérő információforrásokra hagyatkoznak.

Az eredmények az uralkodó vonás-megközelítést meghaladva betekintést nyújtanak az érzelemszabályozás személyen belüli, dinamikus működésébe és kapcsolatába az affektivitással. Megerősítik annak fontosságát, hogy a pszichológiai jelenségek mérésének klasszikus megközelítését újraértékeljük. Klinikai relevanciájuk lehet a stresszre adott érzelmi válaszok bejósolásában hétköznapi napokban használható egyszerű mérések révén.

Havasi Kristóf

Gépészmérnöki Kar

Műszaki Mechanikai Tanszék

Összetett hiperelasztikus anyagmodellek fejlesztése

A kutatás fő céljai közé tartozik egy új, izotrop összenyomhatatlan hiperelasztikus konstitutív modell előállítás, mely képes gumyszerű anyagok mérések által tapasztalt mechanikai viselkedését nagy pontossággal modellezni. Ezen felül saját egy- és kéttengelyű mechanikai anyagvizsgálatok elvégzése is fontos pontja volt a kutatásomnak, ezzel mind a saját kutatásom, mind pedig kísérleti eszközök fejlesztésére nyerhettem rálátást. Az alkalmazhatóság szempontjából is vizsgáltam az általam javasolt új anyagmodellt, amihez Fortran nyelvben írt felhasználói szubrutinokat készítettem az Abaqus végelelemes szoftver számára. Néhány korábban is publikált modellhez is létrehoztam ezen szubrutinokat. Az UHYPER és VUMAT szubrutinokat alkalmaztam, melyek szimulációkba implementálva lehetővé teszik az egyénileg definiált anyagmodell használatát tetszőleges eset vizsgálatára.

Mindezek segítségével egy olyan új anyagmodell birtokába juthatunk, mely képes megfelelően leírni a gumyszerű anyagok mechanikai viselkedését. További várható eredménye kutatásomnak az új, és bizonyos egyéb hiperelasztikus anyagmodellek szubrutinba illesztése. Ezen cél elérése érdekében a konstitutív egyenletek megfelelő Fortran kódjai szükségesek, aminek köszönhetően az elkészített kódokkal az újonnan definiált modell is egyszerűen implementálható végelelemes szimulációkba. Ehhez a modell mérési eredmények alapján illesztett paraméterei szükségesek, melyek a kutatásom során szintén előtérbe kerültek, így tetszőleges saját anyag modellezése is elvégezhető a jelen kutatás során használt módszerek alkalmazásával. Numerikus végelelemes szimulációkat is végeztem, ezek a modell stabilitásának és a levezetett analitikus megoldásokkal való egyezésnek megfigyelésére adnak lehetőséget. Az új modell továbbfejleszthető, így a későbbiekben akár összetettebb, viszkoelasztikus modellek is származtathatóak lesznek belőle bonyolultabb viselkedések leírására.

Horváth Ádám

Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar
Szervetlen és Analitikai Kémia Tanszék

Anionos dienofilek Diels-Alder cikloaddícióinak elméleti vizsgálata

Diels-Alder reakciónak nevezzük az 1,3-diének és különböző telítetlen vegyületek (dienofilek) [4+2] cikloaddíciós reakcióit, melyeket gyakran használnak telítetlen, hattagú karbo-, és heterociklusok szintézisére. A Diels-Alder reakciókban jellemzően semleges (pl.: alkének, alkinek, alfa,béta-oxovegyületek) vagy pozitív töltésű (pl.: iminek) dienofilek vesznek részt, azonban az elmúlt 10 évben anionos dienofilek ([ECX]⁻ anionok, ahol E: P, As és X: O, S, Se) részvételével is megvalósítottak ilyen reakciókat. Míg a semleges és kationos dienofilek reakcióit régóta vizsgálják mind kísérleti, mind elméleti szempontból, addig az anionos reakciókról keveset tudunk. Ezért célom volt megvizsgálni az [ECX]⁻ anionok cikloaddíciós reaktivitását két kiválasztott diénnel szemben. A diéneknek a 2,3-benzodiazin (ftálazin) és a 1,3,2-diazafoszfinint választottuk, irodalmi példák alapján. Munkám során meghatároztam az egyes reakciók mechanizmusát, illetve energia-profilját DFT-alapú számítási módszerekkel, amiket magas szintű csatolt klaszterek módszerével validáltam. Emellett célom volt megérteni az anionok esetében tapasztalt reaktivási trendeket is, ezért cDFT (konceptuális DFT) indexekkel jellemeztem a Diels-Alder addukthoz vezető átmeneti állapotokat, illetve az egyes reaktánsokat is.

Horváth Dávid András

Gépészmérnöki Kar
Áramlástan Tanszék

Drónok redukált nemlineáris modelljének megalkotása és vizsgálata

Drónokat, vagyis pilóta nélküli repülőgépeket egyre gyakrabban alkalmaznak a hagyományos repülőgépek helyett különböző területeken, mint a katonaság, légimentés, mezőgazdaság vagy felderítés. Ennek oka többek között, hogy jóval mozgékonyabbak, mivel a méretük kisebb, illetve nem szükséges az emberi komfort és tűrőképesség figyelembevétele.

A kutatásom fő célja egy újszerű adat-alapú aerodinamikai modell kidolgozása multirotoros drónokhoz és helikopterekhez. Az adat-alapú aerodinamikai modell segítségével a forgó lapátok által generált erők és nyomatékok nagy pontossággal modellezhetők a szerkezet mozgásállapotának ismeretében. Az aerodinamikai erők pontos modellje rendkívül fontos a megfelelő szabályozási algoritmus megtervezésében és kivitelezésében.

Az adat-alapú modellhez az adatokat egy drónrotor numerikus áramlástan szimulációja (CFD) szolgáltatja, amelyben a virtuális lapátmodell (VBM) került alkalmazásra a számításigény csökkentése és széles paramétertartomány alkalmazásának érdekében. Különböző megfúvási sebességekre és szögekre készített CFD szimulációk szolgáltatják az aerodinamikai erőket, melyekből polinomiális regresszió alkalmazásával alkottuk meg az új aerodinamikai modellt.

A megalkotott aerodinamikai modell validációjához síkbeli három szabadságfokú drónmodellt alkalmaztunk. A megalkotott aerodinamikai modellből kapjuk a drónra ható erőket és nyomatékokat. Az előírt trajektóriák követéséhez pedig proporcionális és deriváló elemeket tartalmazó szabályozó került alkalmazásra. A drónmodell paramétereit egy kis méretű oktatási célú drón fizikai paramétereire alapján határoztuk meg. A szimulációk eredményeit a valódi drón repülése közben gyűjtött adatokkal hasonlítottuk össze.

A kutatás eredményeképpen egy olyan nemlineáris kapcsolt drónmodellt kapunk, amely szabályozási algoritmusuk képes figyelembe venni a nemlineáris aerodinamikai hatásokat. Ezen modell segítségével a drónok manőverezési sebességét és pontosságát is növelni tudjuk a jövőben.

Kádár Attila

Villamosmérnöki és Informatikai Kar

Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék

Képi objektumdetekció federált tanulással

Napjainkban az objektum detekciós algoritmusok használata egyre elterjedtebbé válik úgy vállalati, mint végfelhasználói környezetben. Alkalmazási területei közé tartoznak többek között az önvezető rendszerek, automatizált CCTV felügyelet, automatizált minőségellenőrzési folyamatok, tűzveszély monitorozás, orvosi döntéstámogatás. Sok esetben az ilyen jellegű szolgáltatások teljesítményének növelésében ma már a lokálisan rendelkezésre álló, felcímkézett adathalmaz mennyisége jelenti a szűk keresztmetszetet. Mivel a szigorú adatvédelmi korlátozások miatt – főként nagyvállalati környezetben, vagy például egészségügyben GDPR elvek miatt – ezen tanító adatok nem oszthatók meg és nehezen bővíthetők, így a teljesítmény növelése az egymással korreláló taszkokat tanuló machine learning alapú megoldások közötti kollaboráció során valósulhat meg. Különböző privát, lokális adathalmazokkal rendelkező kliensek kollaborációjára alkalmas a klasszikus federált tanulás apparátusa, ennek viszont fő korlátja, hogy az esetek többségében csak egy globális modell kollaboratív betanítása lehetséges, nem pedig több, korreláló taszkot tanuló modell teljesítményének növelése. Továbbá a létező federált multitaszki eljárások privacy-t sértő módon modell paraméterek vagy lokális adatminták megosztása által valósítják meg a kollaborációt, nem beszélve arról, hogy a publikált eljárások nagy többsége nem is alkalmazható hatékonyan olyan komplex, deep learning modellek esetében, melyek a képi objektum detekció feladatát hivatottak megoldani.

Kutató munkám eredménye a FedMOD federatív multitaszki objektum detekciós eljárás, mely képes felülkerekedni az előbbieken említett, szakirodalomban máig megoldatlan problémákon. Eljárásunk képes megbecsülni a résztvevő kliensek által tanult taszkok közötti kereszthasznosságokat. Ezen információ alapján valósít meg hatékony tudás disztillációt, melyhez publikusan rendelkezésre álló, címkézetlen adatmintákat használ fel. A FedMOD adatok védelmét megőrző, elosztott tanulást valósít meg, melynek során a privát adatok és a lokális modell paraméterek sem kerülnek megosztásra a kliensek között. Empirikus vizsgálatok alapján a FedMOD eljárás hatása ekvivalens a kollaboráló kliensek privát adathalmazainak bővítésével (melynek mértéke akár 50% feletti is lehet) azaz ennek mértékével emeli az adathalmaz értékét a kollaboráció. A javasolt FedMOD eljárást átfogóan kiértékeljük és elemeztük, továbbá kidolgoztuk a FedAvg algoritmusnak egy, a cél problémához illeszkedő adaptációját, mely teljesítményével összevetettük a FedMOD sémát is.

Kardos Réka Anna

Gépészmérnöki Kar

Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

Tüzelőanyagpermet párolgásának vizsgálata reaktív környezetben

A folyadéktüzelésű berendezések alapvető működésére, károsanyag kibocsátására a porlasztás, majd a permet párolgásának folyamata kritikusan hat, ezért célszerű ezeket a folyamatokat számíthatóvá, modellezhetővé tenni.

A párolgás modellezésére az alkalmazási céltól függően számos analitikus és numerikus megoldás létezik, azonban ezek alkalmazhatósága különböző tüzelőanyagok és különböző porlasztási, égési beállítások mellett még értékelésre vár. A porlasztás folyamatát széleskörűen alkalmazzák, a létrejött permetben számos dolog történhet egyidőben: a cseppek összeütközhetnek, összeolvadhatnak, aprózódhatnak, egy csepp hőt adhat át egy hozzá közel eső másik cseppnek, elősegítve annak párolgását, a cseppek lokálisan befolyásolják az égési viszonyokat, illetve ki vannak téve az őket körülvevő gáz áramlásának, esetleges turbulenciájának is. Mi több, a permet kifúvásához közeli részén előfordulhatnak szalagos, gyűrűs folyadékstruktúrák, melyek csak a távolabbi régiókban szakadnak fel. A permet modellezése során az említett folyamatokat egyaránt figyelembe szükséges venni, azok összetettsége miatt ez leghatékonyabban statisztikai eszközökkel valósulhat meg.

A permet fejlődésének értékelésében remek lehetőséget nyújt a Fázis Doppler Anemométer (PDA) segítségével történő mérés, hiszen szimultán meghatározható a cseppméret- és a sebességeloszlás. A módszer egyben szolgáltat a kiinduláshoz és a validációhoz szükséges adatokat azzal, hogy a kifúvástól számítva több távolságban is mérünk. Így már a kezdeti eloszlások is értékelhetővé válnak a tüzelési beállítások függvényében, ezzel támogatva a lejátszódó jelenségek minél részletesebb megértését. Ezért kutatásom során három féle tüzelőanyag permetképét és párolgását vizsgáltam PDA segítségével reaktív környezetben, ezek dízelolaj, kerozin és biodízel. Céлом, hogy a mérési eredmények általános feldolgozása segítségével a folyadéktüzelés modellezéséhez támpontokat, illetve validációhoz strukturált adatbázist biztosítsak az adott mérési összeállítás mérési eredményeinek értékelésén túl, illetve hogy a permetben zajló párolgást modellezem.

Kertész Erik

Vegyésszmérnöki és Biomérnöki Kar
Szervetlen és Analitikai Kémia Tanszék

Nehezebb pniktogén elemek kelátkomplexei: szerkezet, tautoméria, redoxi és optikai tulajdonságok

A fémorganikus és koordinációs kémia területén az elmúlt pár évtizedben élénk érdeklődés övezi a pniktogén csoportot (15. csoport), sokoldalú koordinációs és katalitikus tulajdonságaik miatt. Közel fél évszázada a nemesfém katalízis forradalmasította a kémiai szintéziseket. Azonban ezen, főleg d-mezőbeli fémek iránti hatalmas igény az évtizedek során jelentősen kimerítette a gazdaságosan kitermelhető lelőhelyeket, ami jelentős drágulásukhoz vezetett. Napjainkban a nehezebb pniktogének (As, Sb, Bi) virágkora alakul ki köszönhetően potens katalitikus tulajdonságaiknak, mely a főcsoportban igen ritka.

A főcsoportbeli elemek fémorganikus és komplexkémiájának egyik újabb, ígéretes kutatási területe a pniktogén elemeket formálisan +I-es oxidációs állapotban tartalmazó vegyületek, a Lewis-bázisokkal stabilizált pniktinidének ($R-E$, ahol $E = P, As, Sb$ vagy Bi) tanulmányozása. 2010-ben Libor Dostál és munkatársainak sikerült N,C,N-ligandum által stabilizált nehezebb pniktinidén kelátokat előállítani. Ezen kutatócsoporttal együttműködve újonnan szintetizált hagyományos és új generációs kelát-komplexek szerkezetét és tulajdonságait vizsgáltam.

Az új generációs vegyületekben a pniktogén centrumot eltérő kölcsönhatások stabilizálják, a hagyományos megfelelőkhöz képest, így a komplexek szerkezete és reaktivitása is jelentősen eltér. Ezen vegyületek oxidálószerekkel való reakcióját követően eddig precedens nélküli tautomerizációt figyeltek meg. A reakció első lépésében az E(I) centrum E(III)-má oxidálódik, míg megfelelő redukáló ágenssel (például pinakolborán), a pniktogén centrum visszaredukálható. A szerkezet és tautomerizáció vizsgálata mellett, a vegyületek optikai tulajdonságainak megértése céljából TD-DFT számításokat végeztem.

Kis Dávid

Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar
Szerves Kémia és Technológia Tanszék

Egy új természetes alapú oldószer alkalmazása szerves reakciókban

A vegyipari termelésben kulcsfontosságú a különböző oldószerek használata, azonban ezek az oldószerek gyakran igen jelentős környezetszennyező vagy emberi egészségre ártalmas hatással bírnak. Ilyen gyakran alkalmazott oldószerek például a halogéntartalmú diklórmétán vagy az aromás toluol. Az oldószerekből eredő környezeti terhelés csökkentésére javasolják az úgynevezett alternatív vagy másnéven „zöld” oldószereket, melyek közös tulajdonsága, hogy kevésbé toxikusak, nem tartalmaznak halogénatomot, továbbá kicsi a tenziójuk, ami által kevésbé tűzveszélyesek, és a légkörbe is kevesebb tud kikerülni belőlük. Az alternatív oldószerek közé tartozik például a para-cimol, ami a toluol, illetve a Cyrene, ami a dimetil-szulfoxid kiváltására javasolt.

Munkám során a kutatásom előző szakaszában előállított alternatív oldószer metilszezamolt szerves reakciók oldószereként vizsgáltam. Metilszezamolban kvantitatív termeléssel sikerült előállítani tiokarbamid típusú királis organokatalizátorokat. Ezeket ezután aszimmetrikus Michael-adíció katalizátoraként alkalmaztam jó termeléssel és enantioszelektivitással metilszezamolban. A reakcióban jobb vagy közel azonos enantiomerfelesleget lehetett elérni, mint azonos körülmények között diklórmétánban végzett reakciók során, így ebben a reakcióban a metilszezamol jó alternatívája lehet a diklórmétánnak. A fentiekén kívül sikeresen alkalmaztam oldószerként a metilszezamolt Suzuki-Miyaura-keresztkapcsolásban is, ami a gyógyszeripar egyik legfontosabb szén-szén kapcsolási reakciója.

A metilszezamolban polimerek oldhatóságát is vizsgáltam. Mivel a polikarbonát oldódott, és irodalomban ismert a lúgos hidrolízise, egy ilyen reakció oldószereként is teszteltem a metilszezamolt. A reakcióban kiváló termeléssel ($\geq 90\%$) sikerült előállítani biszfenol-A monomert, illetve öt cikluson keresztül szignifikáns veszteség nélkül sikerült visszaforgatni a metilszezamolt.

Kiss Johanna

Vegyésmérnöki és Biomérnöki Kar
Szerves Kémia és Technológia Tanszék

Poli(etilén-tereftalát) visszaforgatható organokatalizátorokkal történő glikolízisének méretnövelése

A poli(etilén-tereftalát) (PET) egy széles körben, főként csomagoláshoz felhasznált, biológiailag nehezen lebomló polimer, így nagymértékben hozzájárul a Földünk szennyezéséhez. A kutatási munkám során hulladék PET-palackból készült őrlemény bisz(2-hidroxietyl)-tereftalát (BHET) monomerré történő depolimerizációját valósítottam meg. Korábban sikeresen optimalizáltam a PET szilikagélhez rögzített szerves bázisok által katalizált glikolízisét kis reakcióméretben (384 mg PET), mely eredményeképpen 89%-os BHET-termelést sikerült elérni. Az ösztöndíjprogram keretén belül ezen kutatási munkám folytatásaként a reakció méretnövelését valósítottam meg. Kiindulási anyagként 5 g PET-palackból készült őrleményt használtam, katalizátorként pedig a kereskedelmi forgalomban kapható trialkil-ammóniummal módosított szilikagélt (Si-TEA), illetve egy általam előállított, 1,5,7-triazabicyclo[4.4.0]dec-5-énnel (TBD) módosított szilikagélt alkalmaztam. Előzetes kísérleti eredmények alapján egy 22 kétszintes teljes faktoros tervet állítottam fel, a hőmérséklet (180–190 °C) és a katalizátor/PET molarány (5–10 mol%) hatását vizsgálva. Az oldószer szerepét is betöltő etilén-glikol mennyiségét 15 ekvivalensnek, a reakcióidőt pedig 4 órának választottuk. A kísérlet-tervből kapott adatokat Statistica szoftver segítségével értékeltem ki. Az optimális reakciókörülményeket a BHET-termelésre felállított modellből Box-Wilson-féle gradiens módszer segítségével határoztam meg. Az így kapott optimális reakciókörülmények között kiváló BHET-termelést tudtam elérni, emellett a katalizátorok visszaforgatását is sikeresen megvalósítottam.

Kocsis Kende János

Gépészmérnöki Kar

Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszék

A HUHA2 hulladékégető mű létesítésének értékelése Budapest távhőellátásában

Világszerte éves szinten 1,3 trillió tonna települési szilárd hulladék termelődik, amely fejenként 180 kg/évet jelent. Feltételezhetően 2025-ig ez 2,2 trillió tonnára fog emelkedni. A fejlett országokban, mint az Európai Unió országaiban és az USA-ban ez az érték jelentősen magasabb. Az EU szabályozási rendszerének megfelelően a leghatékonyabb hulladékkezelési módszerek a megelőzés, az újrahasznosítás és az energetikai hasznosítás. A legrosszabb megoldás a települési szilárd hulladék depókban történő lerakása helyigény, az esztétikai és környezetkárosító hatások, illetve a bomlás során keletkező, nem hasznosított metán atmoszférába történő kiengedése miatt. A metán GWP értéke huszonötszöröse a CO₂ értékének, amely így a globális felmelegedés szempontjából is jelentősen nagyobb problémát jelent. Ebből adódóan egy második hulladékhasznosító mű telepítése Budapest városgazdálkodásában kiemelt jelentőségű lehet. A Budapesten termelődő 270 000 tonna/év települési szilárd hulladék jelenleg nagyrészt a pusztázamori hulladéklerakóba kerül. A válogatás nélküli lerakás a legnagyobb környezetterhelést jelenti mind az elfoglalt terület, mind pedig a talajszennyezés szempontjából, ezért ellentétes az EU hulladékkezelési stratégiájával.

Általánosan is igaz, - de a jelen geopolitikai helyzetben kifejezetten - hogy energiaellátásunkat a nemzetközi politika eseményeinek alakulásától függetleníteni igyekszünk. Budapest távhőellátása jelenleg nagyrészt földgáz tüzeléssel történik, amely függőség csökkentésének érdekében létesülne a második hulladékhasznosító mű. Egy korábbi, 2018-as tanulmány a szennyvíziszap és TSZH együttes égetésére adott javaslatokat több budapesti helyszín esetén. Jelen kutatómunka célja a szennyvíziszap nélküli hulladékégető erőmű létesítésének értékelése, tekintettel az elmúlt időszakban ugrásszerűen megemelkedett gázárakra. A létesítés helyszíne az Ócsai út és az M0 autópálya kereszteződésében lenne, mivel a HUHA1 az észak-pesti térségben üzemel. Mind hulladéklogisztika, mind a megtermelt energia elosztásának szempontjából a dél-pesti lokáció számos előnnyel bír.

A tanulmány során ezen erőműhöz történő TSZH szállítás optimalizálását végeztem el a minimalizált közlekedési, környezetszennyezési és gazdasági kiadási szempontok szerint. A város TSZH termelési sűrűségének és hulladékbegyűjtő pontjainak meghatározásához pixelelemzést alkalmaztunk, majd ezek alapján létrehoztam egy gráf rendszert. A gráf minden pontjára szimulált 10 000 útvonal adatbázisát elkészítette, majd kereső algoritmust fejlesztve határoztam meg a HUHA2 erőmű befogadóképességének legjobb kitöltése melletti optimális hulladékszállítási útvonalakat. Az optimalizálás a kezdeti számítások szerint havi 2,8 millió forint szállítási költség megtakarítást ígér.

Kocsis Márton

Építésmérnöki Kar
Épületszerkezetek Tanszék

Kortárs épületek épületszerkezeti tendenciáinak vizsgálata

Jelenkorunk kortárs építészetét nem jellemezhetjük egy adott építészeti stílussal. Az építészeket már nem korlátozzák formai kötöttségek így világszerte változatosabbnál változatosabb épületek jönnek létre. A megrendelői elvárások, valamint a technikai újítások mind lehetővé teszik a szinte teljesen szabad formálást, ugyanakkor megfigyelhetők bizonyos jellegzetességek, például a funkció központú tervezés vagy a letisztult szín és formavilágra való törekvés.

Megvizsgálva az elmúlt évszázadok építményeit (bármely stílusban is épültek) azt vehetjük észre, hogy a történelem során az emberek mindig logikusan, a tapasztalataik, a környezeti hatások és igénybevételek szerint alakították az épületeiket. Önkényes elemek szinte sohasem kerültek a szerkezetekre, a díszítő elemek is az alapvető szerkezeti funkciók működését segítették vagy legalábbis azok működését sohasem befolyásolták.

A kortárs építészetben ez a környezeti hatásokhoz idomuló formálás háttérbe szorult. Épületeink az igénybevételeknek ellenállni inkább csak szerkezeti részleteik kialakítása miatt képesek és ezekhez általában magas minőségű technológiák alkalmazása szükséges. Ezek a technológiák ma már rendelkezésre állnak, így megnyitják új építészeti irányok épületszerkezeti megvalósításának kapuit.

Kutatásom során a kortárs építészet olyan számomra érdekes tendenciáit vizsgáltam meg, melyek formálásbéli jellegzetességei épületszerkezetek nehézségeihez vezettek. Az általam választott elsődleges téma a nyeregtetős formavilág a kortárs építészetben. Ez egy több évezredes hagyományokra épülő fedési forma, amit jelenkorunk építésze sajátos módokon gondol újra. Ezek a módosítások a hagyományos épületszerkezeti kialakítások tovább fejlesztését igénylik, emiatt válik ez a téma alkalmassá a kortárs épületszerkezetek tendenciáinak vizsgálatára.

A kutatás, a témával foglalkozó szakirodalmak áttekintésével és megépült házak vizsgálatával valósult meg, melyek szerkezeti kialakítását a „reverse engineering” módszerével kíséreltem meg megfejteni.

A vizsgálat célja feltárni a kortárs formavilág épületszerkezeti kialakításainak módszertanát, lehetőségeit, érdekességeit, valamint azokat a szerkezeti kockázatokat, melyek meghibásodáshoz, kivitelezési, technológiai problémákhoz vezethetnek.

Krain-Sólyom Ildikó

Vegyésszmérnöki és Biomérnöki Kar

Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudományi Tanszék

Onkogén KRAS fehérje mutánsok élettanilag releváns működésének helyreállításának nyomában

Humán daganatos megbetegedések 27%-ában következik be valamely Ras gén mutációja, ebből 75% a KRAS-hoz köthető. A KRAS egy kis G-fehérje és ciklikus GTP-hidrolízis révén molekuláris kapcsolóként működik az intracelluláris jelátviteli utakban: GTP-t kötve aktív, GDP-t kötve pedig inaktív. A KRAS saját GTPáz aktivitása igen alacsony, a szervezetben viszont segédfehérjék, a GAP-ok gyorsítják meg a hidrolízist. Az onkogén KRAS mutációk viszont gyengítik vagy megakadályozzák a GAP-KRAS kölcsönhatást, ami GTP-kötött állapotot, tehát fokozott jelátvitelt eredményez.

Céлом egyrészt olyan GAP mutánsok tesztelése volt, amelyek képesek lehetnek a G12C mutáns Kras-hoz hozzákötni és esetlegesen hibás funkcióját kiküszöbölni. Másrészt egy GAP jellegű, de arginin ujjal nem rendelkező fehérje, az RGS3 KRAS-sal való kölcsönhatását is vizsgálni terveztem. Ez a fehérje a heterotrimer G fehérjék α -alegységének GTPáz aktivitását szabályozza, de egyre inkább az körvonalazódik, hogy a szervezetben a KRAS-okra is hatással van.

Kollaboráló csoportunk in silico QM/MM modellezése alapján kiválasztottunk 8 olyan GAP mutánst, amelyek a vad típusú GAP-nál jobban képesek kötődni a fenti mutációt hordozó Kras-hoz, és ezáltal javítani a GTPáz funkciót. Ezekből 3 mutáns (L902D, L902E, L902Q) és a vad típus bakteriális expresszióját elvégeztem. Emellett előállítottam az RGS3 fehérje egy rövidebb, kristályosítható formáját.

A vad típusú, illetve a Kras G12C és a GAP mutánsokkal, illetve az RGS3-mal alkotott komplexek GTPáz aktivitásának mérésére MESG aktivitásmérő assay-t használtam.

A fehérjék kötődési viselkedésének vizsgálatát bioréteg interferometriával (BLI) végeztem, amihez előállítottam a vad típusú GAP és a vad típusú, illetve mutáns KRAS-ok AviTag-gel rendelkező formáját. A bioréteg interferometriás kísérleteimmel sikeresen létrehoztam olyan elrendezést, amely alkalmas a mutáns GAP-ok KRAS-okkal való kölcsönhatásának kimutatására és további fejlesztéssel a kölcsönhatás kvantitatív elemzésére.

Krasznai Anna

Természettudományi Kar
Elméleti Fizika Tanszék

Front terjedés és transzport nemintegrálható spinláncokon

Az erősen korrelált kvantumrendszerek kutatása az utóbbi időben a fizikai kutatások előterébe került. Ennek oka nemcsak az elméleti kihívásban rejlik, hanem az egyre aktuálisabb gyakorlati alkalmazásokban is. Az ilyen rendszerek ugyanis makroszkopikusan is kvantumos viselkedést mutatnak: olyan egzotikus jelenségeket figyelhetünk meg bennük, mint például a kvantum fázisátalakulás. Ezek az egzotikus jelenségek ígéretesek a kvantumtechnológia szempontjából is. A kvantum spinláncok az erősen korrelált kvantumrendszerek egy fontos osztályát alkotják. Vizsgálatuk egyrészt azért fontos, mert hatékony eszközökkel modellezhetők, több esetben analitikus módszerekkel is megoldhatóak, ugyanakkor valódi anyagi rendszereket is modelleznek: megvalósíthatók, mint effektíve egydimenziós mágneses anyagok (pl. CoNb_2O_6), vagy csapdázott ultrahideg atomok segítségével.

A kvantum spinláncok legegyszerűbb modellje az ún. „transverse field Ising model” (TFIM), ami- ben kvantumos fázisátalakulás figyelhető meg. Egy kvantum kvencs (a Hamilton operátor paramétereinek hirtelen változása) hatására a rendszerben létrejövő időfejlődés során a modell különböző fázisaiban különféle kvázirészecskék (kinkek/magnonok) terjesztik a korrelációkat és összefonódást a rendszerben, így alakul ki az egyensúlyi állapot. Jelen munkám célja elsősorban a TFIM tárgyalásának elmélyítése. A modell integrálhatóságot sértő változatában olyan érdekes jelenségeket figyelhetünk meg, mint az ún. „dinamikai bezárás” és a Bloch-oszcillációk a ferromágneses, illetve az ún. „dinamikai Gibbs-effektus” paramágneses fázisban. Munkám során többek között inhomogén kvantum kvencsek nyomán létrejövő időfejlődést vizsgáltam a TFIM integrálhatóság sértő változatában, melynek numerikus megvalósításához az egzakt diagonalizáción alapuló eljárásnál jóval több spint tartalmazó rendszerek leírására alkalmazható, „Time Evolving Block Decimation” (TEBD) módszert használtam. A szimulációk során olyan érdekes effektusokat tapasztaltam, mint például az elszabaduló mágnesezettségi frontok váratlan nagy mértéke ferromágneses fázisban, vagy az entrópia terjedés és a mágnesezettségi profilban terjedő zavar sebességének eltérése paramágneses fázisban.

A valódi rendszerek leírásához közelebb kerülhetünk, ha a modellt nyílt rendszerben vizsgáljuk. Ehhez a Lindblad-formalizmus használata szükséges, melynek elsajátítása szintén munkám részét képezte. A Lindblad-egyenletet vektorizálva mátrixszorzat állapottal tudjuk reprezentálni a sűrűségoperátorokat, így a TEBD módszer minimális módosításával olyan programot fejlesztettem, mely nyílt kvantumrendszereket szimulál. A nyílt rendszerbeli TFIM elemzése jelenleg is folyamatban van.

Kubicsek Ferenc

Gépészmérnöki Kar

Hidrodinamikai Rendszerek Tanszék

Alternatív ammóniagyártás lehetőségei szonokémiával

Az ammónia napjainkban egy széleskörűen használt anyag: műtrágyagyártásnál, illetve energiahordozóként használják. Az ammónia gyártása jelenleg a Haber-Bosch-eljárás segítségével zajlik, amely az ammónia keletkezéséhez szükséges kémiai reakciók miatt magas hőmérsékletet ($500\text{ }^{\circ}\text{C}$) és nyomást (400 bar) igényel. Az ehhez a folyamathoz szükséges berendezés azonban drága és veszélyes, így fontos cél valamilyen alternatívát találni az ammónia előállítására. Ennek lehetőségét például a mesterségesen létrehozott, adott kezdeti nitrogén- és hidrogéntartalmú, mikron méretű buborékok adhatják meg. A buborékokat a nyomást csökkentve kitágítjuk, majd a nyomást az eredeti értékre visszaállítjuk, melynek hatására a buborékok szabadlengést fognak végezni: periodikusan kitágulnak és összeroppannak. Az első összeroppanás végén a buborékokban a hőmérséklet és a nyomás kedvezni fog az ammónia keletkezésének, ehhez azonban nem szükségesek extrém körülmények a berendezés környezetében. A fő cél az eljárás energiahatékonyságának maximalizálása a paraméterek megfelelő megválasztásával.

A folyadékban lévő buborékok radiális pulzálásának leírására a Keller-Miksis-egyenlet használatos, amely a kémiai reakciókkal kiegészítve egy közös differenciálegyenlet-rendszert alkot. A buborékok a folyadékban klaszterekbe rendeződnek, és hatással vannak egymásra. A klaszter szimulációjának nagy számításigénye miatt azonban csak egyetlen buborék oszcillációját vizsgálom. A differenciálegyenlet-rendszert annak nemlinearitása miatt numerikusan oldom meg, a szimulációk készítéséhez Pythont használok.

A szimulációk során paramétertanulmányokat készítek, ahol változtatom a buborék egyensúlyi sugarát, a kezdeti kitágítás mértékét, az alapnyomást, a hidrogén kezdeti mólarányát, a folyadék viszkozitását és felületi feszültségét is. Eredményként azt várom, hogy a paraméterek alkalmas megválasztása esetén sikerül a Haber-Bosch-eljárás energiahatékonyságát megközelíteni.

Lőrincz Balázs

Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar
Fizikai Kémia és Anyagtudományi Tanszék

Magas szintű elméleti kémiai protokollok fejlesztése és alkalmazása kiterjedt molekulák közötti kölcsönhatások vizsgálatára

A bio- vagy katalitikus kémiában nagy számban jelen lévő, pl. a reakciómechanizmust is jelentősen befolyásoló intermolekuláris kölcsönhatások kísérleti és számítógépes modellezés alapú vizsgálata is rendkívül bonyolult. Például a számításhoz kémiában rutinszerűen alkalmazott sűrűségfunkcionál módszerek a távolra ható kölcsönhatásokat jelentős közelítésekkel tudják csak kezelni. Ezzel szemben a nagy pontosságú hullámfüggvény módszerek (pl. a csatolt klaszter, coupled cluster, CC) szisztematikusan pontosíthatók, de hagyományos formájukban 20-25 atomos molekulákra is már túlságosan számításigényesek. További nehézség, hogy a nem kovalens kölcsönhatások pontos modellezésére jóval kiterjedtebb bázisfüggvény-készletet kell alkalmaznunk.

A hullámfüggvény módszerek számítási igényének csökkentésére a BME Spektroszkópia Kutatócsoport is javasolt hatékony eljárásokat (lokális természetes pálya, local natural orbital, LNO módszer), így akár több száz atomos molekulák pontos vizsgálata is lehetővé vált. Egy közelmúltban készült tanulmány azonban megmutatta, hogy a kiterjedt és polarizálható molekulakomplexek esetén az LNO-CCSD(T) és további referencia módszerekkel számított kölcsönhatási energiák néhány bonyolult esetben nincsenek összhangban.

Ezek az előzmények motiválták, hogy a kölcsönhatási energiák számítását tovább pontosítsam a molekulakomplexek monomerei közötti kölcsönható régióba helyezett bázisfüggvények felhasználásával (nem atomcentrált, NAC bázisfüggvények). Mivel a korábbi, viszonylag kevés NAC függvényeket hasznosító tanulmány csak kis méretű (10-20 atomos) molekulakomplexeket vizsgált, ezért több új NAC bázis alapú számítási protokollt dolgoztam ki, melyek akár több száz atomos komplexekre is alkalmazhatók. Többek közt optimalizáltam a NAC függvények helyzetét, számát, illetve exponenseit a leggyakrabban használt atomcentrált bázisfüggvény-készleteket kiegészítve olyan módon, hogy ez nagyobb és általánosabb szerkezetű molekulakomplexek esetén is alkalmazható legyen. Az új stratégiákat az LNO-CCSD(T) módszerekkel ötvözve kiterjedt szupramolekuláris komplexek kölcsönhatásának, valamint még nehezebben modellezhető organokatalitikus reakciók átmeneti állapotainak leírására hasznosítottam. Az eredmények alapján a kidolgozott NAC függvény módszerek jelentősen növelik a számított molekuláris kölcsönhatások pontosságát, illetve csökkentik a teljes bázis határ eléréséhez szükséges számítási igényt.

Lukács Nóra

Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar
Szerves Kémia és Technológia Tanszék

Égégátolt habtermékek fejlesztése reciklált PET-ből

A mindennapi életünk szinte már elképzelhetetlen műanyagipari termékek használata nélkül. Az egyszer használatos műanyag eszközöknek, valamint a csomagolóanyagoknak köszönhetően nem csak a felhasznált anyag mennyisége, de a keletkezett hulladék volumene is elképesztő méreteket ölt. A rövid életciklusú, csomagolásból származó hulladékok, mint például a poli(etilén-tereftalát) (PET) palackok kezelése és újrahasznosítása kiemelten fontos téma terület, hozzátartozik a fenntartható fejlődés alapjához. Megoldást jelenthet az alapanyag gazdaságos újrahasznosítása hosszabb életciklusú termékek gyártása során, ehhez azonban olyan összetett alapanyag rendszerre van szükség, amely kielégíti a céltermék elvárt követelményeit.

Egy másik lehetőség lehet a fenntartható fejlődés eléréséhez a termékek tömegének csökkentése, ezáltal az alapanyag-felhasználás redukálása, amelyre megoldást jelenthet polimerek esetében az alapanyag habosítása. Ahhoz azonban, hogy reciklált PET-ből (rPET) habtermékeket tudjunk előállítani megfelelő ömledékszilárdságra van szükség, ami az újrahasznosított, vélhetően kisebb molekulatömeggel rendelkező PET alapanyag esetében külön kihívást jelent.

Munkám célja kis sűrűségű, égégátolt rPET alapú habtermékek előállítása szén-dioxiddal segített szakaszos eljárás során, majd a különböző összetételű termékek átfogó vizsgálata és jellemzése volt. Az ömledékszilárdság javítására lánchossznövelőszert alkalmaztam, emellett a kristályos részarány növelésére, egyúttal cellagócképzőként montmorillonit agyagásványt használtam. Az éghetőség csökkentésére korszerű, szilárd- és gázfázisban is ható foszfortartalmú égégátlószerrel választottam. A különböző összetételű fröccsöntött rPET próbatesteket egy autoklávba helyezve, nagy nyomáson, szén-dioxiddal telítettem, ezt követően forró szerszámba helyezve, légköri nyomáson történt a habosítás illetve alakadás. A kész rPET alapú habtermékeket morfológiai, termoeanalitikai, éghetőségi és mechanikai vizsgálatoknak vetettem alá.

0,7 m% lánchossznövelőszert, 1 m% teflonport és mindössze 6 m% égégátlószer alkalmazása mellett sikerült kis sűrűségű (220 kg/m³), homogén cellaszerkezetű, mikrocéllás habokat előállítanom reciklált PET felhasználásával. Az égégátolt rPET habtermék oxigénindexe 5%-kal magasabb, égése során pedig 55%-kal kevesebb hőt bocsát ki, mint az égégátlószerrel nem tartalmazó referencia minták. A nagymértékben kristályos, égégátolt rPET haboktermékeket továbbá megnövelt hőállóság jellemzi.

Macsek Kata

Építészmérnöki Kar
Középülettervezési Tanszék

A Genius loci és Róma tereinek interferenciái

Genius Loci. Valami többről van szó, valami mélyről jövőről, amely érzésben, térben és időben is meghaladja fizikai világunkat. A kifejezés a római hitvilágból eredeztethető, a mai profán értelemben egy adott helyhez kötődő speciális érzésként definiálható. Az épített környezetünk több, mint épületek és közterek összessége. Minden teret kiegészít a fantáziánk, az irodalmi élmények, majd a mozgókép megjelenésével egy még erősebb hatás tudja befolyásolni egy adott helyszínről személyes érzékelését. A filmturizmus az elmúlt 100-150 évben erre kifejezetten építkezett. Dolgozatomban Róma ikonikus helyeinek feltérképezése a célom egy olyan szemüvegen keresztül, amely az épített és/vagy természeti örökségen alapuló, filmekben megjelenő helyszínekre, hozzájuk kötődő turizmusra, az adott hely hangulatának megismerésére fókuszál. A közterek a városi szövet emlékezetfonalaiként jelennek meg a XXI. századi Rómában. A több ezer éves múlt egy olyan erő, amelyben az akkori ember tudása az épített környezetben, anyagokban ma is érzékelhető, mintha Genius még mindig oltalmazóként ott lenne a kövekben. De mi az illúzió, és mi a meg tapasztalható valóság abból, amit a filmvásznon keresztül kapunk az "örökvárosból"? Tanulmányomban olyan helyek elemzését választottam, amelyekről filmek által már olyan kép alakult ki bennem, mintha jártam volna már e köztereken, azonban a 2022/23-as őszi félévben Erasmus+ program keretében látogathattam meg először és tapasztalhattam meg igazán ezen helyek szellemét. A filmes és e személyes élmények elemző összehasonlítása adja dolgozatom gerincét. Az elemzés során a választott helyszínek, mint például a Piazza di Spagna, Fontana di Trevi vagy a Trastevere negyed olyan szempontok alapján kerülnek bemutatásra, hogy azok történelmi háttere, az 1940 évektől kezdve készített filmekben betöltött szerepe (látványos háttér, dramaturgiai eszköz, hangulatkeltés) és a mai mindennapokban való téri szituációk, jelenlegi használatuk milyen szinten vannak áthallásban, összefüggésben vagy éppen ellentétben egymással. Dolgozatom vállalása Róma köztereinek a filmművészet nyújtotta nézőponton keresztül, azt a személyes meg tapasztalással összevetett értékelő elemzése.

Magyar Gergely

Gépészmérnöki Kar

Gyártástudomány és -technológia Tanszék

Szénszálcsoportok detektálása digitális képfeldolgozás és mesterséges intelligencia eszközökkel

A szénszálerősítésű polimer (CFRP) kompozitok egyre szélesebb körben elterjedt alapanyagok a műszaki gyakorlatban, leginkább olyan iparágakban, ahol a konstrukciónak kiváló fajlagos mechanikai tulajdonságokkal kell rendelkeznie alacsony tömeg mellett (például autóipar, sporteszközugyártás, vagy űripár). Ezen kompozit alkatrészek azonban általában nem kész geometriai méretekkel rendelkeznek, hanem gyártásuk során bizonyos ráhagyásokkal rendelkeznek. Ezeket a ráhagyásokat leggyakrabban mechanikus forgácsolással távolítják el, így kialakítva a végleges alakot, méreteket. Ezen forgácsolási eljárások közül a legelterjedtebb a fúrás. A szálerősített kompozitok esetén azonban eltérő kihívások tapasztalhatóak a hagyományosan forgácsolt, kvázi homogén és izotróp szerkezetű anyagokhoz képest. A szálerősítés következtében gyakran irányfüggő és lokálisan változó körülmények tapasztalhatók a forgácsolás közben, amelyek sok esetben megmunkálás által okozott geometriai hibákat okozhatnak az alkatrészen. Ezek közül leginkább vizsgált terület a sorja, illetve a delamináció képződés. Mivel ezen kompozit alkatrészek általában valamilyen szerkezeti elemek, így ezek a hibák könnyen szerelhetetlenné teszik a konstrukciót. A hibák a kijavítása gyakran igényel utómunkát, ami jelentős nem tervezett költséggel járhat a gyártás során. A CFRP anyagok fúrása egy frekvencián kutatók által vizsgált téma, így az anyag megfelelő tulajdonságainak ismeretében a sorja kialakulásának kvázi véletlenszerű természete ellenére is előre jelezhető, hogy az adott területen várhatóan fog-e kialakulni sorja. A témában rejlő lehetőségek miatt választottam kutatásom témájaként a CFRP kompozitok szénszálcsoportjainak detektálására alkalmas algoritmusok fejlesztését, melyekkel ezen anyagok fúrása során keletkező sorja előrejelzése támogatható.

A módszer kifejlesztéséhez rövidre vágott szénszálerősítésű kompozitról készült digitális felvételeket használtam fel. A fényképek 12 különböző irányú megvilágításból készültek, amelyek esetében különböző orientációjú szénszálak verték vissza a fényt a kamera objektívére. A CFRP kompozit anyagról előtt készült képeket különböző algoritmusokkal vizsgáltam. Először a digitális képfeldolgozás (DIP) eszközeit alkalmaztam Python programozási környezetben. A képeket az fényintenzitásuknak megfelelő mértékben binarizáltam, majd különböző egyedi szűrési módszereket alkalmaztam, hogy a képen található zavarokat megszüntessem, majd többféleképpen is megkíséreltem meghatározni a szálak pontos befoglaló területét. A DIP algoritmusok fejlesztése érdekében gépi tanuló módszereket is alkalmaztam. Egy előre tanított anomáliadetektálásra kifejlesztett gépi tanuló algoritmussal a meghatározott szálak kitöltésének összefüggőségét javítottam. A fejlesztett algoritmusok jóságát manuális száldetektálási eredményekkel validáltam. Az eredmények egyértelműen azt mutatják, hogy a szálcsoportok reprodukálhatóan és automatizálhatóan detektálhatók az általam fejlesztett, újszerű algoritmusokkal.

Markovics Dávid

Gépészmérnöki Kar

Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

Megújuló energiatermelés hálózati integrációjának támogatása előrejelzéssel

Magyarországon 2010 óta összesen több, mint 4,2 GW beépített teljesítőképességű fotovoltaikus erőmű épült, amelynek 60%-a üzleti célú, 40% pedig háztartási méretű kiserőmű (HMKE). Ez immáron a villamosenergia-rendszer zsinór terhelésével összemérhető érték, amely időjárásfüggő tulajdonsága által a rendszer kiegyenlítő célú szabályozását is komoly kihívások elé állítja, ahogy az 2023 első negyedének adatain egyértelműen látható.

A kutatás fő témája a frekvencia szabályozás kihívásainak és fejlesztési lehetőségeinek bemutatása, különös figyelmet fordítva az időjárásfüggő megújulók okozta hatások ismertetésére, értelmezésre. Általános és hosszú távú cél célja a villamosenergiarendszer terhelésének és minél több sztochasztikus elemének a lehető legpontosabb becslése, amely aztán felhasználásra kerülhet forrástervezés és a rendszerirányító által alkalmazott proaktív mFRR szabályozás előrejelző moduljában. Utóbbi lényegi célja a növekvő szabályozási igények kielégítése a meglévő eszközök jobb menedzsmentjével, illetőleg a szűkös aFRR tartalékkapacitások tehermentesítése.

Az előadás első részében adatelemzésen keresztül mutatom be a megújulók, lényegében a napenergia termelés és a rendszer más elemeiből adódó kihívásokat, rávilágítva az órák menetrendek, kereskedelmi termékek okozta órán belüli fluktuációra, amely nagyban megnehezíti a proaktív mFRR szabályozást is. Ezek után a fókusz a HMKE termelésen, a fogyasztás és az elosztóhálózati maradékgörbebecslés témakörén lesz, hiszen az idősorosan nem mért termelők a jelenlegi módszertan szerint a rendszerben csupán indirekt módon, a lakossági fogyasztást csökkentő tényezőként jelennek meg, ezzel jelentős kihívásokat okozva mind az elosztó, mind az átviteli hálózat üzemeltetőinek.

Végül egy elemzést mutatok be, amely célja a bruttó rendszerterhelés előrejelzése gépi tanulással, kitérve a magyarázó változók és a tanítási idő megválasztásának hatására. Ez a modul a megújulók termelésbecslése mellett hasznos bemenő adat lehet majd az említett kiegyenlítetlenség előrejelző rendszerben, valamint további rendszerinformációk indirekt meghatározására, a HMKE becslések validációjára.

Márton Áron

Természettudományi Kar
Elméleti Fizika Tanszék

Kvantumos hibajavító kódok vizsgálata

A hasznos kvantumalgoritmusok futtatására alkalmas kvantumszámítógépek megvalósításának elengedhetetlen feltétele a kvantum hibajavítás. Kutatásomban az egyik legnépszerűbb kvantum hibajavító kódot, az úgynevezett felületi kódot (surface code) vizsgálom. A felületi kódban a logikai kvantumbit sok fizikai kvantumbit erősen összefonódott állapotába van bekódolva. Bizonyos lokális operátorok, az úgynevezett stabilizátorok, mérésével és a mérési eredmények alapján történő dekódolással a logikai kvantumbit megvédhető bizonyos lokális hibáktól. Ha a fizikai kvantumbiteket érintő fizikai hibaráta egy bizonyos küszöbérték alatt van, akkor a felületi kód logikai kvantumbitjére vonatkozó logikai hibaráta tetszőlegesen lecsökkenthető a kód méretének növelésével. A hibaküszöb pontos értéke függ az alkalmazott hibamodellről és dekódolástól is. Kutatásomban a felületi kódban történő koherens hibák hatását vizsgáltam egy a Fermionikus Lineáris Optika elméleti eszköztárát használó algoritmus segítségével. Ezt az algoritmust kombináltam egy, az úgynevezett maximum likelihood dekódolást megvalósító algoritmussal, ami a felületi kód és a véletlen-csatolású Ising modell között fennálló statisztikus fizikai leképezésen alapul. Meghatároztam a jellemző hibaküszöb értékét koherens hibák és maximum likelihood dekódolás esetén.

Kutatásomban a koherens hibák mellett az áramköri szintű Pauli hibák hatását is vizsgálom, egy Clifford áramkörök hatékony szimulációjára alkalmas programcsomag segítségével. A felületi kód fizikai kvantumbitjei fokozatosan elvesztik a beléjük kódolt információt az amplitúdó- és fáziscsilapítás hatására, azonban ezt a folyamatot ideális esetben lassítja a felületi kód stabilizátorainak megmérése és a hibajavítás. Kutatásomban megpróbálok választ találni arra a kérdésre, hogy ha a stabilizátorok mérésére szolgáló kapuk és a kvantumbitek kiolvasása is hibákkal terhelt, akkor milyen gyakran érdemes megmérni a felületi kód stabilizátorait, illetve milyen hatékonyan lehet csökkenteni így a logikai kvantumbitet érintő hibákat.

Nagy Dániel

Gépészmérnöki Kar

Hidrodinamikai Rendszerek Tanszék

Nagy teljesítményű számítástechnika alkalmazása buborékok hidrodinamikai modellezésére a szonokémiában

Akusztikusan gerjesztett gázbuborékok elsősorban a szonokémiában jelennek meg. Egy folyadék nagy intenzitású ultrahanggal való besugárzása során, abban buborékok és buborékfelhők jönnek létre a jelentős nyomásváltozás miatt. A buborékok általában néhány mikron méretűek, és változó nyomás miatt periodikusan kitágulnak és összeszűkülnek. Előfordulhatnak buborékösszeomlások is, amikor a buborék sugara - és ezzel együtt a térfogata - rendkívül rövid idő alatt nagyságrendekkel lecsökken. Ezt hívjuk akusztikus kavitációnak. Az akusztikus kavitáció során a buborékban lévő gáz nyomása és hőmérséklete is lényegesen megnő. A szonokémia lényege az akusztikus kavitáció felhasználása kémia folyamatok hatékonyabbá tételére. Számos alkalmazási lehetőség létezik, például a hidrogéngyártás, a nanofém-részecskék gyártása vagy a víztisztítás.

Az akusztikusan gerjesztett gömbszimmetrikus buborékokat egyszerűen modellezhetjük a Keller-Miksis egyenlettel. Azonban a buborékok gömbi alakja nagyobb buborékösszeomlások után jellemzően elveszik, és a határfelületen különféle hullámok jelennek meg, sőt a buborék több darabra is széteshet. A kutatás hosszú távú célja a felületi hullámok és a buborékszétesések jobb megértése többfázisú CFD szimulációk segítségével. A szimulációk előnye a mérésekkel szemben az, hogy a kisméretű buborékok (kb. 10 mikrométer), amelyek összeomlása rendkívül rövid ideig tart (kb. 10 mikroszekundum), könnyen és pontosan megfigyelhetők, és információt kaphatunk a buborék belsejében zajló folyamatokról is. A legnagyobb nehézség az akusztikus tér szimulációja, amely a buborékban lévő gáz és az azt körülvevő folyadék összenyomható modellezését igényli. Numerikus szimulációk során a validáció elengedhetetlen ahhoz, hogy meggyőződjünk, hogy a szimuláció valós eredményeket ad. Ez különösen igaz a többfázisú numerikus szimulációkra, ahol a határfelület leírása és modellezése további hibaforrást jelenthet.

Ebben az előadásban a nyílt-forráskódú ALPACA szoftvercsomag teljes validációját mutatom be, gömbszimmetrikus buborékok szimulációjának az esetére. Összesen 18 különböző numerikus buborékszimuláció került összevetésre a Keller-Miksis egyenlettel. A validáció pontos kvantifikálásához az előadás során bevezetésre kerül a dimenziótlan buboréktorzultság, amely azt adja meg, hogy a buborék mennyire tér el a tökéletes gömbi alaktól. Ez segítséget nyújt a validáció érvényességi tartományának meghatározásához is. Továbbá, a validáció kiterjesztésre kerül nem gömbszimmetrikus buborékok szimulációjára is, mérésekkel való összevetés által.

Németh Réka Helga

Vegyésmérnöki és Biomérnöki Kar
Szerves Kémia és Technológia Tanszék

Polikarbonát-bontás során használt heterogén katalizátorok visszaforgatása

A fogyasztói társadalom igényeinek növekedése következtében évről évre egyre nagyobb mennyiségű műanyag hulladék kezeléséről kell gondoskodnia az emberiségnek. A továbbra is exponenciálisan növekvő műanyag felhasználás miatt fontos cél újabb, fenntartható újrahasznosítási módszerek kifejlesztése. A poli(biszfenol-A-karbonát) (BPA-PC) jó optikai tulajdonságainak, valamint hő- és ütésállóságának köszönhetően egyike a leggyakrabban alkalmazott termoplasztikus műanyagoknak. Újrahasznosítására több módszer is fellelhető a szakirodalomban, melyek közül a kémiai depolimerizáció kiemelt figyelmet igényel, hiszen ezzel a módszerrel lehetőség nyílik a biszfenol-A (BPA) monomer regenerálására.

Az őszi félévre elnyert pályázatom során a BPA-PC szilárd hordozóhoz rögzített organokatalizátorral megvalósított metanolízisét vizsgáltam. Ezen kutatómunkát folytattam MSc tanulmányaim megkezdésével, az eddigi eredményeket az általam alkalmazott heterogén katalizátor visszaforgatására irányuló kísérletekkel kiegészítve. Korábbi munkám során előzetes paramétervizsgálatot végeztem a BPA-PC metanollal történő szolvolitikus depolimerizációjára a következőket tanulmányozva: katalizátor minősége, katalizátormennyiség, MeOH:BPA-PC molarány, hőmérséklet. Három kereskedelmi forgalomban kapható, szerves egységekkel módosított, valamint egy általunk előállított, 1,5,7-triazabicyclo[4.4.0]dec-5-énnel (TBD) funkcionizált szilikagél katalitikus aktivitását vizsgáltam. Az utóbbi (Si-TBD) katalizátor bizonyult a legmegfelelőbbnek, így az előzetes kísérletek eredményei alapján felállított kísérlettervezést ezzel a katalizátorral hajtottam végre. A 250 mg BPA-PC-ből kiinduló optimalizált metanolízis méretét nyolcszorosára növeltem a tervezett kísérletek során. Ebben a méretben a hőmérséklet precízebb mérésével újabb optimalizálást hajtottam végre. Az Si-TBD katalizátor visszaforgatása során több módszert is kipróbálunk, hogy kiküszöböljük az aktivitásának csökkenését.

Pásztor Bettina

Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar
Szerves Kémia és Technológia Tanszék

Új fluoreszcens kannabinoid receptor modulátorok szintézise és vizsgálata

A G-fehérje kapcsolt kannabinoid (CB) receptorok többek között fluoreszcencián alapuló mikroszkópiás technikákkal vizsgálhatóak anélkül, hogy roncsolnánk az élő sejtet. Ezáltal fontos információkat szerezhetünk a receptor-ligandum kölcsönhatások folyamatáról és az ezt kísérő konformáció-változásokról. Csoportunkban már korábban is állítottak elő fluoreszcens molekulákkal kapcsolt CB receptor modulátorokat. Kutatómunkám során további két festék kapcsolt potenciálisan CB receptorra ható molekulát állítok elő.

Ezen felül egy potenciálisan CB receptorra ható fluoreszcens kismolekula egy boroizokinolin származék. Az alkaloidok családjába tartozó izokinolinok számos ma is használt gyógyszer alapvázát képezik, továbbá kutatócsoportunkban már korábban is előállítottak izokinolin vázas vegyületet, amelyek kedvező fotofizikai tulajdonságokkal rendelkeznek. A boroizokinolinok megfigyelt fluoreszcenciája a difluorboranil csoportnak és az általa létrehozott triciklusos gyűrűrendszernek köszönhető. Ez a gyűrűrendszer analógiát mutat a Δ^9 -tetrahidrokannabinollal (Δ^9 -THC), amely a Cannabis sativa növény pszichoaktív komponense, és amely származékait fájdalom- és hányinger-csillapítóként, továbbá étvágyserkentőként is használják. Mivel a boroizokinolin önmagában fluoreszcens és potenciálisan aktív vegyületté alakítható, nincs szükség összekötő elem (linker) és festék kapcsolására.

Ahhoz, hogy a boroizokinolin vázas molekula potenciálisan CB aktív legyen, a korábban a kutatócsoportunkban előállított molekulát 4 ponton módosítom különböző szubsztituensekkel. Egyes pozíciókban több szubsztituens hatását is vizsgálom. A vegyületek szintézisútjainak megtervezése után a kiindulási tercier alkoholból Ritter reakcióval jutok az izokinolin vázhoz. Majd bór-trifluorid dietil-éteráttal alakítom ki a triciklusos rendszert. Az így kapott vegyületeket ezután fotospektroszkópiai módszerekkel jellemzem, meghatározom a moláris abszorpciókoefficiensüket, kvantumhasznosítási tényezőjüket, fényességüket, Stokes-eltolódásukat és a fotostabilitásukat.

Plavec Lambert

Gépészmérnöki Kar

Hidrodinamikai Rendszerek Tanszék

Neurális hálós módszerek alkalmazása merev szonokémiai differenciálegyenletek megoldására

A szonokémia lényege, hogy a folyadékokban ultrahanggal való besugárzás hatására buborékok keletkeznek, amelyek radiális pulzálásba kezdenek. Megfelelő ultrahang-frekvencia mellett a buborék kitágul, majd olyan rövid idő alatt húzódik össze, hogy a belsejében a hőmérséklet több ezer kelvint is elérhet. Ez számos kémiai reakciót tesz lehetővé, a folyamat alkalmas lehet többek között hidrogén előállítására, szennyvíztisztításra vagy jó katalizátornak számító nano-fémrészecskék előállítására.

Már egyetlen buborék modellezése is kihívást jelent, mivel a buborék pulzálását leíró Keller-Miksis-egyenlet, amely egy másodrendű közönséges differenciálegyenlet szinuszos gerjesztéssel, a legtöbb a szonokémiában alkalmazott paraméter esetében merevvé (stiff) válik. Emiatt az általánosan használt explicit adaptív Runge-Kutta megoldók nem alkalmazhatóak hatékonyan. Az implicit megoldók használatának pedig az a hátránya, hogy nehezen implementálhatóak grafikus kártyákon, amely a több ezer buborékból álló buborékfelhő szimulációjához lenne szükséges.

Az utóbbi időben megjelent neurális hálós differenciálegyenlet-megoldók jól párhuzamosíthatóak, grafikus kártyákra is implementálhatóak, ám merev rendszereken kevésbé vagy egyáltalán nem kerültek kipróbálásra. Kutatásomban két neurális hálós differenciálegyenlet-megoldó módszert teszteltem és hasonlítottam össze. Az egyik a Neural ODE módszer, amelynek a lényege, hogy a megoldandó rendszer dinamikáját egy neurális hálónak tanítjuk be, amely ezután maga is differenciálegyenletként működik és hagyományos megoldókkal integrálható. A megoldandó rendszert lényegében egy differenciálegyenletre cseréljük, amely könnyebben integrálható. A másik numerikus megoldó a Deep Euler módszer, amely egy hagyományos Euler-módszer neurális hálós hibabecsléssel kiegészítve. A becsült hibával az Euler-lépés eredményét korrigálva, egy pontosabb megoldás áll elő. Kihasználva, hogy a módszerben rendelkezésre áll hibabecslés, a megoldót adaptívvá alakítottam (ADEM), hogy könnyebben tudja kezelni az integrálandó rendszerben az időskálák különbségét, gyors változását.

A neurális hálós megoldókat a disszipatív Van der Pol egyenleten és a szonokémiában alkalmazott másodrendű szinuszosan gerjesztett Keller-Miksis-egyenleten teszteltem. Mindkét egyenlet paramétertől függő merev viselkedést mutat. A két módszer csak a Van der Pol egyenlet nem merev változatát tudta megfelelően kezelni, a mérsékelt merev Keller-Miksis esetében már nem vezettek eredményre. Mindkét módszer esetében minél merevebb a rendszer, a neurális háló tanítása annál nagyobb nehézséget jelent. Ennek főbb okai a tanítóhalmaz terjedelmének megnövekedése és a dinamika leírásához szükséges nagy időbeli felbontás.

Richter Dóra

Vegyésszmérnöki és Biomérnöki Kar
Szerves Kémia és Technológia Tanszék

Organokatalizátorok átmenetifémekkel kombinált alkalmazása tandem reakciókban

Kutatásom célja benzil-cinkona-(tio)négyzetamid és -tiokarbamid organokatalizátorok átmeneti fémekkel történő kombinált alkalmazása volt egy olyan tandem reakcióban, ahol mindkét katalizátortípus kihasználásra kerül.

A reakció kivitelezéséhez szükség volt egy nitro-eninon vegyület előállítására, amelyet két lépésben végeztem el nitro-brómacetofenonból kiindulva. Ezt követően a tandem reakciót vizsgáltam, amelynek első lépésében egy organokatalizált Michael-addíció játszódik le. Ezt először racém módon hajtottam végre, a kereskedelmi forgalomban is kapható DBU (1,8-diazabiciklo[5.4.0]undek-7-én) katalizátorral, majd megvizsgáltam, hogy lehetséges-e a reakciót enantioszelektív módon is végrehajtani az általam korábban előállított benzil-cinkona-(tio)négyzetamid és -tiokarbamid katalizátorok segítségével.

A tandem reakció második lépésében egy átmenetifém-katalizált gyűrűzárási reakció megy végbe. Ebben az esetben háromféle átmenetifém-sót: az ezüst-acetátot, a réz-acetátot, illetve a nikkel-acetátot hasonlítottam össze.

A tandem reakció one-pot kivitelezése során vizsgáltam az oldószer és katalizátor mennyiség hatását a reakció kimenetelére, valamint az organokatalizátorok és a fémek kölcsönhatását is.

Továbbá együttműködés keretében kvantumkémiai számítások és műszeres analitikai módszerek segítségével felderítettük az organokatalizátorok és az átmenetifémek által alkotott komplexek szerkezetét is.

Romasz Ádám

Gépészmérnöki Kar
Áramlástan Tanszék

Koaxiális propfan szélessávú zajforrásainak vizsgálata

Napjainkban a repülőgépipar egyik fontos kihívása a repülés által okozott környezeti terhelés csökkentése. A koaxiális propfan kedvező fogyasztásával és jó hatásfokával egy kecsegtető alternatívát kínál a széles körben elterjedt hajtóművekre, viszont magas zajkibocsátása gátat szab alkalmazásának. Az akusztikai vizsgálatok során elért eredmények utat nyithatnak hatékony zajcsökkentési stratégiák kidolgozása előtt, ami nem csak a koaxiális propfanhoz hasonló technológiák elterjedését hozhatja magával, hanem a jelenleg alkalmazott hajtóművek esetében is csökkentheti a kibocsátást.

Az akusztikai analógiák széles körben elterjedtek különböző zajforrások modellezésére. Ezek közül a legismertebb Lighthill analógiája, ami három fő forrástípust tartalmaz: monopólus, dipólus és kvadrupólus. Mindhárom típus esetén a hangteljesítmény és a jellemző sebesség között jól definiált kapcsolat van.

Munkámban e kapcsolatot tanulmányozom mikrofontömbbel végzett mérésekkel. Elsőként egy jól ismert zajforrást vizsgállok egy általam elvégzett mérésen keresztül, majd a megszerzett tapasztalatok segítségével feldolgozom és tanulmányozom a NASA Glenn Research Center 9×15 ft Low-Speed Wind Tunnel szélcsatornában, F31/A31 historic baseline típusú propfanon végzett mérési eredményeket.

A kutatás bemutatja az olvasó számára a Lighthill analógiában megjelenő forrástagokat, megvizsgálja a mikrofontömbös mérési módszer alkalmazhatóságát és pontosságát ezek vizsgálatakor, és az analógián keresztül összeköti egy koaxiális propfan zajkibocsátását a jellemző sebességével. Ez amellet, hogy segíthet megismerni az egyes zajforrások mögött álló zajkeltési mechanizmusokat, hasonló hajtóművek méretezésénél is egy jól használható becslést adhat egyes paraméterek változtatásának hatására.

Sándor Dániel

Villamosmérnöki és Informatikai Kar

Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék

Többfeladatos transzfer boosting federált környezetben

A többfeladatos és a federált tanulás mind transzfer tanulásra épülő technológiák. Ahhoz, hogy ilyen környezetekben egy modell megfelelően teljesítsen általánosságban gondos adatelőkészítésre van szükség. Ha nem megválogatott adatokon tanulunk akkor a transzfer együtt járhat a modell prediktív teljesítményének romlásával. Az adatok szelekciójára azonban nem mindig van lehetőség, hiszen ez egyrészt idő és erőforrásigényes feladat, másrészt gyakran nem áll rendelkezésünkre olyan információ, amely alapján ez a szűrés elvégezhető.

Ha tanulás közben képesek vagyunk a feladatok vagy minták terében adaptív módon megválasztani, hogy az adott modell milyen konfigurációban képes a legjobban fejlődni, akkor jelentős teljesítmény javulást érhetünk el. A munkám során az AdaBoost eljárást alkalmaztam annak érdekében, hogy a minták terében adaptív súlyozással legyen képes modell együttest konstruálni, amelyben így minden modell képes saját reprezentációt kialakítani ezzel segítve az egyes modellekben kialakuló transzfert. Az elkészült megoldásom a FedMTBoost, amely képes az AdaBoost súlyozás átültetésére federált környezetbe, ahol az együttest modellenként átlagolva képesek a kliensek együttműködni. Míg a federált transzfer a Federált modell átlagoláshoz (FedAvg) hasonlóan a kiátlagoláskor valósul meg, a többfeladatos transzfer a neurális modellek tanításakor jön létre (többkimenetű tanítással).

A módszer teljesítményét többfeladatos hatóanyag-célpont interakció becslésben értékelem ki. Ez a korai gyógyszerkutatás jellemző többfeladatos (többcélpontos) problémája, amelyben a privát adatok természete miatt, a federált tanulás potenciálisan nagy szerepet kaphat. Ilyen felállásokban a FedMTBoost képes elosztott adatokon szignifikánsan felülmúlni a hagyományos többkimenetű algoritmusok (mint a FedAvg) teljesítményét.

Suhajda Erzsébet

Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Irányítástechnika és Informatika Tanszék

Szerkezeti alapú biológikum tervezés a cisztás fibrózis betegség molekuláris terápiájára

Bevezetés: A cisztás fibrózis egy örökletes betegség, amelyet a CFTR (cystic fibrosis transmembrane conductance regulator) ioncsatorna mutáns formái okoznak. A membránfehérje funkció kiesésével vagy -csökkenésével a víz- és sóháztartás felborul, a legtöbb betegnél súlyos szövődényeket és korai halálozást okozva. Jelenleg több, mint 350 betegséget okozó CF mutáció ismert, ezek hatásmechanizmusa a fehérjeszerkezet ismeretében érthető meg. A CFTR két transzmembrán doménből és két sejten belüli ATP-kötő doménből (NBD1 és NBD2) áll, zárt állapotában ezek közé ékelődik a rendezetlen R-domén. A csatorna nyitásának előfeltétele az R-domén foszforilációja, melynek következtében disszociálódik az NBD-ktől.

Célkitűzés: Mivel minden ritka, funkciót érintő mutációra lehetetlen kezelést kidolgozni, így egy általános molekuláris szintű beavatkozást javasolunk, amely a csatorna hiperaktivációját idézi elő. Célunk, hogy olyan „minifehérjét” tervezzünk, amely az R-doménhez kötődve gátolja annak beékelődését a két NBD közé, növelve ezáltal a CFTR aktivitását. A munkám során in silico módszerekkel modellezem az R-domén foszforilációs helyei és az NBD1 között létrejövő komplexek szerkezetét. Célunk továbbá, hogy kiválasszunk egy olyan rövid szerkezeti domént, amely rendezetlen fehérjével komplexet alkot, így az újratervezéshez szerkezeti mintaként szolgálhat.

Módszer: A fehérjeszerkezet predikciókat AlphaFold Multimer v2.2 neurális hálóval végeztem, amely kísérletes módszereket megközelítő pontossággal rendelkezik. Az újratervezésre alkalmas domén kiválasztásához a DIBS (Database of Disordered Binding Sites) adatbázisban megtalálható rendezett-rendezetlen fehérjekomplexekeket használtuk fel.

Eredmény: A megépített AlphaFold modellek információval szolgálnak az NBD1 és az R-domén között létrejövő komplexek lehetséges szerkezeteiről, hozzájárulva az R-domén célpontok kijelöléséhez. A DIBS adatbázisból a homeobox domén került kiválasztásra az újratervezés mintájaként. Következtetés: Az AlphaFold szerkezetpredikciók alapján az R-domén S737 és S795 aminosavak környezetét fogjuk megcélozni az újratervezett homeobox doménnel. Annak érdekében, hogy a peptid-fehérje kölcsönhatás ne függjön a foszforilációs állapottól, az áttervezett homeobox domén kötőpartnerei a foszforilációs helyektől N-terminális irányba eső R-domén régiók lesznek.

Szabó Csaba

Természettudományi Kar
Algebra Tanszék

Rétegezett algebrák finitisztikus dimenziója

A véges dimenziós algebráknak (vagy általánosabban: Artin-algebráknak) egy fontos, sokat vizsgált osztálya a kváziöröklődő algebrák, és azok természetes általánosításai. Ezen algebrák megjelennek az algebrai csoportok, ill. féligegyszerű Lie-algebrák reprezentációelméletében. Az általunk vizsgált algebraosztály az ún. CPS-rétegezett algebrák (E. Cline, B. Parschall és L. Scott után). Legyen A véges dimenziós (asszociatív, egységelemes) algebra egy algebrailag zárt test fölött. Az $e \in A$ (primitív) idempotens elemet erős idempotensnek nevezzük, ha $AeA \subset A$ erős idempotens ideál, azaz ha M, N végesen generált modulusok A/AeA fölött, akkor

$$\text{Ext}^t_A(M, N) \cong \text{Ext}^t_{A/AeA}(M, N)$$

minden t -re. Egy A algebrát CPS-rétegezett algebrának hívunk, ha létezik

$$0 = I_{n+1} \subset I_n \subset \dots \subset I_0 = A$$

ideáloknek olyan sorozata, hogy I_t / I_{t+1} erős idempotens A / I_{t+1} -ben minden t -re.

Az algebrák rétegezettsége lehetővé teszi, hogy sok homologikus jellegű kérdést az egyszerű modulusok számára vonatkozó indukcióval oldjunk meg. Ezt használták például néhány speciális CPS-rétegezett algebra (ld. [AHLU], [P]) esetén a finitisztikus dimenzió végeességének bizonyítására, azaz hogy a végesen generált véges projektív dimenziójú modulusok projektív dimenziója korlátos. A globális dimenzióval ellentétben a finitisztikus dimenzió meghatározása, vagy akár csak korlátozása, konkrét algebrára sem könnyű feladat (ld. [BHZ])

Bevezetünk a CPS-rétegezett algebrák finitisztikus dimenziójának kiszámításához egy segédeszközt, a modulusok ferde feloldását, illetve egy ebből származtatható ekvivalenciát. Ez lehetőséget ad arra, hogy kevesebb modulus projektív feloldásának vizsgálatával a faktoralgebra finitisztikus dimenziójából az eredeti algebrára korlátot tudjunk adni.

[BHZ] - Birge Huisgen-Zimmermann. "The finitistic dimension conjectures - a tale of 3.5 decades". *Abelian groups and modules*. 1994, 501-517. old.

[AHLU] - I. Ágoston, D. Happel, E. Lukács and L. Unger, "Finitistic Dimension of Standardly Stratified Algebras", *Comm. Algebra* 28 (2000) 2745-2752

[P] - C. Paquette, "Strictly Stratified Algebras Revisited" *July 2009 Communications in Algebra* 37(8):2591-2600

Szabó Renáta

Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar
Szerves Kémia és Technológia Tanszék

G-fehérje kapcsolt receptorok fluoreszcens jelölése

Az 1990-es évektől kezdődően drámaian megnőtt az opioidokkal történő visszaéléshez, illetve túladagoláshoz köthető kórházi kezelések és halálesetek száma. Az Egyesült Államokban 2021-ben közel 108 ezer ember halt meg vényköteles, valamint tiltott opioid túladagolás következtében. A szerhasználati zavarokban szenvedők kezelésére sikeresen alkalmaznak μ -opioid-receptort célzó hatóanyagokat, mint buprenorfin, a metadon vagy a naltrexon. Az ismert gyógyszerek mellékhatásai miatt azonban az új terápiás célpontok azonosítására irányuló kutatások aktív területnek számítanak.

Kutatócsoportunk a KOKI Molekuláris Neurobiológiai Laboratóriumával együttműködve kidolgozott egy új superfelbontású mikroszkópos eljárást, amely során fluoreszcens molekulák segítségével nanométeres pontossággal lehet farmakológiai méréseket végezni receptorokon, ioncsatornákon vagy akár enzimeken is. A PharmacostORM módszer új utakat nyithat meg különböző betegségek neurobiológiai alapjainak megértésében, így hozzájárulhat az opioid-válság okozta túladagolás és függőség kezelésére irányuló megfelelő terápiás módszer kidolgozásához is.

Munkám során célul tűztem ki az orexin, a D1-dopamin, valamint a K-opioid G-fehérje kapcsolt receptor célpontra fókuszált fluoreszcens ligandumok előállítását.

A ligandumok pontos szerkezetét, illetve a festékhez (Sulfo-Cy5) történő összekapcsoláshoz szükséges linker típusát előzetesen in silico dokkolási kísérletekkel határoztam meg.

Szalai Márk Dániel

Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

Egy új Isolation Forest variáns jobb minőségű anómália értékek előállítására

Az anomáliák hatékony és megbízható automatikus detektálása egy aktív kutatási terület és számos cég keres az iparban is alkalmazható megoldásokat rá. Számos mélytanulós modell készült a probléma megoldására, de általánosságban elmondható, hogy ezen módszerek, mint minden deep learning modell, nehezen magyarázhatóak, a döntéseik nehezen megérthetőek és így az iparban is csak nehezebben használhatóak fel. A gyakorlati alkalmazások során épp ezért gyakran algoritmikus megközelítéseket alkalmaznak, azok közül is az ensemble alapú módszerek kifejezetten ígéretesek. Az ilyen módszerek gyenge modellek sokaságát használják a predikcióik előállításához, amiknek lehetőségük van specifikálódni és az adathalmaz bizonyos tulajdonságaira fókuszálni. A gyenge tanulók adta lehetőséget használja ki az Isolation Forest nevű algoritmus is, ami az adathalmaz mintáit izolálni igyekszik egymástól a tengelyekre merőleges hipersíkok szerinti vágásokkal. Az algoritmus egy komoly hiányossága, hogy nincsen mód a gyenge tanulóinak a teljesítményének a felmérésére és az esetlegesen gyengén teljesítő automatikus cseréjére. Ugyan ez elmondható az Extended Isolation Forest nevű algoritmusról is, ami tetszőleges hipersíkokkal igyekszik elszeparálni az adathalmaz mintáit. Ez a hiányosság egy olyan viselkedést válthat ki, hogy az anomáliás és normális minták anomáliásságát mérni szándékozó értékek nem szeparálódnak kellő mértékben. Mivel az anomália detekció tipikusan felügyelet nélküli tanulós probléma, csak az anomália értékek szerint tudunk döntést hozni az egyes mintákról, amik ha nem szeparálódnak kellően sok false-positive és false-negative döntést eredményez. Az új algoritmus célja, hogy kiküszöbölje ezt a problémát jobban szeparálódó anomália értékek létrehozásával, hogy bevezessen egy új gyenge modell törlési mechanizmust és hogy ipari alkalmazásokban is hatékonyan bevethető legyen.

Szalay Máté Csongor

Vegyésszmérnöki és Biomérnöki Kar
Szerves Kémia és Technológia Tanszék

Szén-dioxid redukció mechanizmusának és kinetikájának meghatározása gázfázisú rézklasztereken

A közelmúltban a megszámlálható számú fématomból felépülő ún. fémklaszterek a nanotudomány egyik legígéretesebb anyagaivá váltak, mert fizikai és kémiai tulajdonságaik jelentősen eltérnek a tömbi anyagokétól. Az atomok kis száma miatt tulajdonságaik erősen méret-, töltés- és összetétel-függők, hiszen ezek kis mértékű változtatása is jelentősen befolyásolja az elektronszerkezetüket. Kémiai tulajdonságuk könnyű hangolhatósága miatt ígéretes katalizátorok lehetnek, melyek akár a gazdaságos szén-dioxid redukció megvalósításához is hozzájárulhatnak. A rézklaszterek jól katalizálják a szén-dioxid termikus hidrogénezését, azonban az ezzel kapcsolatos folyamatos intenzív kutatások ellenére a reakció részletes mechanizmusa nem ismert.

Korábbi munkám során felderítettem a CO₂ gázfázisú Cu₄ klaszter által termikusan katalizált redukciójának mechanizmusát. Arra a következtetésre jutottam, hogy önmagában ez a klaszter nem eléggé hatékony katalizátor. Azonban a néhány atomból álló klaszterek esetében egy atom kicserélésével (ún. dópolással), illetve töltésének megváltoztatásával a katalitikus hatás is javítható. Ezért különböző átmeneti fémekkel dópolt, illetve különböző töltésű rézklaszter alapú rendszereken végbemenő CO₂ redukciós reakcióját tanulmányoztam sűrűség funkcionál elméleten alapuló számításokkal, továbbá a töltés vizsgálatakor a lehetséges intermedierek IR spektrumát is összevettem dr. Joost Bakker (Radboud Egyetem) kutatócsoportjával való együttműködésből származó kísérleti eredményekkel is. Az eredmények a szerkezet-hatás összefüggések megértését szolgálják, mely elősegítik egy aktív és gazdaságos katalizátor tervezését.

A gázfázisú klaszterekkel végzett kísérletek általában néhány Pa-os, míg a katalizátorok gyakorlati felhasználásai atmoszféra nyomáson zajlanak. A kísérletek, alkalmazások és a szimulációk közti különbségeket egy olyan mikrokinetikai modell felépítésével szeretném áthidalni, amely sok nagyságrendnyi nyomástartományban is korrekt. A vezéregyenlet egy olyan rendszer időbeli alakulását írja le, amely modellezhető úgy, hogy bármely adott időpontban állapotok valószínűségi kombinációjában van, és az állapotok közötti váltást egy átmeneti sebességi mátrix határozza meg. Ilyen modellek segítségével különböző körülményeken tudom szimulálni a reakciókat, így kísérleti eredményekkel közvetlenül összehasonlíthatóvá válhatnak, illetve előre jelezheti a katalizátorok várható alkalmazhatóságát, ezáltal optimális működési hőmérséklet és nyomás tartományt tudok javasolni.

Szénási Sára

Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Irányítástechnika és Informatika Tanszék

Adatgyűjtő robotok pályatervezése akadályokat tartalmazó érzékelési térben

Napjainkban egyre fontosabb, hogy érzékelőkkel ellátott területről közel valós idejű adatgyűjtés megvalósíthatóvá váljon. Például egy mezőgazdasági szektoron az időjárási és környezeti hatások megfigyelése, vagy egy őrzött övezeten egy behatoló mozgásának követése, feltérképezése. Az adatgyűjtés során az adatküldésre vezeték nélküli szenzoros hálózat (WSN) rendszereket használnak a legtöbb esetben. Azonban a távoli adatküldés nagy energiafelhasználást igényel, a kihelyezett érzékelők teljesítménye pedig sok esetben limitált, működésük akkumulátorról, vagy napelem segítségével garantált. Emellett a távoli adatküldés biztonságkritikus rendszereknél, például katonai alkalmazásoknál nem használható. Ezen okokból kifolyólag kiterjedt területű érzékelő mezőről az adatgyűjtési feladat megoldása során mobilis robotok kerülnek alkalmazásra. Munkám során akadályokat is tartalmazó érzékelő mezőn történő adatgyűjtés megvalósítására készítettem algoritmust multiágensű rendszer számára. A csomópontok előre ismert pályán mozognak és prioritással rendelkezhetnek. A robotok indulási és érkezési helye adott, a robotok együttesen látogatják meg az érzékelő csomópontokat. A csomópontok meglátogatási sorrendjének meghatározására heurisztikus hangya kolónia optimalizációt alkalmazok.

Az útvonaltervezési algoritmust MATLAB fejlesztői környezetben implementáltam. Az algoritmust több különböző érzékelő mezőn, és különböző számú robotot tartalmazó multiágensű rendszer alkalmazásával teszteltem. A szimulációk jóságának jellemzésére mérőszámokat definiáltam, majd az eredményeket értékeltem.

A pályatervező algoritmus a jövőben felhasználható lehet többek között mentő alakulatok útvonalának megtervezésére egy katasztrófa sújtotta területen, például bajba jutott sélők, földrengés áldozatainak vagy egy háborús terület túlélőinek kimentésére is.

Tóth Kincső Etelka

Építésmérnöki Kar
Exploratív Építészeti Tanszék

Építészeti lenyomatok - új típusú vidékre áramlás

Magyarországon az 1940-es évektől kezdve figyelhető meg belső vándormozgalom, melynek szakaszai, irányultsága, intenzitása egyértelműen elkülöníthető. Fordulópontot az 1990-es évek szuburbanizációs folyamatai jelentettek, hiszen az addig nagyvárosokat, ipari központokat célzó áramlatok irányt váltottak és az agglomerációk, kisebb települések lettek a migráció nyertesei, köztük a Balaton-térség is. A koronavírus miatt ez a belső áramlás felgyorsult és ezzel párhuzamosan az Észak-balatoni falvak lakossága rohamosan emelkedik, területük növekszik. Balatongyöröki lakosként régóta foglalkoztat a körülöttem zajló folyamatok oka, eredete és a jövőre vonatkoztatott hatása.

Fontos kérdéseket vetnek fel, hogy a más életminőséghez, életvitelhez, épített környezethez szokott emberek a helyi lakosság életében milyen változásokat indukálnak. A helyi identitást és kultúrát hogyan befolyásolják, hogyan viszonyulnak a meglévő adottságokhoz, értékekhez és ennek milyen érzékelhető jelei mutatkoznak. Milyen infrastrukturális, urbanizációs változások következnek be, hogyan módosul a településhálózati rendszer, tehát a város, mint központ és a falu hierarchiája, kapcsolata. A nagyvárosokhoz való kötődés az internet, infrastruktúra fejlődésével lazul, csökkenek a különbségek, a szolgáltatások bárhol elérhetőek. Az otthonról történő munkavégzés lehetősége és az önellátó közösségek, helyi vállalkozások fokozódó népszerűsége és térnyerése is ezt erősíti.

A Balaton-felvidék rendkívül összetett folyamatainak vizsgálatát egy kiválasztott település modelljével közelítem, hiszen a kutatási területet szűkítenem kellett. Így találtam rá témavezetői javaslat alapján Lovasra, amely már megfogható léptéket jelentett. Felvettem a kapcsolatot falu főépítészével és polgármesterével, illetve több alkalommal ellátogattam a településre, bejártam az esetleges fejlesztések szempontjából érdekes pontjait. A vezetőség és a lakók befogadókésztséget, nyitottságot mutattak, téma iránti érdeklődést, amely megerősített kutatásom aktualitását.

Elsőként megkerestem olyan szervezeteket, kutatásokat, amelyek szintén a Balaton-felvidéken zajló folyamatokat vizsgálják. Ilyen többek között a KÉK Tájétká elnevezésű projektje.

A következő fázisban történt a lakosok megszólítása, melynek célja véleményük feltérképezése a község jelenlegi helyzetével, valamint igényeik Lovas jövőjével kapcsolatban. Ennek eszköze egy kérdőív volt, amelyben egyrészt az általam javasolt fejlesztési irányokkal párbeszédet kezdeményeztem, de teret hagytam a kitöltőknek a kreativitásra, a falu képének szabad formálására. Így készítettem elő egy közösségi fórumot, ahol már lehetőségem nyílt személyesen is beszélgetni a helyiekkel és velük közösen Lovas lehetséges víziójáról, lehetőségeiről diskurzust folytatni. Az említett kulcsszavak a regionális fejlesztés, szülő és közösség, tudáscsere, értékmentés, önfenntartás, rövid ellátási láncolat, saját brand, fenntarthatóság és helyi vállalkozások voltak.

Vajda Dániel László

Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

Gépi tanulás alapú anomáliadetekció hálózati telemetria idősorokon

Az infokommunikációs hálózatok eszközeinek hatékony távfelügyelete mára jelentős kihívást jelent szerte a világon. Ennek egyre népszerűbb megvalósítása az ún. hálózati telemetria paradigma, mely valós időben képes a csomópontokról adatokat szolgáltatni. A hatalmas mennyiségű beérkező adatot azonban nem egyszerű feldolgozni és értelmezni. Az adatfolyamban a meghibásodásra, helytelen működésre utaló jelek hatékony és megbízható detektálása ezen rendszerek üzemeltetését jelentősen elősegítheti. Ez a folyamat az anomáliadetekció, melyet már három éve kutatok behatóan. Ezen a területen izgalmas kihívás a periodikus adatsorok feldolgozása, illetve a többváltozós adatokon végzett, valós idejű anomáliadetekció, amelytől az adatsorok közötti korrelációt is kiaknázva még pontosabb működés várható.

A valós idejű anomáliadetekció gyors ütemben fejlődő újszerű, felkapott kutatási területnek számít, de az egységes iparági gyakorlat kialakulására még várni kell. A releváns szakirodalomban számos, jellemzően tárolt, egyváltozós adatsorokon megvalósított anomáliadetekciós eljárás került publikálásra, de többváltozós hálózati telemetria adatokon valós időben működő algoritmusok csak a legutóbbi években kezdtek megjelenni. Statisztikai megközelítések mellett egyre inkább kezd elterjedni a gépi tanuláson alapuló módszerek használata. Számos eltérő példa mellett a legtöbb ilyen eljárás az ún. Long Short-Term Memory (LSTM) fajtájú neurális hálózatokon alapszik. Ilyen például a Lee és tsi. által publikált, egyváltozós adatokra kidolgozott ReRe algoritmus, vagy ezen algoritmus általam továbbfejlesztett változata, az Alter-Re² eljárás.

Kutatásom két részre bontható. Az elsőben az Alter-Re² működésének korlátait bővítettem ki egy újszerű előfeldolgozó eljárás segítségével. Az adatsorból módusok eltávolításával sikerült több mint tízszeres teljesítménynövekedést elérnem egy bevett iparági metrikában, az „F-score”-ban kifejezve. Kutatásom második részében pedig a többváltozós adatsorok anomáliadetekciójával foglalkoztam, értékes eredményekkel hozzájárulva a tématerület kutatásához.

Varga Bertalan

Vegyésmérnöki és Biomérnöki Kar
Szerves Kémia és Technológia Tanszék

Szilárd hordozóhoz rögzített szénhidrátalapú koronaéterek előállítása és alkalmazása

A királis koronavegyületek felhasználásának legnagyobb problémáját az jelenti, hogy drága és időigényes előállításukat követően általában elvesznek a feldolgozás során. Kutatómunkám célja olyan szénhidrátalapú, szilárd hordozóhoz rögzített koronaéter katalizátorok előállítása volt, melyek alkalmazhatóak fázistranszfer katalizátorként, valamint az egyes reakciók végeztével hatékonyan visszanyerhetők.

Az elvégzett kísérletek során alacsony molekulatömegű PVC-t 23%-ban azidcsoportokkal módosítottam, majd „click”-reakcióval egy propargilcsoportot tartalmazó glükózalapú monoaza-15-korona-5-étert rögzítettem hozzá. Az így előállított polimert FTIR spektroszkópiával jellemeztem, majd aktivitását és szelektivitását két különböző reakcióban vizsgáltam. A szilárd hordozóhoz rögzített katalizátor egy folyadék-folyadék-szilárd fázisú Darzens-kondenzációban, és egy folyadék-szilárd-szilárd fázisú ciklopropanálásban közel racém összetételű terméket eredményezett. A polimert mindkét esetben szűrtem és tisztítottam, majd a belőlük felvett FTIR spektrumokat összevetettem a felhasználás előtti katalizátoréval, melyek alapján Darzens-kondenzáció esetén nem történt kimutatható változás, ciklopropanálást követően azonban a rögzített koronaéter hidroxipropil-csoportjának O-alkilezése játszódhatott le. A kis mértékű enantioszelektivitás okának felderítése érdekében előállítottam egy 23%-ban feniltriazol-egységekkel helyettesített polimert is, melynek azonban nem volt katalitikus aktivitása. Kutatásom folytatásaként elvégeztem a korábban említett glükózalapú koronaéterrel, illetve egy eltérő szerkezetű galaktózalapú makrociklussal 4%-ban szubsztituált polimer szintézisét is. Az újabb szilárd hordozóhoz rögzített koronaéterek mutattak katalitikus aktivitást, azonban szignifikáns mértékű aszimmetrikus indukció kiváltására ezek sem voltak képesek.

A jövőben távtartó csoportot tartalmazó, illetve alternatív szerkezetű makrociklusok rögzítésével kívánom tovább vizsgálni a szilárd hordozós, koronaéter típusú fázistranszfer katalizátorok alkalmazhatóságát.

Varga Csaba

Vegyésszmérnöki és Biomérnöki Kar
Kémiai és Környezeti Folyamatmérnöki Tanszék

Automatizált mérőberendezés fejlesztése nagynyomású fázisegyensúlyi vizsgálatok támogatásához

Kutatómunkám célja egy, szerves folyadékelegyek vizsgálatára alkalmas automatizált berendezés kialakítása. A készülék fokozatos, lépcsőzetes fűtése során a hőmérséklet- és nyomás adatokat számítógép rögzíti. Elvégeztem a nyomás- és hőmérséklet távadók kalibrációját, valamint meghatároztam a nyomástartó edény térfogatát. A berendezés alkalmasságának igazolásához tiszta oldószerek (ciklohexán, etanol) izochor viselkedését vizsgáltam. Az izoterm mérési szakaszok nyomás-hőmérséklet adatainak ingadozását nagy mennyiségű (több száz) adatpár átlagolásával küszöböltem ki. A tiszta komponensek mérései kielégítő pontossággal adták vissza az irodalmi izochor vonalakat.

A munkát az aceton - 2-propanol és a ciklohexán - izopropil-acetát elegyek vizsgálatával folytattam. A különböző összetételű elegyek izochor vonalait kb. 30 °C-50 °C és 3-20 MPa tartományban rögzítettem. A tiszta komponensek egyes izoterm mérési lépcsőkhöz tartozó nyomáson és hőmérsékleten érvényes sűrűségét a nemzetközi irodalomban leírt modellek alapján számítottam. Három állapotegyenletet tanulmányoztam és alkalmaztam, a Deiters-, a Tammann-Tait- és a TRIDEN- egyenleteket. Mindegyik megfelelt az általam vizsgált hőmérséklet és nyomás tartományra. Irodalmi adatok hiányában az izopropil-acetát esetén a Tammann-Tait-állapotegyenlethez szükséges együttthatókat a tiszta oldószerrerrel végzett mérésekből határoztam meg. Az egyes komponensek autoklávba mért tömege, az említett sűrűségek, illetve a nyomástartó edény térfogatának ismeretében becsülhető az elegyedést emelt nyomáson kísérő moláris térfogatváltozás.

Felsőoktatási Doktori Hallgatói Kutatói Ösztöndíj

Bajczi Levente

Villamosmérnöki és Informatikai Kar

Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék

Gyenge memóriamodellek axiomatikus szemantikájának kiterjesztése kommunikációs middleware QoS szolgáltatásainak formális modellezésére és ellenőrzésére

Az elmúlt években egyre biztosabbá vált, hogy a tisztán egy processzormag által nyújtott teljesítmény nem lesz elegendő a modern szoftverek futtatásához. Olyan környezetekben azonban, ahol egy potenciális hiba emberéleteket követelhet vagy súlyos pénzügyi következményekkel járhat (biztonságkritikus rendszerekben), még a jóval egyszerűbb egyszálú esetben is kihívást okoz a helyesség biztosítása.

A teljesítményigény kielégítésére két alapvető megoldás létezik: lehet egy processzoron belül több feldolgozóegységet (processzormagot) kihasználni a program futásához (többszálúság), vagy ki lehet használni más, hálózaton keresztül elérhető eszközök számítási teljesítményét (elosztottság). Ezen megoldásokból álló hardver-szoftver rendszerek komplexitása azonban sokszorosa a hagyományos, egy feldolgozóegységen működő szoftverekének.

A többszálú esetben az egyik oka a megnőtt komplexitásnak az, hogy a modern processzorok a hatékonyság érdekében átrendezhetnek bizonyos utasításokat, többek között a memóriaműveleteket. A megengedett végrehajtások szabályozására az ún. memória-konzisztencia modelleket alkalmazzák az architektúrák, melyeknek egy lehetséges módja az axiomatikus (mintaalapú) specifikáció. Ezek olyan gráfmintákat írnak le, melyek jelenléte vagy minden lefutásban tiltott, vagy mindegyikben elvárt. Ezzel meg lehet tiltani bizonyos viselkedéseket, mint például azonos változó írásainak a felcserélését, miközben a hatékonyság-növekedést biztosítja a független memóriautasítások tetszőleges sorrendben való végrehajtása.

Elosztott esetben nagyon hasonló a probléma, azonban a közös változók elérése helyett a hálózati kommunikáció növeli meg nagyban a komplexitást. Függően attól, hogy milyen protokollt használnak a kooperáló eszközök, elképzelhető, hogy üzenetek átrendeződhetnek, elveszhetnek vagy megtöbbszöröződhetnek. Hasonlóság azonban, hogy a résztvevőknek saját, nem feltétlenül konzisztens nézete van a közösen használt adatokról. Adódik, hogy a fent említett memória-konzisztencia modellek segítségével nem csak párhuzamosan futó programszálak viselkedéséről lehetne érvelni, hanem üzenetalapú kommunikációs csatornák modellezésére is alkalmas lenne, viszont – talán a téma újszerűsége miatt – jelenleg nem látszik érdemi kutatási tevékenység ebben az irányban. A téma kidolgozásával össze tudom kapcsolni a két kutatási területet, kiterjesztve az egyes területeken bevált technikák alkalmazhatóságát.

Balogh Tamás

Gépészmérnöki Kar

Műszaki Mechanikai Tanszék

Kétszeresen késleltetett törtrendű szabályozás vizsgálata

Emberi egyensúlyozás esetén az idegrendszer működését különböző szabályozási elvek segítségével modellezhetjük. Az egyes szabályozási elvek dinamikai (és ezen belül stabilitási) tulajdonságainak összehasonlítása érdekében gyakran vizsgálják ezek hatását az inverz inga szabályozása esetén. Az így kapott egyensúlyozási modell közvetlenül megfeleltethető az egyhelyben állás vagy az ujjhegyen történő rúdegyensúlyozás egyszerű modelljének.

A kutatásom célja egy olyan szabályozási elv stabilitásának és stabilizálhatóságának vizsgálata volt, ami a pozíció- és sebesség-visszacsatolást, a reakcióidőt, és a szabályozás memóriajellegét együttesen veszi figyelembe. Ennek megfelelően a szabályozási modell egy arányos és egy törtrendű differenciáló tagot tartalmaz az egyes tagokban különböző szabályozási holtidővel. A törtrendű derivált rendje a sebesség-visszacsatoláshoz tartozó 1 érték környezetében 0 és 2 közötti valós számoknak megfelelő értékeket vehet fel.

A stabilitásvizsgálat során beazonosítottam az időkésés paraméterek stabilizálható tartományát az inverz inga modell esetén a tört derivált rendjének különböző értékeire. D-felbontás segítségével vizsgáltam a szabályozó paraméterek síkján megfigyelhető stabilizálhatósági határhelyzeteket, illetve az ezeknek megfelelő geometriai feltételeket. A geometriai feltételeknek multiplicitás feltételeket is megfeleltethetünk, és így megadhatjuk a stabilizálhatósági határok egyenleteit. Ezeket az egyenleteket numerikus folytatással megoldva ábrázolhatjuk a stabilizálhatósági határokat, illetve a stabilizálható tartományt. Ez a megközelítés abban is segít, hogy a vizsgált szabályozási modell speciális eseteit egy egységesebb szemléletben tudjuk tárgyalni.

Bánhegyi Dorottya Fruzsina

Vegyésszmérnöki és Biomérnöki Kar
Szerves Kémia és Technológia Tanszék

Racém aminosavak diasztereomer sóképzéses rezolválásának vizsgálata

Az ipari szintézisek során előállított hatóanyagok közül minden esetben a kedvezőbb élettani hatású enantiomert szükséges előállítani. Az eljárások jelentős többségében racém intermedierek keletkeznek, jellemzően savak vagy bázisok, melyek szétválasztása komoly feladat elé állítja a kutatókat. Pasteur felismerte, hogy a racém sav enantiomerjei egy rezolválóágensének alkalmas bázissal elválaszthatóak és az így keletkező diasztereomerek oldhatóságának különbségét kihasználva a kevésbé oldódó diasztereomer kristályosan kiválik és szűréssel eltávolítható, míg a másik oldatban marad.

Korábban az optimális rezolválóágens és oldószer kiválasztását számos kísérlet előzte meg. Ezt segítette az a felismerés, hogy egy eutektikus rendszer esetében összefüggés van a terner egyensúlyi szilárd-folyadék fázisdiagram és a rendszerben található diasztereomer só oladási biner fázisdiagramja között. Az enantiomerarány a terner diagram eutektikus pontjaiban különböző hőmérsékleteken megközelítőleg megegyezik a kétkomponensű diagram eutektikus pontjának arányával, így a DSC-vel mért eutektikus pontadatok elegendőek a háromkomponensű rendszer leírásához. A kapott eutektikus összetételből az elérhető elválasztás jó közelítéssel becsülhető, és a rezolválóágens „screenelhető”.

Az aminosavak vagy ezek származékai számos gyógyszeripari szintézis során nyertek már alkalmazást (Amoxicillin, Ampicillin, Clopidrogel, kargluminsav). Kísérleti munkám során célom volt amfoter karakterű, szabad állapotú (védőcsoportot nem tartalmazó) aminosavak általános rezolválási eljárásának kidolgozása, melyet kísérleti adatokra, ezen belül termoanalitikai (DSC), röntgenkristallográfiai (XRD) eredményekre és statisztikai vizsgálatokra építettem.

Kísérleti eredményeim kiegészítéseként kutatócsoportunk korábbi munkáit módszeresen összesítettem, létrehozva egy strukturált adatbázist, mely 130-150 publikáció eredményeit öleli fel. Ezen adatok felhasználásával egy leíró matematikai modellt sikerült kidolgozni, mely az elérhető elválasztás (szelektivitás/rezolválhatóság) és a racém vegyület vagy a rezolválóágens szerkezete közötti összefüggést jó közelítéssel írja le, így a rezolválhatóság a szerkezet alapján (is) prediktálhatóvá válik. A modell megalkotásához felhasznált paraméterek – molekulánként több mint 1800 db – topológiai, fizikai-kémiai és kvantumkémiai jellemzők, melyek közül a megfelelőeket statisztikai leképezéssel (mapping), korrelációvizsgálattal, szignifikancia- és redundanciaanalízissel határoztam meg. A prediktív modellt lineáris regresszió analízissel kaptam.

Barna Orsolya

Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar
Környezetgazdaságtan és Fenntartható Fejlődés Tanszék

A mérnökképzés fenntarthatósági innovációs ökoszisztémában betöltött szerepének vizsgálata

A mérnöki tudományok döntő szerepet játszanak a fenntarthatósági kihívások megoldásában és a fenntarthatósági átmenet megvalósításának elősegítésében egyaránt. Korunk komplex problémáinak kezeléséhez azonban több tudományág szakértelmére van szükség, hiszen a társadalmi, környezeti, gazdasági kihívásokat komplexitások miatt sokszor nemcsak megérteni, hanem megoldani is lehetetlen egyetlen nézőpont vagy tudáskeret segítségével. Ebből adódóan a mérnöki képzéseket a nem mérnöki diszciplínákban levő ismeretekkel szükséges kiegészíteni, és továbbfejleszteni a komplex problémák, újszerű kihívások megoldása érdekében. A szakterületi határok átlépése különösen fontos a jövő mérnöke számára, akitől olyan összetett problémák megoldását fogják elvárni, amelyek megkövetelik a határok horizontális (tárgyak között) és vertikális (szakértők, politikai döntéshozók, gyakorlati szakemberek és a nyilvánosság) átlépésének képességét. Az ÚNKP kutatásom fókuszában a mérnökképzés fenntarthatósági innovációs ökoszisztémában betöltött szerepének és lehetőségeinek vizsgálata áll. A kutatás célja a mérnökképzések interdiszciplináris és fenntarthatósági irányú fejlesztése, curriculum és tananyag megújítása, illetve az EELISA szövetség partnereinek támogatása fenntarthatósági és interdiszciplináris céljaik elérésében. A kutatás során irodalmi áttekintés, illetve kvantitatív elemzés segítségével vizsgáltam meg a mérnökképzésekben megvalósítható interdiszciplinaritás lehetőségeit. Az eredményeim alapján ajánlásokat fogalmaztam meg a fenntarthatóságnak és interdiszciplinaritásnak a mérnöki tantervbe való további integrálására.

Bártfai András

Gépészmérnöki Kar
Műszaki Mechanikai Tanszék

Időben változó paraméterű marási folyamatok kísérletének tervezése és mérésének kivitelezése

Megmunkálások tervezésénél alapvető cél a folyamat stabilitásának, illetve a kialakuló rezgések megfelelő dinamikai jellemzőinek biztosítása. Marási folyamatok matematikai modellezése összetett probléma, mivel időben periodikus késleltetett differenciálegyenleteket eredményeznek. A stabilitási határokat gyakran kísérleti úton határozzák meg a terhelés (pl. axiális fogásmélység), vagy a periodikusság (fordulatszám) folyamatos változtatásával. Az ilyen folytonosan változó paraméterű rendszer modellezése és szimulációja további nehézségeket okoz. Kutatásom során ezen időben változó paraméterű megmunkálások véges idejű stabilitásának kísérleti meghatározásával foglalkozom.

Kutatásom egyik részében a tanszéken meglévő környezetszimulációs HIL (hardware-in-the-loop) eszközt használok, amelyen különböző időben változó paraméterű marási folyamatok szimulálhatók. Célom, hogy a paraméterek folytonos változásának hatását véges idejű stabilitási szempontból meghatározzam, kihangsúlyozva a változás sebességének befolyását a stabilitási tulajdonságokra. A kutatásom másik felében vékonyfalú munkadarabok marásának stabilitás javítására kifejlesztett hangolható asztallal foglalkozom, aminek segítségével valós marás valósítható meg. Ezen asztal merevsége aktívan (forgatható rugó), illetve csillapítása passzívan (örvényáramú csillapítás) állítható, ami megfelelően imitálhatja a korábban említett paraméter változási jelenséget. Az asztal segítségével előállított változó paraméterű marási folyamatot a hangolható asztalra szerelhető konzol prototípuson végzem el, aminek polimerből készült fő elemére cserélhető munkadarabok tehetők fel, amin maga a marás történik.

Békési Gergő Bendegúz

Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Villamos Energetika Tanszék

Elosztóhálózati állapotbecslés támogatása automatizált adatalapú technológiák segítségével

Az elosztóhálózatokra jellemző igénybevétel növekedése miatt az állapotbecslés a villamosenergia-rendszer kritikus pontja. A hagyományos Gauss-Newton algoritmus alapú állapotbecslés mellett egy újszerű, adatalapú megközelítést alkalmaztam, amely az időbeliség és az időjárás paramétereit is ki tudja használni az állapotok előrejelzéséhez. Ezt az MLP alapú állapotbecslő algoritmust sikeresen teszteltem valós környezetben, ahol jobb eredményeket értem el a hagyományos Gauss-Newton algoritmusnál. Az MLP alapú megközelítés több mint 1000-szeres futási idő-csökkenést eredményezett, ami potenciálisan felhasználható más területeken is, például a szimulációk indulófeszültségének gyors kiszámításában vagy napelem-csatlakoztathatósági vizsgálatokban. Ezen felül az MLP alapú állapotbecslő algoritmus és a Fa-struktúrájú Parzen Becslő kombinációja egy újszerű megoldást jelent az elosztóhálózatok állapotbecsléséhez alkalmazott teljesen összekapcsolt neurális háló modellek hiperparaméter-optimalizálására. A kutatás eredményei alapján az MLP alapú állapotbecslő algoritmus egy hatékony és újszerű megoldás az elosztóhálózatok állapotbecslésére, amely potenciálisan jelentős előrelépést jelenthet a villamosenergia-rendszer fenntarthatósága és hatékonysága szempontjából.

Berkl Zsófia

Vegyésszmérnöki és Biomérnöki Kar

Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudományi Tanszék

Ciklodextrinek citotoxikus és oxidatív stresszreakciót kiváltó hatásának és hatásmechanizmusának vizsgálata bakteriális modellrendszerekben

A ciklodextrinek (CD-k) alkalmazása egyedi szerkezetüknek és zárványkomplex képző tulajdonságuknak köszönhetően rendkívül elterjedt többek között a gyógyszer- és élelmiszeriparban, valamint a környezetvédelmi technológiákban is. Ezek mellett azonban napjainkban a figyelem egyre inkább a bakteriális kommunikációra (quorum sensing, QS) gyakorolt hatásuk felé fordul. Quorum sensing inhibitorként (QSI-ként) való használatuk lehetőségeinek és kockázatainak felméréséhez azonban elengedhetetlen a mikroorganizmusok életképességére gyakorolt hatásuk felmérése is, ez azonban eddig főként az eukarióta sejtekkel való interakciókra korlátozódott. A CD-k prokarióták életképességére gyakorolt hatásáról egyelőre kevés információ áll rendelkezésünkre, így célul tűztem ki különböző natív CD-k és származékaik baktériumokra gyakorolt hatásának felmérését. Emellett célom volt a hatás és a CD szerkezet, koncentráció, expozíciós idő közti összefüggés, valamint a Gram-pozitív és Gram-negatív modellrendszerek eltérő érzékenysége közti különbség felmérése. *Pseudomonas aeruginosa*, *Aliivibrio fischeri*, *Escherichia coli* és *Bacillus subtilis* törzseket alkalmazó tesztrendszerekben vizsgáltam a hidrogéntranszport aktivítást (redox indikátorokkal), a sejttömeget (az optikai denzitás alapján), az élő sejtszámot, a reaktív oxigéngyök termelést, a sejtmembrán átjárhatóságát, valamint egy-egy, az adott törzsre jellemző QS-vezérelt tulajdonságot. Az eredmények alapján a CD-k befolyásolják a sejtek életképességét, amely hatás mértéke függ a kontaktidőtől, a CD koncentrációtól, az üregmérettől, a töltéstől, valamint a szubsztitúciótól. Kimutattam, hogy a vizsgált molekulák közül a legkisebb üregméretű alfa-CD, valamint ennek származékai csökkentik leginkább az életképességet, valamint, hogy a CD-k eltérően hatnak a Gram-pozitív és Gram-negatív sejtekre, amely valószínűleg a sejtfal eltérő felépítésének köszönhető. Emellett az eredmények rámutattak, hogy a citotoxikus hatás függ a baktérium tenyészet korától és a kísérleti paraméterektől is.

Bognár Melinda Zsófia

Építészmérnöki Kar
Középülettervezési Tanszék

Reprezentációtól a realitásig: Kapcsolat bitek és atomok között

A számítógépek megjelenése újraírja a kreatív diszciplínák logikáját. Az építészetben a tervezés már teljesen digitalizált, míg a megvalósítás még ipari jellegű, ami szükségtelen feszültségpontokat teremt az építési folyamatban. Kutatás motivációját egy koherens tervezési munkafolyamat létrehozása adta, ahol az anyagok a tervezés során formát kielégítő passzív résztvevők helyett aktív, motiváló erővé válhatnak, amely már kezdetektől befolyásolja az ötlet kialakulását.

Ebben a folyamatban aktív szerepe lehet a polimerek 3D nyomtatásának, ahol a számítógépes terv digitális adatai közvetlenül összekapcsolódnak a terv megvalósulásával. Egy fejlett építési technológia potenciálisan magában foglalhatja olyan alakváltó anyagok additív gyártását, amelyek képesek a környezetre reagálni, miközben megőrzik statikai tulajdonságaikat, ezzel átlépve a 4D nyomtatás területére.

A tanulmány áttekintést ad arról, hogy a számítástechnikai tervezés hogyan tud összekapcsolódni az új anyagok feltalálásával additív gyártáson keresztül, melynek a japán NIMS-ben végzett építészeti és anyagtudományi interdiszciplináris kutatás szolgál az alapjául.

A kutatás során a kísérletek kiterjedtek az alakmemóriás anyagokra, auxetikumokra, sztochasztikus és nem sztochasztikus rácsokra, additív gyártásra és a többanyagú nyomtatásra. A nyomtatott struktúrák procedurális modellezéssel kerültek kialakításra, Grasshopper szoftver segítségével, valamint morfológiai modellezéssel Blender szoftver környezetben. A nyomtatott minták pásztázó elektronmikroszkóppal (SEM - scanning electron microscope) és differenciális pásztázó kalorimetria (DSC - Differential Scanning Calorimetry) analízissel lettek megvizsgálva.

Az additív gyártási technikák közül az SLA - stereolithography printing egyszerre egyféle anyag nyomtatását tette lehetővé, míg az FDM - fused filament deposition két féle anyag nyomtatását is megengedte. Formlabs SLA nyomtatójával rugalmas és merev fehér anyag került felhasználásra, míg a Raise 3D Pro2 FDM nyomtatóval a kísérletek kiterjedtek SMP - shape memory filament, luminous filament, elastic TPU filament, valamint merev PLA anyagokra.

A kísérletek rávilágítottak a különböző léptékű nyomtathatóság limitációira, a hálókka (mesh) és határábrázolásokkal (B-Rep) történő modellezés nyomtatókkal való kompatibilitására, valamint elvezettek egy új, hibrid, támaszok nélkül nyomtatható metaanyag kidolgozásához.

Az új anyagok aktív szerepvállalása a tervezési folyamatban, új formákat és esztétikai kifejezőmódokat kelthet életre. A digitális tervezés logikája lehetővé teszi, hogy állandó módszerekkel és testreszabott eredményekkel dolgozzunk. A fennmaradó kérdés ezeknek az eredményeknek a megvalósulása. Ahogy az atomok a fizikai anyagok legkisebb elemei, a bitek a számítógépes rendszerek legkisebb egységei, összekapcsolásukkal a számítógépes formák egyszerűen megtalálhatják anyagi megfelelőjüket.

Csathó Botond Tamás

Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Szélessávú Hírközlés és Villamosságtechnika Tanszék

Konfigurálható intelligens felületek vizsgálata vezetékek nélküli kommunikációs rendszerekben

A vezetékek nélküli hálózatok eddigi fejlesztése túlnyomó részt az egymással kommunikáló végpontokat célozta. Ennek eredményeként kristályosodtak ki a többantennás technológiák. A jövő mobilhálózatai kapcsán felmerülő érdekes és tudományosan releváns koncepció a rádiós csatorna dinamikus befolyásolása, ezt célozzák a konfigurálható intelligens felületek (Reconfigurable Intelligent Surface, RIS). A RIS egy változtatható elektromágneses (EM) tulajdonságokkal rendelkező, diszkrét elemekből felépített felület, amely konfigurálható módon képes a megvilágító EM teret reflektálni. A RIS-t úgy helyezik el, hogy képes dinamikusan befolyásolni a végpontok közötti átviteli csatornát.

Kutatásom tárgyát a realizáció egy ígéretes módját jelentő konfigurálható metafelületek képezik. Céлом a megvilágító EM tér és RIS kölcsönhatás erőforrás hatékony és a lényeges fizikai jelenségeket magába foglaló modellezése, mely kulcsfontosságú a RIS alkalmazásával elérhető többlet teljesítőképesség becsléséhez, illetve a felület vezérlésének konstruálásához, validálásához.

Kutatási munkám első felében egy a szakirodalomból ismert RIS prototípust vettem alapul. A reflektált EM tér számításához egy olyan szoftvert használtam, mely a véges elem módszer (Finite Element Method, FEM) implementálja. Feltételeztem, hogy a RIS periodikusan konfigurált és végtelen kiterjedésű, ezáltal megfelelő peremfeltételek előírásával egyetlen periódus vizsgálatából megkapható a teljes felület reflektált EM tere. Különböző konfigurációs mintázatokhoz tartozó reflexiós paramétereket vizsgálva sikerült demonstrálni, hogy a RIS kapcsolható módon képes különböző irányokba reflektálni a megvilágító síkhullámot, az elérhető irányok száma pedig a periodicitás növelésével gyarapszik.

A kutatás jelenleg is aktívan folyó szakaszában az integrálegyenletek módszerét használom. A metafelületek sajátosságaira alapozva, síkhullám felbontás alapján határozom meg a struktúra Green függvényét. Céлом, hogy egy egyszerű bázisfüggvény rendszerből kiindulva, a problémához igazított karakterisztikus bázisfüggvényeket konstruáljak, melyek használatával kevés paraméterrel jól leírható a megvilágító EM tér és a RIS kölcsönhatása. A módszer lényegesen kevesebb számítási erőforrást igényel, mint a FEM alapú modellezés.

Csizmadia Petra

Természettudományi Kar
Kognitív Tudományi Tanszék

A munkamemória alfolyamatainak szerepe a kreatív problémamegoldásban

A kreativitás az egyik legfontosabb és legizgalmasabb képességünk, amely nemcsak nélkülözhetetlen volt civilizációnk fejlődésében, de mindennapi feladataink, problémáink megoldásában is jelentős szerepet játszik. A kognitív idegtudományban egyre elterjedtebb az a nézet, hogy a kreativitásért nem egy specifikus folyamat vagy tényező felel, hanem a humán kognitív folyamatok, mint a figyelem, a végrehajtó funkciók, a problémamegoldás és a memória összetett kapcsolatainak az eredménye.

Jelen kutatás a munkamemóriára (MM) fókuszált, mert bár számos tanulmány foglalkozik a kreativitás és a MM kapcsolatával, eredményeik nem egyértelműek, sokszor ellentmondásosak. Ennek okai lehetnek például a kreativitás domén specifikusságának figyelmen kívül hagyása, a munkamemóriát vizsgáló feladatok, illetve a kreativitást mérő tesztek sokfélesége, amelyek esetében pedig különösen fontos, hogy a kreatív problémamegoldás két kulcsfolyamata közül a divergens vagy konvergens gondolkodást méri-e. A kreatív problémamegoldás során mindkét gondolkodástípusnak fontos szerepe van, de a folyamat egyes szakaszaiban eltérő mértékben. Ezért a kutatás célja a MM és a konvergens és divergens gondolkodás kapcsolatának specifikusabb feltárása volt a vizuális doménen belül, arra keresve a választ, hogy vajon a MM alfolyamatai eltérően járulnak-e hozzá a kreatív problémamegoldás két fő folyamatához, a divergens és konvergens gondolkodáshoz. Ennek érdekében az ún. reference-back paradigma végrehajtása során mért viselkedéses mutatókat és eseményhez kötött potenciálokat hasonlítottam össze a divergens és a konvergens gondolkodást jellemző tesztek alapján kialakított csoportokban. A résztvevők (48 fiatal felnőtt, életkor: $27,42 \pm 5,13$ év) csoportosítása a Fáy és mtsai (2021) által frissített és sztenderdizált Barkóczi-Klein Kreativitás teszt Figurális Altesztjein (vizuális divergens gondolkodást mérő teszt), illetve a WAIS-IV intelligencia teszt Mátrix-következtetés altesztjén (vizuális perceptuális következtetést mérő teszt) elért pontszámok alapján történt. Az előzetes eredmények azt mutatják, hogy különbség van a munkamemória kapunyitási alfolyamatához kapcsolható eseményhez kötött potenciálokban a divergens gondolkodás alapján kialakított csoportok között, míg a konvergens gondolkodás alapján kialakított csoportok nem mutatnak ilyen különbséget. Mindez arra utal, hogy a munkamemóriának hatása van a kreatív problémamegoldásra: a kapunyitási részfolyamatnak meghatározóbb szerepe lehet a divergens gondolkodásban, mint a konvergens gondolkodásban.

Daku Gábor

Gépészmérnöki Kar
Áramlástan Tanszék

Lapátról leúszó örvények összehangolt numerikus és kísérleti hatásvizsgálata

Előrejelzések szerint a pilóta nélküli légi járművek (UAV) és a mikro légi járművek (MAV) piaca 2030-ig várhatóan évente átlagosan mintegy 18%-kal fog növekedni. Ennek megfelelően a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépészmérnöki Karának Áramlástan Tanszékén működő forgógép-kutatócsoport kiemelt kutatási témáját adják a drónok, melyek mérsékelt lapát Reynolds-számmal jellemzett tartományban üzemelnek. Ebbe a kategóriába tartoznak a kis átmérőjű vagy fordulatszámú ventilátorok is, melyek pl. számítógép CPU és villamos motorok hűtésére használatosak. Ezen forgó lapátrácsok a felhasználó közvetlen közelében üzemelnek, ebből eredően zajkeltésük csökkentése fontos mérnöki szempont, az emberi egészség és kényelem védelmében.

E mérsékelt Reynolds-szám tartomány esetén az egyik lehetséges fő zajkeltési mechanizmus a lapátokról periodikusan leúszó koherens örvényeket eredményező úgynevezett profil-örvényleválás. Jelen kutatás keretében, a profil-örvényleválás átfogó hatásvizsgálatához numerikus áramlástan szimulációkat (CFD) végeztem egy reprezentatív lapátprofilon, illeszkedve a korábbi hődrótos méréseimhez. Az eredmények összehangolt numerikus és kísérleti kiértékelésének céljai a következők. a) A profil-örvényleválás fizikai hatásmechanizmusának eddigieknél mélyebb megértése, ezzel hozzájárulva a szakirodalmi ismeretek bővítéséhez. b) A leúszó örvények helyének kísérleti és numerikus úton történő beazonosítása; ennek révén pedig az általunk kidolgozott analitikus minimál modell alátámasztása, mely modell a periodikus örvényleválás által uralt lapátnyom leírását célozza. c) Az örvényszaj jellemző frekvencia-tartományát leíró empirikus modell felülvizsgálata. A kutatás távlati eredményei a fentiek által hozzájárulnak a drónlégcsavarok zajcsökkentési irányelveinek továbbfejlesztéséhez.

Dargó Gyula

Vegyésszmérnöki és Biomérnöki Kar
Szerves Kémia és Technológia Tanszék

Lipofil királis organokatalizátor előállítása, alkalmazása és visszaforgatása

Több mint 7 éve, 2015-ben az Egyesült Nemzetek Szervezetének közgyűlésén meghirdették a 2030-ig tartó időszakra vonatkozó fenntartható fejlődés menetrendjét, amely megvalósításához a világ számos országa csatlakozott. Ennek során 17 nagyobb célpontot jelöltek ki. Ezek a célkitűzések között található számos vegyipart érintő elvárás, amelyeknek köszönhetően csökkenteni lehet ezen ágazat környezeti terhelését. Ezeket a törekvéseket figyelembe véve a középpontba kerülnek többek között a katalitikus eljárások, valamint az alkalmazott vegyi anyagok visszanyerése és újrafelhasználása, amelyek révén jelentős energiát és erőforrást takaríthatunk meg.

Napjainkban kiemelten fontos szerepe van az enantiomertiszta gyógyszerhatóanyagok előállításának. Az enantiomertiszta hatóanyagok előállítására alkalmazhatók a sztereoszelektív szintézisek. Ezekben a reakciókban kutatócsoportunkban a királis kölcsönhatást aszimmetrikus organokatalizátorok biztosítják. A kutatási terület fontosságát jól szemlélteti, hogy 2021-ben Benjamin List, valamint David MacMillan részesült kémiai Nobel-díjban az aszimmetrikus organokatalízis felfedezéséért. Mivel az organokatalizátorok előállítása gyakran hosszú és költséges folyamat, ezért a fenntartható organokatalitikus kémiai átalakítások során az alkalmazott katalizátorok visszanyerése és újrafelhasználása különösen indokolt. A szakirodalomban sokféle, gyakran valamilyen fázisszeparáción alapuló visszaforgatási lehetőség ismert.

Ezekhez a törekvésekhez csatlakozva, kutatómunkám során egy, a kutatócsoportunkban korábban már sikeresen alkalmazott cinkona-négyzetamid organokatalizátor visszaforgatását valósítottam meg. Ehhez a katalizátorra egy lipofil egységet építettem be, amely segítségével jelentős oldhatóságbeli különbség érhető el a reakcióelegy komponensei, valamint a katalizátor között. Az előállított lipofil katalizátort aszimmetrikus Michael-addícióban alkalmaztam, amely reakcióval fontos gyógyszerhatóanyagok királis intermedierjei állíthatók elő sztereoszelektíven. Ilyen gyógyszerhatóanyag a baklofen, amelyet simaizomgörcsök kezelésére alkalmaznak. A baklofen előállításának Michael-addíciós lépését toluolban végeztem el, ami során egy homogén reakcióban kaptuk a kívánt királis baklofen intermediert kiváló termeléssel és enantiomerfelesleggel (94-100%, 92-94% ee). Ezt követően az oldószert egy poláris oldószerre, acetonitrilre cseréltük, melynek hatására a katalizátor kivált a reakcióelegyből, míg a többi komponens oldatban maradt. Ennek köszönhetően egy egyszerű centrifugálás segítségével a katalizátor visszaforgatható és újrafelhasználható volt öt cikluson keresztül, a katalizátor nagyhatékonyságú (96-100%) visszanyerése mellett.

Decsov Kata Enikő

Vegyésszmérnöki és Biomérnöki Kar
Szerves Kémia és Technológia Tanszék

Tényleg számít a méret?

- Cellulózszál erősítésű égésgátolt politejsav kompozitok fejlesztése

A politejsav (PLA) tulajdonságainak javítására a biotöltőanyagok használata előnyös módszer, hogy ezáltal megőrizhessük a kompozit biológiai lebonthatóságát. Kiterjedt kutatás folyik a biopolimerekből és természetes szálakból álló kompozitok mechanikai tulajdonságaival kapcsolatban, különösen a cellulózzal, amely a legtöbb növényből, például fából, bambuszból és gyapotból izolálható. A PLA és a cellulóz szálak közötti határfelületi kölcsönhatás javítása gyakran van a kutatások fókuszában, de még mindig hiányosak az ismeretek e többfázisú anyagok égésgátlásáról. A biopolimer mátrixot és természetes szálerősítést tartalmazó zöld kompozitok égésgátlása terén a kutatók számos kihívással néznek szembe, mint például az alacsony hőstabilitás, a szálak kanóc effektusa és kompatibilitási problémák. A cellulóz rostokról ugyanakkor kimutatták, hogy szenesedést elősegítő tulajdonságokkal rendelkeznek, és kölcsönhatásba lépnek a felhabosodó égésgátló rendszerekkel.

Ebben a munkában különböző szálhosszúságú kezeletlen, illetve égésgátlóval kezelt cellulóz szálakat kombináltam melamin-polifoszfáttal (MPP). A felhabosodó adalék rendszert PLA mátrixba ágyaztam, hogy így égésgátolt kompozitokat kapjak. A cellulóz szálak hosszának hatását kezeletlen illetve foszfor- és nitrogéntartalmú vegyületekkel felületkezelt formában is vizsgáltam. A szerkezet tulajdonság összefüggéseket termikus és éghetőségi vizsgálati módszerekkel értékeltem. Azt találtam, hogy a rövidebb ($l < 30 \mu\text{m}$) cellulóz szálak – nagyobb fajlagos felületük révén – kémiai kölcsönhatása az MPP-vel nagyobb mértékű, míg a hosszabb ($l > 60 \mu\text{m}$) szálaknál a fizikai hatások – úgymint a felhabosodó szenes védőréteg szerkezetének módosítása – kerülnek előtérbe. Megállapítottam, hogy az átlagosan 30-60 μm hosszúságú cellulóz szálak egy integrált szenes habszerkezet kialakulásához járulnak hozzá, és ezáltal hatékonyan fokozzák a rendszer égésgátoltságát.

Dobos-Kovács Mihály

Villamosmérnöki és Informatikai Kar

Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék

Lusta absztrakcióval támogatott tesztgenerálás kritikus beágyazott rendszerek ellenőrzésére

A szoftverek az élet minden területén, így kritikus alkalmazásokban is egyre elterjedtebbek. Ennek megfelelően a szoftvermérnökök felelőssége is megnőtt, hiszen amíg egy nem válaszoló webes alkalmazás kellemetlen lehet, addig egyes biztonságkritikus rendszerek, mint például az orvosi eszközök, repülőgépek vagy a gépjárművek hibái, komoly anyagi kárral járhatnak, vagy akár emberéleteket is követelhetnek. A kutatás során a céloom olyan technikák vizsgálata és fejlesztése volt, melyek a szoftverben fellelhető hibákat még fejlesztési időben képesek minél hatékonyabb módon detektálni, ezzel javítva a kritikus szoftverek minőségét. Létező megközelítés a széles körben alkalmazott tesztelés, azonban ez beágyazott kritikus rendszerek esetén kifejezetten munka- és időigényes, valamint csupán hibák jelenlétét tudja kimutatni, helyességet igazolni nem. Egy másik, merőben más megközelítés a formális verifikáció, ami matematikai bizonyítást képes adni a szoftver helyességére, azonban automatikusan ritkán alkalmazható, és nem skálázódik jól a vizsgált szoftver méretével. A munkám során ennek a két megközelítésnek az előnyeit kombináltam, a minél precízebb és hatékonyabb ellenőrzés érdekében.

A kutatás elején különböző lusta absztrakciós megoldásokat vizsgáltam meg, amik a formális állapotér-bejárás során mind a konkrét, mind az absztrakt állapotot bejárják. Az absztrakt állapotér-bejárása miatt alkalmasak a szoftver helyességének bizonyítására, továbbá a konkrét állapotér-bejárása miatt alkalmasak lehetnek tesztek generálására.

A kutatás során külön hangsúlyt fektettem a kritikus rendszerek sajátosságaira, mint például a tényre, hogy a viselkedésük nemcsak adattól, hanem időzítéstől is függhet. Hagyományosan a lusta absztrakció időzített rendszerekre hatékony, azonban adatfüggő viselkedést kevésbé hatékonyan tud csak kezelni. Ezzel szemben az absztrakció-finomítás alapú módszerek adatfüggő viselkedést tudnak hatékonyan verifikálni, míg az időzítéssel rendelkező modelleken gyengén teljesítenek. A kutatásom során kidolgoztam egy új, kombinált megközelítést, ami a két formális megközelítést kombinálja, aminek köszönhetően lehetővé vált mind az időzítés, mind az adatfüggő viselkedés hatékony ellenőrzése.

A kutatás során tervezett algoritmusokat a BME-n fejlesztett Theta formális verifikációs keretrendszer segítségével valósítottam meg. Az elkészült prototípus implementációt felhasználva szintetikus, valamint ipari példákon is kiértékeltem az algoritmus hatékonyságát, igazolva annak létjogosultságát.

Dombrovsky Zsófia

Építészmérnöki Kar
Középülettervezési Tanszék

MODERN MÓDSZEREK.

Tervezői szemléletű értékelési stratégiák a huszadik század második felének építészetéhez

Doktori kutatásomban a hazai modern épített örökség 21. századi jelenét, jövőjét vizsgálom. Az eddigiek során feltárt hazai és nemzetközi példák, történeti, szakmatörténeti kontextus vizsgálata, majd a csepeli Királyerdei Művelődési Ház (tervező Csizmadia Nándorné, ÁÉTV; építés éve: 1974-75) esettanulmánya kapcsán körvonalazódó érték kategóriák és tervezési szempontok – további kutatást és az értekezést fontos mellékletként meghatározó – részletes kibontása ÚNKP pályázatom célja.

A jelen kutatás a 1945-1989 között épült hazai modern épületállomány fennmaradási, megőrzési, használati-újrahasznosítási lehetőségeinek számbavételére fókuszál. A II. világháborút követő építkezések időszakában – hiányvezérelt kreativitással, kézzel, sok élőmunkával, gyakran komoly társzművészeti tartalommal – született mai középület-állományunk jelentős része, melyek sok esetben gondoskodás híján műszakilag, esztétikailag elavultak. A környezeti erőforrások végességének felismerésével ugyanakkor a meglévő épületek felértékelődnek; üzemeltetésük is újragondolását kíván. Az egykor beépített anyagok tartóssága és a jelenkori használati követelményeket kiszolgáló téralakításuk miatt ugyanakkor bőven van bennük tartalék, terekre pedig ma is szükség van a helyi közösségeknek. A korszak moralizáló-esztétizáló megítélése helyett a megvalósítás low-tech módján, annak eltanulhatóságán keresztül érdemes értelmezni a ma kerülgetett, közvélekedés által alulértékelt házakat.

A program támogatásával azzal foglalkoztam, milyen módon célszerű vizsgálni a klasszikus műemlékvédelem régiség- és egyediségértékével nehezen mérhető 20. századi modern – kiemelkedő alkotásai mellett – zömében átlagos, esetenként tipizált, ám jövőbeni használati értékkel bíró épületállományát. Már megvalósult kortárs, hazai és európai, közép-európai projektek, tendenciák, a hozzájuk kapcsolódó elemzési technikák megismerésére nyílt lehetőségem. Fontos adalékként került be a modern értékelésének társadalmi vetülete a kutatásba, amely hazai környezetben megkerülhetetlen eleme lehet egy helyspecifikus tervezői szemléletű értékleltárnak. Reményeim szerint ez komplex megközelítés a későbbiekben a szakmagyakorlók körében, az oktatásban és a döntéshozók számára is segítségül szolgálhat a korszak épületeinek értő hasznosításához, adaptív újrahasznosításához – a meggondolatlan beavatkozásokkal való műszaki-művészeti tartalomvesztés megelőzéséhez.

Mindemellett vállalt cél, hogy az ÚNKP kutatás során feldolgozott értékelési rendszerek a Középülettervezési Tanszék Fenntartható közösségek stúdiójának oktatási munkájában hasznosíthatók legyenek. Jelenleg ezen, és egy különböző értékelméleteket bemutató épületújrahasznosítás-elméleti könyv recenzióján dolgozom. A tavaszi félévben graduális hallgatók számára tartok tematikus sétát Csepelen a Doktori Műhely című tárgy keretében.

Domján Júlia

Vegyésszmérnöki és Biomérnöki Kar
Szerves Kémia és Technológia Tanszék

Biológiai hatóanyagok hosszú távú stabilitásának vizsgálata elektrosztatikus szálképzéssel előállított szilárd formában

A biológiai gyógyszereknél az aggregáció megelőzése elsődleges cél a hatóanyag előállítása és készítménnyé alakítása során, mivel az aggregátum képződés következtében a fehérjék transzportja és membránpermeációja lecsökkenhet, rontva a terápiás hatékonyságukat, valamint nem kívánt immunreakciók indukálódhatnak. A szakirodalmi eredmények alapján a 2-hidroxipropil- β -ciklodextrin (HP- β -CD) ígéretes segédanyag lehet az érzékeny monoklonális antitestek (mAb-ok) hosszútávú stabilitásának megőrzésére, mivel oldat és szilárd készítményekben való alkalmazáskor egyaránt képes az aggregációt csökkenteni.

Az ÚNKP kutatómunkám során vizsgáltam a modell bio-hatóanyagom (infiximab) stabilitását HP- β -CD tartalmú folyékony és szilárd formulációk esetén. A szilárd formát a készítménytechnológiában újszerűnek számító elektrosztatikus szálképzéssel állítottam elő, mátrix rendszerként a korábbi munkám eredményei alapján a HP- β -CD 63 m/m%-os vizes oldatát alkalmazva. Az előállított szálak mintákat különböző környezeti paraméterek (hőmérséklet és relatív páratartalom) beállítása mellett tároltam fél éven keresztül. Összehasonlításként folyékony formulációkat készítettem, amelynél a HP- β -CD koncentrációt, illetve a hatóanyag-ciklodextrin arányt különböző módon változtattam.

Az infiximab stabilitását a mintákban 1, 2, 3 és 6 hónap eltelte után vizsgáltam méretkizárásos kromatográfiával és dinamikus fényszórási módszerrel. Az eredmények alapján az elektrosztatikus szálképzéssel előállított szilárd formulációknál az infiximab jóval kedvezőbb stabilitást mutatott a vizes oldatokkal összehasonlítva. Az is megfigyelhető volt, hogy az alacsony (-18°C és 4°C) és szobahőmérsékleten, különböző páratartalom mellett tárolt minták esetében hasonló eredményeket kaptam a relatív monomertartalom csökkenést megvizsgálva. A folyékony formulációknál azonos mAb:ciklodextrin arány mellett a HP- β -CD koncentráció növelése kedvező hatással volt a monomertartalom megőrzésére, mind az alacsony (4°C), mind a szobahőmérsékleten tárolt mintáknál.

Fazekas Máté

Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar
Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

Mérések optimális súlyozásának vizsgálata gépi tanulás alapú módszerrel önvezető járművek önkalibráló algoritmusainak továbbfejlesztéséhez

A tervezett kutatás fő célja az autonóm járművek irányításában felhasznált nemlineáris modellekhez önkalibráló algoritmus továbbfejlesztése. Az önkalibrálás biztosításához a paraméterbecslő algoritmus csak a járművön aktuálisan elérhető szenzorok jeleit használja fel, tehát online futtatható. A kutatás során az online becslés kiegészítésre kerül egy offline eljárással, ahol nagy mennyiségű mérési adat alapján gépi tanulás alapú eljárással, az aktuálisan felhasznált mérések közötti optimális súlyozás meghatározható.

A vizsgált kerék odometriai modellt GNSS és IMU jelekből becsüljük meg, melyek zajjal terheltek. Az ezekből adódó torzításokat a Gauss-Newton nemlineáris legkisebb négyzetek módszerének „batch” módban történő elvégzésével kompenzáljuk. A kutatás kezdetén elemzésre került, hogy a felhasznált szakaszok számával a pontosság jelentősen nő, azonban még 20 szakasz esetén is megtörténhet a hibás kalibráció. Azonban a batch-ben található hibás szakaszok relatív súlyának csökkentésével ezen esetekben is elérhető a pontos kalibráció, és megfelelő súlyozással 9 szakasz is elegendő.

A kutatás során a relatív súlyok meghatározására egy neurális háló került integrálásra a becslési architektúrába. Az online becsléshez 9 szegmens kerül felhasználásra. Elsőként ezek egyéni optimuma kerül meghatározásra. Az így adódó 9 modell kalibráció tesztelésre kerül a másik 8 szakaszon, és az így kapott 9×9 -es kereszt-validációs mátrix lesz a neurális háló bemenete. A háló tanítása offline történik, melyhez a teljes 25 km-es mérés felhasználásra kerül. Meghatározzuk az egész mérésre illeszkedő legoptimálisabb modellt, mely a legkisebb átlagos pozícionálási hibát eredményezi, majd ennek segítségével egy genetikus algoritmus alkalmazásával az előállított 20000 batch mintához generálunk label súlyokat, melyekkel az adott batchből meghatározható a legkisebb hibát eredményező modell.

A neurális háló ezen label-ek segítségével kerül betanításra, az így kapott algoritmus által szolgáltatott súlyokkal kalibrált modelleket pedig a teljes mérési útvonalon validáltuk. Súlyozás nélkül számtalan eset adódik, ahol a kalibrációs hiba 3.5 m vagy efölötti. Ezekből a legtöbb esetben 1 m alatti hiba adódik az általunk javasolt relatív súlyok bevezetésével, pl. a 3.00-3.30 m közötti esetek száma 1268-ról 351-re csökkent.

Az alapesetben jelentős hibát eredményező csoportoknál a neurális hálóval meghatározott súlyokkal nagyfokú kalibrációs pontosság növelés következik be. Az offline generált label és a betanított neurális háló általi súlyozással való módszer javulási mértékét megvizsgálva kijelenthető, hogy az átlagos javulás a labellel 75%, a módszerünkkel pedig 51%. Tehát a maximális kalibrációs pontosság növelésnek átlagosan a több mint kétharmadát sikerült elérni az általunk kifejlesztett módszerrel, mely egy jelentős javulásnak tekinthető.

Fehér Anna Éva

Gépészmérnöki Kar

Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

Nem-Fourier kísérletek kiértékelési módszertanának fejlesztése

A mérnöki tudományok különféle területein (mint például hőtan, szilárdközeg és folyadékmechanika, diffúziós jelenségek) meglehetősen sokféle anyagi viselkedést leíró modellt használnak az adott fizikai feladatnak megfelelően. Az utóbbi években az anyagi viselkedés modellezésében a termodinamika elkezdett kiemelkedő jelentőséggel bírni, amely segítségével a meglévő modellek érvényességi tartománya egy fizikailag erős módszertan segítségével konzisztens módon kiterjeszthető. A korszerű gyártástechnológiáknak köszönhetően a mérnöki alkalmazásokban olyan anyagok-anyagszerkezetek jelentek meg, amelyek leírása a klasszikus és jól ismert Fourier-törvénnyel már nem feltétlenül végezhető el a kívánt pontossággal. Ilyen anyagok a kompozitok (irányított heterogenitások), porózus és habos anyagok (3D nyomtatott testek, kolloidok, közetek, kerámiák). A cél és a hangsúly az általánosított hővezetési modellek alkalmazhatóságának, gyakorlatba való átültetésének a vizsgálatán van. Ehhez egyfelől az irodalomból elérhető kísérletek elemzése, másfelől pedig saját kísérletek végzése vezet, amely által megérthetővé és ezáltal tervezhetővé válnak az eddig csupán felületesen ismert fizikai jelenségek, mint például a heterogenitások hővezetésre gyakorolt hatása.

A kutatás során többféle, már említett anyag áll rendelkezésre, melyek vizsgálatára lehetőségünk van. Ezen mintadarabok termikus tulajdonságait kísérleti úton határozhatjuk meg egy, már régóta ismert és alkalmazott, a hőimpulzus mérési módszerrel. Az eljárás a behelyezett minta hőfokvezetési tényezőjét képes meghatározni szobahőmérsékleten, azonban ehhez megfelelő kiértékelési eljárás is szükséges. Jelenleg a Fourier-egyenlet és a Guyer-Krumhansl-egyenlet analitikus megoldását használjuk a kiértékelések során, amivel leírhatók a vizsgált heterogén anyagok viselkedései. A kiértékelési módszer hibái statisztikai módszerek alapján számszerűsíthetőek. Az illesztendő paraméterek érzékenységi függvényei segítségével iteratív úton kaphatjuk meg a kiértékelés hibáit, és ezek ismeretében a módszer sokkal pontosabbá tehető.

Ficzere Dániel

Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Távközlési és Médiainformatikai Tanszék

5G architektúráis megoldások vizsgálata a V2X területén

Kutatásom célja az 5G mobilhálózat alapú járműkommunikáció (V2X) architektúráis, implementálási és integrálási kérdéseinek a vizsgálata. Ennek megvalósításához szükséges a terület áttekintése, melynek keretében megvizsgáltam a jelenlegi szabványok és ipari szereplők által támasztott járműkommunikációs igényeket és azokat a függőségeket, melyek teljesíteni tudják ezeket az igényeket. Az itt azonosított igényekkel összhangban élő 5G hálózati méréseket folytattam nagy sebességű járművekkel, privát és lakossági mobilhálózaton egyaránt. A tesztek során a mérési eseteim a járműsebességtől való függést, a cella váltások (handover) és a technológiák (4G-5G) közötti váltást vizsgáltam. A mért és vizsgált értékeim felhasználói szintű metrikák, valamint rádiós hálózati metrikák vizsgálatára egyaránt kiterjedt. Jelen mérési eredményekre alapozva bemutatható, mely alkalmazási esetek igényei teljesíthetők már a meglévő és kiépített mobilhálózati architektúra felhasználásával is.

Kutatási munkám másik jelentős része az architektúráis kérdések vizsgálatára összpontosult. Az 5G architektúra alapvetően két módszert támogat a V2X-kommunikáció megvalósításához: járműkommunikációt a PC5 interfészen keresztül direkt módon, a járművek között, valamint a Uu interfészt használva, a központi hálózatot megjáró kommunikációt. Kutatásom ezen részében a szakirodalom által bemutatott alkalmazási esetek architektúráis megvalósításaival foglalkoztam, megvizsgálva az implementálási – beleértve a infrastruktúra és mobilhálózati kiépítést – és a szolgáltatásban részt vevő szereplők együttműködési jellemzőit.

Frank György

Természettudományi Kar
Elméleti Fizika Tanszék

Weyl Josephson-áramkörök vizsgálata

A topológia az elmúlt évtizedben a szilárdtest-kutatás egyik legjelentősebb területévé nőtte ki magát. A topologikusan nem triviális fázisok gyakran járnak együtt olyan védett állapotokkal, mint például a kvantált Hall-élállapot [1], vagy a Majorana-kötött állapot [2], mely a topologikus kvantumszámítás egy ígéretes platformja.

A Weyl-félfémek sávszerkezetében olyan pontszerű degenerációk (Weyl-pontok) fordulnak elő, amelyek a rendszer folytonos perturbációjával nem tüntethetők el [3]. Ezen degenerációk jelenléte fizikailag mérhető tulajdonságokat eredményez, mint például a felszíni Fermi-ívek megjelenése [4] vagy pedig a Weyl-pontok közelében a nagy Berry-görület [5].

A Weyl-félfémekben létrejövő degenerációk hangolása nehézkes, ezért kutatásomban a többterminálú Josephson-áramkörökre fókuszáltam [6]. Ezek olyan szupravezető áramkörök, amik kialakításában hatalmas szabadság rejlik, ahogyan az áramköri elemek számát növeljük. Ez lehetővé tette számomra, hogy meg tudjam vizsgálni kvantumrendszerek tetszőleges tulajdonságait, így a degenerációk viselkedését is.

A kutatásom során azt vizsgáltam, hogy finomhangolás hatására miként olvadhat össze több Weyl-pont, mely folyamat során egzotikus degenerációk jönnek létre. A vizsgálatomat a korábbi Josephson-áramkörrel kapcsolatos eredményeimre alapoztam [7, 8]. A Weyl-pontok összeütköztetésénél felmerülő első probléma a megfelelő számú Weyl-pont jelenlétének szükségessége, amihez megoldásként vonalszerű degenerációval rendelkező rendszert vettem alapul, ugyanis a vonaldegenerációt felhasítva korlátlan számú Weyl-pontot kaphatunk. A kapott Weyl-pontokat megfelelő számú paraméter hangolásával tetszőleges konfigurációba tudtam rendezni, és összeolvadásuk kirajzolták a matematikai irodalomban ismert egyszerűbb (fold, cusp, fecskefarok) szingularitásokat.

Az eredményeim demonstrálják a kvantumrendszerekben előforduló degenerációk és a matematika szingularitáselmélet ágának szoros kapcsolatát.

[1] K. v. Klitzing et al., *Phys. Rev. Lett.* 45, 494–497 (1980)

[2] R. M. Lutchyn et al., *Phys. Rev. Lett.* 105, 077001 (2010)

[3] S. Murakami, *New Journal of Physics* 9, 356 (2007)

[4] X. Wan et al. *Phys. Rev. B* 83, 205101 (2011)

[5] P. Roushan et al., *Nature* 515, 241 (2014)

[6] V. Fatemi et al., *Phys. Rev. Research* 3, 013288 (2021)

[7] G. Pintér et al., *arXiv:2202.05825* (2022)

[8] Gy. Frank et al., *arXiv:2112.14556* (2021)

Fülöp Csenge

Építészmérnöki Kar
Középülettervezési Tanszék

Átmeneti és állandósuló jelentések az ideiglenes építészetben

Az ideiglenes építészet temporális jellegéből fakadóan számos olyan előnnyel szolgál, amely a hosszú távú tervezés és építkezés során kevésbé adódik. Az ideiglenesség általában egyszerű, visszafordítható beavatkozást, könnyen össze- és szétszerelhető vagy efemer építőelemeket, anyagokat feltételez. A különböző szakaszok – a tervezés, a kivitelezés és a használatbavétel között eltelt idő – nagyon lerövidülnek, ez pedig ideális lehetőséget biztosít új téri használatokkal való kísérletezésre. A tervezői koncepció a legközelebb kerülhet a tiszta megvalósuláshoz.

Doktori disszertációmban az ideiglenes építészet egy olyan oldalát kutatom, melynek jelentősége nagyrészt másodlagos marad a provizórikus építmények újszerűségével, esemény jellegével foglalkozó bemutatások mellett. Az ideiglenes építmények képesek saját, véges idejükön túl „látni” és a hely lehetőségeit megmutatni. Valószínű, hogy ezek az időszakos beavatkozások, objektumok nemcsak a fennállás idejük alatt hatnak környezetükre, de az elbontás után is nyomot hagynak – fizikai, szociális, szellemi vagy digitális lenyomatot. Az ÚNKP ösztöndíj által számos olyan ideiglenes építményt vizsgállok meg, melyekről részletesebb esettanulmány készítése meghaladná a doktori kutatás kereteit, azonban elemzésük hasznos következtetésekkel szolgálhat nemcsak a dolgozat, de a szélesebb szakmai és oktatási közeg számára is. Az esettanulmányok készítése által az ideiglenes építészet különböző típusait, eszközeit, illetve a környezetre gyakorolt rövid- és hosszú távú hatásait, a hozzáadott téri minőségeket tanulmányozom, illetve kategorizálom. Az egyes alkotásokhoz köthető, szubjektív téri érzetek feltérképezése és különböző szempontrendszerekkel való kísérletezés folytán egy saját, viszonylag tág kategorizálási rendszert alakítok ki.

A kiválasztott példák részben befejezett, múltbeli események, így az utólagos hatás könnyebben vizsgálható, de a folyamat kutatásának szempontjából fontos az aktuális, még nem lezárt esetek beemelése is. Így két olyan ideiglenes építménnyel is foglalkozom, melyek idén kerültek, illetve kerülnek átadásra. A kutatás részben a személyes, tervezői tapasztalatokra, részben a közvetlen megfigyelésekre, helyszíni látogatásokra és ezeknek dokumentálására, a tervezőkkel és a felhasználókkal történő beszélgetésekre alapszik. Egy minél szélesebb spektrum tanulmányozása a szakmai és nem szakmai közönség számára egyaránt hasznos tud lenni. Hiszen az ideiglenes építészet az egyes közterek és -épületek megítéléséről és felhasználási módjáról kialakult kép esetében egy állandósuló hatást, átértékelődést is el tud érni – a beavatkozás átmeneti mivolta ellenére.

Füzesi Dániel

Gépészmérnöki Kar

Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

Ammónia-hidrogén elegy turbulens tüzelésének numerikus szimulációja

A klímaváltozás és az energiaválság a megújuló energiaforrásokra való mihamarabbi átállást sürgeti valamennyi hőerőgép és tüzelőberendezés esetén egyaránt. Jelenleg az ammónia és a hidrogén a legsokoldalúbb karbonsemleges kémiai energiatárolási megoldás. Az ammónia fő hátránya az üzemanyaghoz kötődő nitrogén, amely jelentős NO_x kibocsátást eredményez. A jelenlegi eredmények alapján azonban ezt az akadályt nem lehet metán-bekeveréssel leküzdeni, vagyis az ammónia soha nem lesz hozzákevert tüzelőanyag a jelenlegi földgázhálózat-rendszerben. A hidrogénnel történő hígítás azonban csökkentheti az NO_x kibocsátást, ugyanakkor a hidrogéntárolási nehézségek miatt ezt az arányt kellően alacsony értéken szükséges tartani.

A numerikus szimulációk elősegítik az ammónia-, hidrogén- és metán elegyek ipari alkalmazását. Ebből kifolyólag kutatásom során ammónia/metán elegy turbulens tüzelésére hoztam létre robotizált modellt az ammónia hígítási arányának hatására fókuszálva. Az ammónia alsó gyulladási határán 0-100 V/V% ammónia bekeverési arány mellett hasonlítottam össze a stacionárius és tranziens átlagolt szimulációk eredményeit Eddy Dissipation Concept (EDC) és Flamelet Generated Manifold turbulens-kémiai modellek használatával.

Ezek alapján megállapítottam a választott Okafor reakciómechanizmus és a stacionárius számítás alkalmazhatóságának határait. Az eredményeket Particle Image Velocimetry (PIV), OH* kemilumineszcens és károsanyag-kibocsátás mérésekkel validáltam. Az ammónia-hidrogén szimulációja esetén a légfeszesség (1,11-1,53) és a hidrogén bekeverési arányának (5-30 V/V%) hatására fókuszáltam EDC modell esetén egy perdetes égőben Glarborg mechanizmusát használva. Az eredmények alapján a gyulladás helyét jelentősen befolyásolja a hidrogén-koncentráció. Az NO a légfeszesség csökkentésével, valamint a hidrogéntartalom növekedésével növekszik, míg az N₂O kibocsátását ellentétes trend jellemzi. A modellt PIV mérésekkel és irodalmi kibocsátás értékekkel validáltam.

Gábos Zoltán

Gépészmérnöki Kar
Műszaki Mechanikai Tanszék

Geometriai nemlinearitású lengő rendszer paraméter identifikációjának mérés technikai kiterjesztése közel lineáris változtatható csillapítás jelenlétében

Ezen kutatás során bemutatom a szabadlengés elhalásán alapuló mérési módszerek kiterjesztését gerjesztett rendszerekre egy egyedi megközelítésen keresztül. Ahogy az ipari igények növekednek a produktivitás és könnyű szerkezetek készítése terén, a gyártott struktúrák egyre karcsúbbak lesznek és dinamikai tulajdonságaik könnyen nemlineáris tartományba terhelhetők a keletkező rezgések során. Sok esetben csak kis mértékben érzékelhető ez a nemlineáris hatás a mérések során (linearizálható nemlinearitás), ennek ellenére jelentős hatása van a rendszer viselkedésének megjósolásában. Ilyen szerkezetek az iparban például a szerszámgépek, melyek kis mértékben (legtöbbször elhanyagoltan) nemlineáris dinamikai tulajdonságokkal rendelkeznek.

Jelen tanulmány során a nemlinearitást egy két végén befogott rúd és annak rövid szakaszon történő karcsú lemezzel való könnyítése biztosítja a rendszerben. A vizsgált jelenség hangsúlyossága pedig egy általam fejlesztett permanens mágnesekből álló, örvényáramú csillapító szerkezet beépítésével állítható. Ezen szerkezet alkalmazási környezetben történő működését rázóasztallal gerjesztve imitálhatjuk, mely során ismételt, nagy energiájú perturbációkkal lehetséges meghatározni a nemlinearitás mértékét közvetlenül a mért időjelekből. Bemutatásra kerül méréseken keresztül az örvényáramú csillapítás hatásának paraméter függése (vezető lemez távolsága), melyet követően különböző mértékben jelenlévő nemlinearitások vizsgálhatók az általam fejlesztett tranziens rezonancia elhalás módszerével. Az eljárás hatékonyságát összehasonlításon keresztül mutatom be a hagyományos módszerekhez képest.

Gazdag Sándor

Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar
Anyagmozgatási és Logisztikai Rendszerek Tanszék

Vizuális hasonlóságon alapuló lokalizációs eljárás mikro méretű drónoknak 3D városmodellekben

Az ÚNKP támogatásával végzett kutatás eredményeként megírt cikkben egy monokamerás mikro légi jármű (Micro Air Vehicle - MAV) pontos lokalizálásának problémájával foglalkozunk részletes háromdimenziós város modellekben. Egy szimultán követő és renderelő (Simultaneous Tracking and Rendering - STR) megközelítést javasolunk, amely iteratív módon finomítja a MAV 6 szabadságfokú pozícióját és orientációját. Ehhez egy normalizált kölcsönös információ (Normalized Mutual Information - NMI) alapuló képregisztrációs módszert alkalmazunk, ami a MAV kamera képét regisztrálja a környezet 3D pontfelhőjéből vagy felület modelljéből renderelt virtuális nézetek között. Megoldásunk egy korszerű szimultán lokalizációs és térképezési (Simultaneous Localization And Mapping - SLAM) algoritmusra épül, ahol a képkockák pozícióját finomítjuk a hosszú trajektória során felhalmozódó pozíció hiba csökkentése érdekében. Bemutatunk továbbá egy inicializáló algoritmust, a trajektória valós, metrikus méretarányának meghatározásához. Az algoritmus működését két adathalmazon értékeljük és mutatjuk be: a Zürich Urban Micro Aerial Vehicle (ZU-MAV) adathalmazon és a Newer College adathalmazon. A javasolt algoritmus használatával a MAV pozíciója a ZU-MAV adathalmazon körülbelül 15 centiméteres átlagos pontossággal követhető.

Golarits Marcell

*Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar
Anyagmozgatási és Logisztikai Rendszerek Tanszék*

Pszeudo-műhold képalkotásának és szenzorfúziójának modellezése

A kutatás célja egy pszeudo-műholdas mérő rendszer képalkotásának és szenzorfúziójának modellezése labor körülmények között. A pszeudo-műhold egy 20 km magasan repülő drón, ami napelem és akkumulátor technológia fejlődésének köszönhetően hónapokig képes a levegőben maradni és méréseket készíteni. A földmegfigyelési képalkotás szempontjából a hagyományos műholdakkal szemben nagy előnye, hogy költséghatékonyabb az üzemeltetése, és alacsonyabb magasságban repül. A pszeudo-műholdaknak a jövőben egyre nagyobb szerepe lesz a földmegfigyelés területén.

Ezeknek a repülőknak egyik fontos jellemzője, hogy a súlycsökkentés okán flexibilis szárnyakkal rendelkeznek és nem szállíthatnak nehéz zoom objektíveket. A képalkotást éppen ezért érdemes több kisebb tömegű kamera szenzorfúziójával megoldani. A kutatás hipotézise, hogy a kamerákat és a szárny rezgéseit kihasználva javítható a felvétel felbontása ún. super-resolution kép készíthető. Emellett a kamerák képeinek illesztéséből a köztük lévő relatív elmozdulásokból a szárnyak rezgésközben történő elmozdulására is lehet következtetni.

A kutatás során ennek a képalkotásnak a modellezésére egy mérőrendszer került kidolgozásra egy aktívan gerjesztett alumíniumprofil és az arra rögzített kamerák formájában egy mozgás rögzítő rendszerrel felszerelt környezetben. A rendszer pontosan képes rögzíteni profil és a kamerák elmozdulását 6 szabadsági fok mentén, ezáltal kiértékelhetőek és validálhatóak a kamerákból számolt relatív elmozdulások. A kutatás keretein belül a mérőrendszer segítségével adatbázisokat készítettünk, amin különböző super-resolution eljárások vizsgálatát, összehasonlítását végezzük.

Grabarits András József

*Természettudományi Kar
Elméleti Fizika Tanszék*

Kvantum-statisztika, dinamika és adiabatikus kvantumszámítás

A nanotechnológia elmúlt évtizedben végbemenő robbanásszerű fejlődése által motiválva különösen fontossá vált a mezoszkópikus, legtöbb esetben kétdimenziós kvantumpöttyök által megvalósított rendszerek energia spektrumának elméleti vizsgálata. Kiváltképp nagy érdeklődés övezi ezen rendszerek külső időfüggő perturbációkra adott válaszát, melyeket az egyik legegfektívebb módon azok energiaszintjeinek időfejlődésével lehet jellemezni.

Munkámban kétdimenziós rendezetlen kvantumpötty modellek energiaszint dinamikájának statisztikus tulajdonságait vizsgáltam két parametrikus időfejlődés során. Míg az első modellben a Hamilton operátor megváltozását független eloszlású rácsenergiák közötti folytonos interpolációval valósítottam meg, addig a másodikban egy parabolikus potenciál deformációival.

Először a potenciálnak a rendszer lokalizációs tulajdonságaira gyakorolt hatására összpontosítottam, majd megvizsgáltam az energiaszintek sebességének és görbületének statisztikáját a tipikus nagyságaik, az erősen lokalizált tartománybeli eloszlásuk, és a véletlen mátrixelmélettel való egyezésük tekintetében az ortogonális, unitér és szimplektikus Gauss sokaságok esetén. Továbbá az elkerült szintkereszteződések statisztikus tulajdonságait is megvizsgáltam az előfordulási valószínűségeik és a megfelelő Landau-Zener paraméterek szempontjából. Kimutattam, hogy a Landau-Zener átmenetek univerzális viselkedést mutatnak, ami egyben univerzális, a rendezetlenségtől, a potenciál erősségtől, a rendszer méretétől és a szimmetriaosztálytól független egyrészecske dinamikát implikál lassú külső gerjesztések esetén. Ezek az eredmények kísérletileg igazolhatók kvantumpöttyökön végzett egyrészecske energia spektrum mérésekkel. Előadásomban összefoglalom a fenti főbb analitikus és numerikus eredményeket.

Graics Bence

Villamosmérnöki és Informatikai Kar

Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék

SysML v2 hierarchikus állapotalapú modellek formális verifikációja

Napjainkban biztonságkritikus alkalmazási területeken is teret nyernek a kiberfizikai rendszerek, amelyek fejlesztési és ellenőrzési módszertana fontos terület. Ezen rendszerek komplexitása rohamosan nő, emiatt egyre nagyobb szerepet kapnak a modellalapú fejlesztési paradigmák. Ezek fontos előnye, hogy a modellek nemcsak dokumentálják a rendszerkomponenseket, hanem a rendszer (formális) ellenőrzésére is felhasználhatók. A rendszerfejlesztés során leggyakrabban használt modellezési nyelv az Object Management Group által tervezett Systems Modeling Language (SysML), amely különböző diagramtípusokkal támogatja a rendszerek tervezését és ellenőrzését konkrét modellezési metodológiától függetlenül. Jelenleg fejlesztés alatt áll a SysML egy új verziója (SysML v2), amelynek célja, hogy az első verzióhoz képest növelje a nyelv precizitását és kifejezőerejét, ezáltal lehetővé téve a modellező eszközök általi jobb támogathatóságot. Kutatásomban olyan módszerek fejlesztését célozom meg, amelyek támogatják SysML v2 hierarchikus állapotalapú modellek (vezérlésorientált, pl. beágyazott rendszerekhez készített modellek) kimerítő ellenőrzését, elősegítve a modellezési nyelv szemantikájának precíz definiálását, annak felkészítését formális verifikációra, illetve a referencia-implementáció ellenőrzését. A kutatásom alapját egy modellezési metodológia kidolgozása adja, amely kiterjed a felhasználható diagramtípusokra (pl. blokkdiagram a komponenshierarchia, állapotdiagram a reaktív viselkedés leírására), illetve a diagramokon felhasználható elemekre és kapcsolatokra. Az előállított modellek szintaktikai feldolgozását egy modelltranszformáció végzi, amely a hierarchikus állapotalapú modelleket egy azok kimerítő elemzésére képes eszköz, a korábbi kutatásaim során elkészült Gamma Statechart Composition Framework bemeneti formalizmusaira képezi, figyelembe véve a modellelemek szemantikáját.

A Gamma keretrendszer reaktív rendszerek komponensalapú tervezését és formális ellenőrzését támogatja, ezáltal lehetővé téve a SysML v2 modellekben definiált viselkedés formális verifikációját. A SysML v2 modellek kezeléséhez szükséges nyelvi kiterjesztéseket és verifikációs módszereket is ebben a keretrendszerben dolgozom ki. A Gamma keretrendszer többféle formális verifikációs technikát is támogat, emellett rendelkezik erre építő (illetve ezt kiegészítő) funkciókkal, pl. többféle kompozíciós szemantika támogatása, kódgenerálás, integrációs tesztek generálása és adaptív modellezési és verifikációs módszerek, így támogatva további aspektusokból is a SysML v2 nyelven történő modellezést és rendszerfejlesztést.

A kutatásom legfontosabb eredménye, hogy a kidolgozott modellezési metodológiára építve a SysML v2 modellek formális ellenőrzése elérhetővé vált a nyelvet fejlesztő partnerek, és később potenciálisan az ipari szereplők számára, hiszen a hagyományosan elérhető SysML modellező eszközök (illetve a jelenlegi referenciaimplementáció) nem támogatnak formális verifikációs funkciókat.

Guba Márton

Természettudományi Kar
Atomfizika Tanszék

Nitrogénnel adalékolt grafén hordozóra leválasztott fémklaszterek katalitikus tulajdonságainak vizsgálata

Manapság a molekuláris hidrogén az ipari alkalmazásokban gyakran használt vivőgáz, valamint nagy tömeg-energia arányának köszönhetően ígéretes környezetbarát energiahordozó. Ipari előállítás közben nagy mennyiségű szén-dioxid keletkezik, mely terheli a környezetet, emiatt az elmúlt években az előállításra vonatkozó új eljárások kidolgozása kiemelt figyelmet kapott. Az egyik lehetőség az elektrokémiai vízbontás, melyhez a folyamatot katalizáló anyagra van szükség. Számos, nanométer mérettartományba eső nemesfémeket tartalmazó klaszter ígéretes katalizátornak bizonyult különleges elektronszerkezete (diszkrét energiaszintek) és emiatt méretével hirtelen változó fizikai-kémiai tulajdonságai, illetve nagy felület-térfogat aránya miatt. A klaszterek katalizátorként való alkalmazásához érdemes valamilyen típusú hordozóra leválasztani őket, főként a katalitikus aktivitás növelése érdekében. Ígéretes hordozó a kétdimenziós, mechanikailag rugalmas, félfémes jellegű és kémiaileg inert grafén, továbbá a klaszterek megkötése szempontjából hatékonyabb nitrogénnel adalékolt változata.

Kutatómunkám célja nitrogénnel adalékolt grafénre leválasztott klaszterekből álló rendszerek, az elektrokatalízis szempontjából releváns tulajdonságainak (elektronszerkezet, vezetési tulajdonságok, klaszter hordozóhoz kötődése, katalitikus aktivitás) sűrűség-funkcionál elméleten (DFT) alapuló vizsgálata. Az eddigiek során kisméretű rézklasztereket tartalmazó szerkezeteket tanulmányoztam vákuumban. Ezek során a modellek stabilitását jellemző energiaviszonyokat (kölcsonhatási energiák) elemeztem, valamint a grafén elektronszerkezetének (sávszerkezet, állapotssűrűség) változását vizsgáltam és értelmeztem nitrogénnel való adalékolás és a klaszterek megkötődése esetén. Utóbbit a Centre Européen de Calcul Atomique et Moléculaire (CECAM) 2023-as téli, virtuális iskoláján poszterelőadással mutattam be.

Az ÚNKP-22 által támogatott ösztöndíjas időszak hátralévő részében a vizsgált szerkezetek elektrokatalízis szempontjából fontos vezetési tulajdonságait tanulmányozom, továbbá az elektrokémiai környezet hatását elemzem nagykanonikus DFT segítségével, összehasonlítva az eredményeket a meglévőkkel.

Kutatásaim hozzájárulnak, hogy egy hatékony, iparban is alkalmazható katalizátort lehessen készíteni a hidrogén előállításának energiahatékony megvalósításához.

Gyenes Zoltán Bálint

Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Irányítástechnika és Informatika Tanszék

Autonóm robotok mozgástervezése reaktív mozgástervező algoritmus felhasználásával

A modern technológiai fejlődés egyik fő motorja a robotika. Az automatizálás következtében kórházak és gyárak ezrei alkalmaznak már robotkarokat és mobilis robotokat a feladatok elvégzésére, megkönnyítve az emberi munkát.

Mobilis robotok mozgástervezése dinamikus környezetben komplex feladatnak számít, mivel az ágens környezetében a statikus akadályokon kívül mozgó akadályok is jelen vannak. A robot ütközésmentes mozgását biztosító sebesség- és pályaprofil meghatározása érdekében mozgástervező algoritmusok alkalmazhatók. Az akadályokról, robot környezetéről rendelkezésre álló információk alapján megkülönböztethetők a globális mozgástervező algoritmusok, melyek esetén minden információ rendelkezésre áll a munkaterről (pl. valamilyen térkép formájában), illetve a reaktív mozgástervező algoritmusok, melyek esetén csak lokális, szenzorok által mért információk használhatóak fel a robot környezetéről.

A korábbi kutatási eredményeket felhasználva céloim egy olyan újszerű állapotbecslő algoritmus bevezetése volt, melynek felhasználásával minden mintavételi időperiódusban a robot környezetében található akadályoknak meg lehet határozni az aktuális pozíció és sebességvektorát. Az állapotbecslő módszer eredménye felhasználható az ágens reaktív mozgástervezési feladatának megoldásában. Az állapotbecslési feladat megoldására felhasználtam a Particle filter és Kalman filter állapotbecslő algoritmusok alapjait, LiDAR szenzor mérési adatait feltételezve. A különböző állapotbecslő módszerek által kapott eredmények összehasonlításra is kerültek. A becslő algoritmusok meghatároznak egy mérési bizonytalanságot reprezentáló paramétert is, amely felhasználható a mozgástervező algoritmusban egy költségfüggvény alapú módszert alkalmazva. Ezen költségfüggvényt lehet alkalmazni a reaktív mozgástervezési feladat során a saját robot sebességvektorának kiválasztása érdekében.

A becslő algoritmusok, illetve az ütközésmentes mozgástervezés eredményei szimulációkban kerültek tesztelésre, mely magában foglalta a MATLAB-ban kifejlesztésre kerülő algoritmus szimulációs megjelenítését is. Feltételezhető, hogy a robot környezetének egy részét előre ismeri (pl. álló akadályok helyzetét térkép alapján), míg más akadályokról (pl. más mozgó járművekről) 2D LiDAR szenzor segítségével gyűjt információt.

A mozgástervező algoritmus, annak kiterjesztése a jövőben felhasználható lehet az önvezető robotok és járművek pályatervezési algoritmusában.

Gyenti Bálint

Természettudományi Kar
Analízis Tanszék

Funkcionálanalízisbeli problémák vizsgálata

A kutatás témája bizonyos, a funkcionálanalízis területéhez sorolható, úgynevezett megőrzési problémák vizsgálata. Ezek célja adott matematikai objektumok bizonyos értelemben vett szimmetriáinak, azaz a struktúrát (legalább részben) invariánsan hagyó transzformációinak leírása. A kutatás során az alábbi két konkrét problémakörrel foglalkoztunk.

1. Algebrai struktúrák szimmetriái az automorfizmusok, az úgynevezett "lokális" automorfizmusokra pedig mint pontonként valamilyen automorfizmussal megegyezően ható transzformációkra gondolhatunk. Ezen transzformációk vizsgálatát a funkcionálanalízisen belül eredetileg az invariáns altér probléma motiválta, ám az elmúlt évtizedekben önmagukban is érdekes kérdések merültek fel a fogalommal kapcsolatban. A kutatás során egy nemrégiben bevezetett, a korábbiaknál restriktívebb, de egyúttal természetesebb lokális automorfizmus-fogalommal kapcsolatos problémákat vizsgáltunk, főként algebrai kontextusban. Az elért eredmények mátrixalgebrák automorfizmuscsoportjának úgynevezett gyenge 2-reflexivitásával kapcsolatosak.

2. Operátor-, illetve mátrixközepek a valós számok átlagainak messzemenő általánosításaként születtek. Közülük analitikus szempontból a legérdekesebbek az úgynevezett Kubo-Ando közepek, hiszen (Kubo és Ando eredményei szerint) ezek egyértelmű megfeleltetésben állnak a pozitív félegyenesen értelmezett operátormonoton függvényekkel. A közepekre kétváltozós műveletként tekintve természetesen adódik az algebrai és analitikus struktúra kapcsolatának vizsgálata, többek között a közepek normáit megőrző transzformációk, illetve az úgynevezett rendezésmeghatározó tulajdonság (OD property) vizsgálata. Ez utóbbi problémával kapcsolatban egy jelentős technikai áttörést tartalmazó cikket publikáltak a közelmúltban, ennek nyomán tanulmányoztunk hasonló kérdéseket a teljes operátoralgebra pozitív kúpja helyett Schatten-osztályú operátorokon.

Haba Tamás

Gépészmérnöki Kar

Mechatronika, Optika és Gépészeti Informatika Tanszék

Szakaszosan sima dinamikai hatások vizsgálata mechatronikai rendszerekben

A mechatronikai rendszerek speciális sajátossága, hogy integráltan tartalmazzák a gépészeti és a villamos alrendszereket, valamint az ezek működését felügyelő és szabályozó digitális irányítás eszközeit. Ennek eredményeként az egyes részterületek jellemzői együttesen jelennek meg a különböző mechatronikai alkalmazásokban.

A mechatronika egyik kiemelten fontos alkalmazási területe a pozíciószabályozás, mely során egy mechanikai rendszer mozgását egy digitálisan implementált szabályozó irányítja. A gépészeti konstrukció megvalósításából eredően jellemzően száraz súrlódási hatások is fellépnek a szabályozott rendszerben, amely legegyszerűbben a Coulomb-féle súrlódási modell segítségével írható le. A Coulomb-súrlódás karakterisztikája azonban szakadást tartalmaz, így a mechanizmus mozgását úgynevezett jobb oldalon nem folytonos differenciálegyenletek írják le. Ehhez hasonló módon a digitális megvalósítás is nem folytonos hatásokat idéz elő, ugyanis a mintavételes szabályozó minden mintavételi pillanatban frissíti a beavatkozó jel értékét, ami így ugrásszerűen változik.

A mintavételezés és a száraz súrlódás együttes jelenléte kapcsolt dinamikai viselkedést eredményez, ugyanis a vizsgált rendszerek dinamikájában a mozgás irányváltozásakor a súrlódás, a mintavételi pillanatokban pedig a digitális szabályozás hatására új kezdeti feltételekből kiindulva lehet a mozgásegyenleteket megoldani. Ez az úgynevezett szakaszosan sima viselkedés megnehezíti a mechatronikai rendszerek vizsgálatát, ugyanis a két kapcsolási mechanizmus egymástól függetlenül megy végbe, például a mozgás irányváltása két mintavételi pillanat között is megtörténhet. A műszaki gyakorlatban többnyire ezen jelenségek elhanyagolásra kerülnek, vagy közelítő módszerekkel, például a száraz súrlódás viszkózus csillapításként, vagy a mintavételezés holtidős tagként vehető figyelembe. Ezen megközelítések sok esetben megalapozottak lehetnek, azonban a valós rendszerek kevésbé pontos leírásához is vezethetnek, amivel a különböző numerikus szimulációk és kvalitatív vizsgálatok, például a stabilitásvizsgálat pontatlan eredményhez vezethet. Jelen kutatás fókuszában olyan módszerek feltárása áll, amelyekkel a száraz súrlódás és a mintavételezés által okozott kapcsolt dinamikai hatások egyaránt figyelembe vehetők. Ezen megközelítések közé tartozik mintavételezés egyenértékű helyettesítő modellezése (például negatív viszkózus csillapítással), illetve azon speciális esetek vizsgálata, amikor a két nemsima hatás kapcsolásai egybeesnek. A vizsgált módszerek lehetővé teszik a pontosabb dinamikai modellek megalkotását, ami kulcsfontosságú a mechatronikai rendszerekben megjelenő, mintavételezéshez és száraz súrlódáshoz kapcsolódó alapjelenségek megértéséhez.

Hauck Bence

Gépészmérnöki Kar
Műszaki Mechanikai Tanszék

Rétegelt kompozit szerkezetek modellezése a rétegek közötti folytonossági feltételeket kielégítő módszerekkel

A rétegelt kompozit szerkezetek általában rúdként vagy lemezként modellezhetők mechanikai szempontból. Számos rúd- és lemezmodell létezik, amely alkalmas az ilyen problémák leírására, viszont a legtöbb modell nem elégíti ki maradéktalanul a valóságban megjelenő perem- és folytonossági feltételeket. Ugyanis ezekben a modellekben az egyes rétegek között a nyírófeszültségek nem folytonosak, továbbá, a terheletlen felületeken a nyírófeszültségek nem feltétlenül vesznek fel zérus értéket. Ezeket a plusz feltételeket azonban bevezethetjük a Lagrange-féle multiplikatós módszerrel, ami matematikai szempontból egy differenciálalgebrai egyenletrendszerre vezet. Ezen rendszerek analitikus megoldása nehézkes, gyakran nem is lehetséges.

A jelen kutatás során a plusz feltételekkel kiegészített modelleket végeelem módszerrel diszkrétizáljuk és ezáltal a fent említett problémák numerikus megoldásait mutatjuk be. Fontos, hogy egy ilyen modell alkalmazásához magasabb rendű rúd- és lemezelméleteket kell használni, különben nem lesz elegendő szabad paraméter a modellben, így az túlhatározottá válik. A végeelem módszer szempontjából, az elemi egyenletek létrehozásánál célszerű a Hermite-féle interpolációt alkalmazni, hogy a deriváltak és ezáltal a feszültségek is folytonosak legyenek az elemek határain. Az elmozdulásparamétereket és a Lagrange-multiplikátorokat egyaránt interpoláljuk, ezzel a végeelem egyenletekben megjelenik egy plusz merevségi mátrix, amely a kiegészítő feltételek teljesülését biztosítja. A módszer alkalmazható statikus és dinamikai problémákra is. Itt kifejezetten sandwich-szerkezetű rudakkal és lemezekkel foglalkozunk, ahol a maganyagot összenyomhatónak tekintjük. Azonban a modellezési eljárás általánosítható tetszőleges rétegelt szerkezetekre. Mivel a rúdmodellek és lemezmodellek között fennáll az a kapcsolat, hogy minden rúdmodell (1D) kiterjeszthető egy síkbeli lemezmodellre (2D), ezért ebben a tanulmányban is először a fent említett módszerekkel létrehozunk egy rúdmodellt, majd azt kiterjeszthetjük lemezfeladatokra is. A modellek verifikálására jól ismert modelleket és kereskedelmi végeelem szoftvert alkalmazunk.

Hegedűs Tamás

Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar
Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

Ultra-lokális modell alapú irányítási struktúra kidolgozása autonóm járművek számára

A kutatás során egy autonóm járműirányításhoz köthető algoritmus került kidolgozásra. Korábbi eredményekre alapozva, melyet a hiba-alapú ultra-lokális szabályzási módszer jelent, egy laterális szabályzó kerül fejlesztésre magasan automatizált járművek számára. A szabályzó alapját az említett módszertan, illetve egy modell prediktív irányítási algoritmus adja. A kombinált megoldás során nem került pontos járműmodell felépítésre, csak kinematikai összefüggések kerültek figyelembevételre. Ez azt jelentette, hogy nem volt szükség járműspecifikus információkhoz a modellezési folyamat során, amely nagyban megkönnyíti ezen feladatot. Továbbá, a rendszerben található nemlineáris hatások kezelésére az ultra-lokális módszer került implementálásra.

A kutatás során létrehozott algoritmus eredményei összehasonlításra kerültek egy komplexebb, pontosabb modellt tartalmazó irányító algoritmussal. A kiértékelés a CarMaker járműdinamikai szimulációs szoftver segítségével készült, amely egy komplex, nemlineáris jármű modellt tartalmaz. A szimulációs tesztek eredményeit elemezve elmondható, hogy a bemutatott módszer képes a komplexebb algoritmussal közelítőleg megegyező performancia szintet adni. Érdeemes megemlíteni, hogy a redukált modell alkalmazása miatt az algoritmus számítási kapacitása is szignifikánsan csökkent.

Horváth Hanna Zsófia

Gépészmérnöki Kar

Műszaki Mechanikai Tanszék

Önvezető elektromos kétkerekű jármű egyensúlyozása

A járműdinamika területén számos jelenség a járművek oldalirányú stabilitásával áll kapcsolatban. A téma régóta kutatott terület, azonban a vontatott kerekek szitálása (az ún. „shimmy” jelensége), a motorbiciklik imbolygó mozgása, a vontatmányok kígyózása és a bőröndök pattogása a mai napig érdeklődés tárgyát képezik tudományos körökben. Az önvezető járművek fejlesztése pedig olyan új kutatási irányokat jelöl ki, melyek szorosan kapcsolódnak ezekhez a területekhez. A kutatásom során kétkerekű járművek (pl. motorbiciklik vagy elektromos rollerek) álló helyzetben való egyensúlyozásának lehetőségeit, a stabilitás szempontjából kritikus paramétertartományokat vizsgáltam. A szakirodalomban megtalálható Whipple-modellt alapul véve megalkottam a kétkerekű jármű térbeli mechanikai modelljét, majd a geometriai és kinematikai kényszereket figyelembevéve levezettem a nemlineáris mozgásegyenleteket.

Vizsgáltam, hogy hogyan lehet biztosítani a jármű egyenesfutását a kormányszög változtatásával. Ehhez egy lineáris, teljes állapotviszacsatolást tartalmazó kormány szabályozó algoritmust írtam fel, figyelembevéve a szabályozási körben fellépő időkésést. Lineáris stabilitási térképek segítségével megmutattam a szabályozóparaméterek, az időkésés, valamint a villaszög és az utánfutás hatását. A vizsgálat alapján elmondható, hogy pozitív utánfutás esetén a lineárisan stabil tartomány igen szűk és a motorbicikli sikeres egyensúlyozásához a szabályozóban fellépő időkésés értékének igen kicsinek kell lennie. Az egyensúlyozási feladat szempontjából a negatív utánfutás előnyös, azzal a lineárisan stabil tartomány jelentősen nagyobb.

A jármű egyensúlyozása elemezhető keresztbefordított kormány esetén is (a kormányszöget 90° -ra lerögzítve). Ez esetben a kormányzott kerék szabályozott meghajtásával valósítható meg a függőleges helyzet stabilizálása. A lineáris stabilitásvizsgálat alapján behangolt szabályozó viselkedése tesztelhető nagyobb szögek esetére is, például numerikus szimulációk segítségével, a nemlineáris egyenleteket felhasználva.

Hrutka Bence Péter

Építőmérnöki Kar

Általános és Felsőgeodézia Tanszék

Pontfelhők automatizált feldolgozása és kiértékelése

Napjainkban a különböző pontfelhőt alkotó technológiák, mint például a földi és légi lézerszkennerek, különböző mobil térképező rendszerek és pilóta nélküli légijárművek egyre inkább kezdenek elterjedni az építőmérnöki szakmában, ezen belül is a geoinformatikában. Ennek oka, hogy ezekkel a modern eszközökkel ma már nagy területeket részletesen, költséghatékonyan és relatíve pontosan tudunk felmérni. Sokszor azonban a mérése eredményeként előállított több száz millió pontból álló pontfelhők felhasználása, feldolgozása nem egy egyszerű feladat. A manuális feldolgozás gyakran igencsak idő-, és hardverigényes lehet és legtöbbször a pontfelhőknek csak relatíve kicsi részét használjuk fel a különböző végtermékek előállítására. A probléma megoldása lehet az olyan korszerű matematikai módszerek (pl.: sorozatos RANSAC), gépi tanuláson (pl.: DBSCAN) alapuló algoritmusok alkalmazása, amely lehetővé teszi a pontfelhők hatékony, automatizált feldolgozását.

Egy alkalmazási lehetősége lehet az automatizált feldolgozásnak az ingatlan-nyilvántartási térképek aktualizálása, felújítása, ahol a nagyobb területek, települések felmérése során keletkező nagyméretű pontfelhőn az egyes épületek detektálása, majd elkülönítése kiemelt fontosságú lehet az egyes végtermékek (térképek, 3D modellek) előállítása szempontjából. A kutatásom célja a korszerű feldolgozási módszerek segítségével megvalósítható épület pontok detektálása, szegmentálása volt drón fotogrammetriával végzett felmérések eredményén; a pontfelhőn.

Huzsvár Tamás

Gépészmérnöki Kar

Hidrodinamikai Rendszerek Tanszék

Ivóvízhálózatok szivárgáscsökkentő szelepkiosztás optimalizációja

Napjaink közműhálózatai minden eddiginél több embert látnak el, az egészséges és komfortos élethez szükséges alapvető forrásokkal. E folyamat következményeként napjaink ivóvízhálózatai, igen heterogén komplex struktúrák, amelyből fakadóan majdnem minden régióban találhatóak olyan ivóvízhálózatok, ahol nyomásproblémák, gyakori csőtörések vagy magas vízszivárgási értékek jelentkeznek.

Sajnálatos tény, hogy az ivóvízhálózatok mindegyike szivárog valamilyen mértékben, lévén ezen kiterjedt és összetett hálózatok a föld alatt találhatóak, ebből fakadóan pedig a hibák azonosítása összetett és nagy eszközigenyű feladat. Amennyiben egy ivóvízhálózat eléri a hálózati veszteség azon szintjét, ahol már a hibák nem kezelhetők külön-külön, úgy általában nyomáscsökkentő kampány végrehajtására van szükség, mivel egy ilyen megoldás hamar megtérül és lehetőséget biztosíthat a vízmű számára a folyamatos, de időben eltolt hibakeresés elvégzésére. E folyamat azonban egy közel sem triviális feladat annak okán, hogy a legegyszerűbb ivóvízhálózatoktól eltekintve, napjaink hálózatai nem fagráfok, ami azt jelenti, hogy egy új szelep hozzáadása nem jelenti egyértelműen egy új nyomászóna lehatárolását.

Ezen felül pedig még kevésbé jól körül határolt feladat az optimális nyomásbeállítás meghatározása. Ezen feladat végrehajtására, a kutatás során létrehozásra került egy olyan programkód, amely a klaszterezés elvén a hálózat modularitását csökkentve határolja körül a lehető „legolcsóbban” – legkevesebb nyomáscsökkentő szelep vagy tolózár segítségével körül határolható – nyomászónákat a hálózaton. Ezt követően pedig egy differenciális evolúciós algoritmus segítségével kerül meghatározásra az optimális szelepbeállítás. E technika hét darab valódi ivóvízhálózat esetén került tesztelésre és mindegyik esetében jelentős szivárgáscsökkenés elérésére nyílt lehetőség általa.

Ezen eredményeket két folyóiratcikk formájában mutattuk be a szakmai közösség számára, amelyek közül az egyik a Periodica Polytechnica Mechanical Engineeringben jelent meg, míg a második a Water Resources Management (IF = 4.47) című impakt faktoros Q1-es újságban van jelenleg bírálat alatt. Ezen felül lehetőségem nyílt az eredmények bemutatására a World Water Congressen, amely a terület legjelentősebb szakmai konferenciái között számontartott esemény. Ezeken felül pedig vállalásaimhoz igazodóan több BSc és egy MSc hallgatót is sikerült bevonnom a projektbe, így növelve a megvizsgálható lehetőségek és szcenáriók számát.

Iklódi Zsolt

Gépészmérnöki Kar
Műszaki Mechanikai Tanszék

Adaptív tempomattal és balesetmegelőző automatikával felszerelt autók hatásának vizsgálata a forgalom dinamikájára és áteresztőképességére

A modern autók egyre nagyobb szenzor- és kommunikációs kapacitásokkal rendelkeznek. Az így nyert nagymennyiségű adat és az egyre kifinomultabb szabályozó algoritmusoknak köszönhetően a vezetés egyre magasabb szintű automatizációja válik megvalósíthatóvá. Bizonyos vezetési feladatok automatizálásával nem csupán egy adott autó útját tudjuk optimalizálni, hanem globálisan is hathatunk a forgalom dinamikájára. Például csökkenthetjük dugók kialakulásának valószínűségét, és növelhetjük útszakaszok áteresztő képességét.

Általános forgalmi szituációkban elengedhetetlen számolni váratlan eseményekkel, vezetési szituációkkal, vészhelyzetekkel. Ezek biztonságos átvészeléséhez balesetmegelőző automatikákat is implementálnunk kell az önvezető autókban. Így egy kapcsolt, szakaszosan-sima kontrollert kapunk, amely a véges számítási és kommunikációs sebességek miatt időkéséssel is terhelt. Mérési tapasztalatok alapján az emberi sofőrök viselkedése is egy hasonló késleltetett, kapcsolt kontrollrel jellemezhető.

Az autóforgalom dinamikáját leíró modell így egy szakaszosan-sima késleltetett differenciálegyenlet rendszerre vezet. Ezek analitikus vizsgálata szinte lehetetlen, a numerikus vizsgálatukra pedig kevés eszköz áll rendelkezésre. Az ehhez hasonlómodellek analízise az irodalomban szinte kivétel nélkül időbeli szimuláció alapú.

Jelen kutatás során a rendszer dinamikájának feltérképezését egy új, saját fejlesztésű, kollokáció alapú, periodikus pálya követő szoftvercsomag segítségével végeztük el. Így az időbeli szimulációkból nyerhető eredményeken túlmutató belátást szerezhettünk a modell viselkedésébe, mivel lehetővé vált periodikus megoldások stabilitásvizsgálata, instabil pályák numerikus követése, valamint szakaszosan-sima rendszer specifikus bifurkációk („grazing”, „sliding”) detektálása és követése. A numerikus pályakövetéshez készült programcsomag független a vizsgált dinamikai rendszertől, így módosítások nélkül más tetszőleges szakaszosan sima késleltetett differenciálegyenletek vizsgálatára is alkalmazható.

Kápolnainé Nagy-Göde Fruzsina

Építőmérnöki Kar

Geotechnika és Mérnökgeológia Tanszék

Felszínmozgás veszélyjelző rendszer kidolgozása a Balaton keleti medencéjének mintáján

Az egyre szélsőségesebb időjárási viszonyok következtében mindinkább gyakoribbá válnak a felszínmozgásos folyamatok, amelyek világszerte összegezve ezres nagyságrendű áldozattal járnak. Hazánkban szerencsére haláleset nem fordult elő az elmúlt években, de jelentős anyagi károkat okozó lejtőmozgások kialakulnak egyes területeken. Ezek közül néhány terület különleges morfológiai adottságokkal bír. A Balaton és Duna menti magaspartoknál a geológiai viszonyok miatt fokozott mozgásveszéllyel kell számolnunk, amit az elmúlt évek káreseményei is igazolnak, amikor a mozgások hónapokra megbénították az érintett szakaszok közlekedését, elzárva utakat és vasutakat (pl. Balatonakarattya, Nagymaros). Hazánkban a legtöbb lejtőmozgás csapadékos klímaperiódusok után történik a rétegek átázása következtében. A Balatonakarattya és Balatonkenese határán húzódó magaspartnál 2020 óta mozgás- és talajvíz monitoring működik rendszeres mérésekkel. Jelen kutatás során ezek eredményeit vizsgáltam.

Összevettem az elmozdulási adatokat, a vízállás és csapadék adatsorokkal. Ezek alapján együttesen elemeztük az adatokat azért, hogy magyarázatot kapjunk a terület lassú mozgásaira és annak a környezeti hatásokkal való összefüggésére. Az inklinométer mérőkutakban vízszintes irányú elmozdulás profilok mutatják a felszín alatti mozgásokat, melyek közül a nyírási zóna mozgásai a legkockázatosabbak. Miután a potenciális csúszási felületet korábbi vizsgálataimban már azonosítottam és különböző állékonysági modellekkel alátámasztottam, a mostani kutatásban az inklinométer mérések eredményeit újszerű módon dolgoztam fel: a nagyon lassú mozgással jellemezhető magasparra vonatkozó sűrű adatsor értelmezéséhez az elmozdulás görbéket nevezetes pontjukkal lehetett ábrázolni az idő függvényében, összevetve a napi csapadékösszegekkel. Az eredmények azt mutatják meg, hogy a csapadékhullámok hatása mekkora késleltetéssel és milyen mértékben jelentkezik elmozdulások formájában. A több éves megfigyeléseket a mozgás veszélyének előrejelzésére használjuk fel: a módszerben csapadék és idő tényezők szerepelnek, melyek alapján mozgás kockázati szinteket határozzunk meg, így a módszer megfigyelés nélküli területekre is alkalmassá tehető úgyis mint előre jelző rendszer. Ezen mérések segítségével a káresemények minimalizálhatóak és egyes mozgások jobban előre jelezhetővé válnak.

Kemény Alexandra

Gépészmérnöki Kar

Anyagtudomány és Technológia Tanszék

Gradiens fémhabok szerkezetvizsgálata

A különböző fémhabok kutatása során előtérbe került a tervezhetőségük kérdése, illetve egy szerkezeti elemen belül a tulajdonságok változtathatósága az igénybevételre szabva. A különféle típusú fémhabok számos módszerrel állíthatók elő. A funkcionális tulajdonságok változtatása a szakirodalomban két módon jelenik meg. Az egyik az osztályozott, valamilyen szabályos módon rétegelt töltőanyagú kompozit fémhabok gyártása, ahol a két alkalmazott töltőanyag tulajdonságai eltérnek. A másik, a sűrűség átmenetes (folyamatos vagy diszkrét) változtatása a fémhab egyik térbeli irányában ("gradiens" fémhabok).

Kutatásom során változó térkitöltésű (sűrűségű) gradiens fémhabokat állítottam elő kisnyomásos infiltrálással. A gradiens fémhabokban a sűrűség átmenetesen (folyamatosan vagy diszkrét lépésekben) változik a fémhab egyik térbeli irányában. Ez azt jelenti, hogy adott felhasználás során ismert terhelések függvényében megtervezhető a hab sűrűségeloszlása. A fémhabok töltőanyagát alumínium granulátummal keverve változtatom lokálisan a fémhab sűrűségét (a töltőanyag térkitöltésén keresztül). Mátrixanyagként AlSi10MnMg (Silafont-36), kiválóan keményíthető alumínium ötvözetet alkalmaztam, töltőanyagként pedig vasgömbhéjat (FeP, Ø2,0 mm). A fémhabokat hőkezelttem, majd a szerkezeti tulajdonságait CT vizsgálatokkal, a rugalmas mechanikai tulajdonságait pedig modális analízissel mértem fel.

Modális analízissel megmértem az első torziós, és az első és második hajlító sajátfrekvenciákat, majd ezekből ASTM E1876-21 szabványon és Timoshenko rúdelméleten alapuló differenciálegyenlet rendszerek segítségével meghatároztam az effektív rugalmassági-, és nyírómoduluszt, amelyek pontosabb eredményt adnak a roncsolásos vizsgálatok során mért eredményekhez képest. Az alkalmazott Timoshenko rúdelméleten alapuló paraméterillesztés közel azonos eredményeket ad, mint a szabványos eljárással meghatározott rugalmas tulajdonságok, azonban képes figyelembe venni a rúd inhomogenitásait, így habszerkezetekre pontosabban alkalmazható, amennyiben a minta sűrűségfüggvénye ismert (jelen esetben CT vizsgálattal meghatározott). Továbbá csak a hajlító sajátfrekvenciákból számol, így egy mérési elrendezésből meghatározható a rugalmassági modulusz.

Klaniczay János

Építészmérnöki Kar
Urbanisztika Tanszék

A városi örökség megismerésének lépései

A városi turizmus az utóbbi évtizedekben soha nem látott mértékben nőtt, így a városi örökség bemutatására egy teljes iparág épült ki. Tematikus városi sétákon a helyi épített és kulturális örökséget lehet alternatív módon megismerni autentikus forrásokon keresztül, lokális élményeket szerezve. Az eredetileg turisták számára kitalált élményalapú városi programok helyiek körében is nagy népszerűségnek örvendenek, a tágabb saját lakókörnyezet megismerésére Budapesten is számos szervezett lehetőséget találni, sok esetben városi séták formájában. A városlakók a saját környezetük megismerése révén olyan élményben részesülnek, ami a helyidentitásukat, a városhoz való kötődésüket is befolyásolja.

A BME Urbanisztika Tanszék évtizedek óta szervez tematikus városi sétákat az épített környezeti oktatás keretein belül, a tanszéki tantervbe szervesen integrált módon. Elsőéves hallgatók a „Bevezetés az építészetbe” c. tárgy során vehetnek részt tematikus sétákon, a „Budapesti változások” kurzus pedig egy teljes szemeszter során dolgozza fel a főváros fejlődéstörténetét sétákon keresztül és még számos tantárgy kapcsán szerveződnek séták. Az építészeti oktatásban alkalmazott módszerek adaptálhatósága az épített környezeti nevelés tágabban vett területén belül a városfejlesztés egy még kevésbé vizsgált területe.

Kutatásom során a BME Urbanisztika Tanszék városi sétákkal kapcsolatos oktatási gyakorlatát térképezem fel, a séták során végzett kérdőíves és geolokalizált fotókon alapuló elemzések segítségével pedig a helyidentitás változásainak mérésére teszek kísérletet. A tanszék munkásságának kutatása és publikálása az egyetem hagyatékát gyarapítja, továbbá lehetőséget teremt az építészoktatás jó gyakorlatain keresztül az épített környezeti nevelés eszköztárának bővítésére is.

Kovács Adorján

Villamosmérnöki és Informatikai Kar

Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszék

Optimalizációs módszerek vizsgálata pingpongozó robotkar demonstrációs alkalmazáshoz

Az ipar 4.0 megoldások a hatékonyság növelése, illetve a feladatok komplexitásának kezelése érdekében intelligens, egymással kommunikáló és kooperáló komponensek segítségével valósítanak meg egy-egy feladatot. Az aktív együttműködés érdekében nagy sávszélességű és minimális késleltetésű kommunikációs rendszerre van szükség, így az 5G kulcsszerepet játszik ezen rendszerekben többek között a cloud computing lehetőségének biztosításával. Ilyen jellegű rendszereket nemcsak ipari környezetben lehet létrehozni, számos szórakoztatási céllal készült alkalmazással is lehet találkozni, melyek technológiai kihívásokat jelentenek.

A kutatás során egy interaktív demóalkalmazás fejlesztését valósítottuk meg, amely számos technológia szinergiájának segítségével oldja meg a pingpongozás komplex feladatát. A kutatás hozzáadott értékét az adja, hogy egy olyan 5G demonstrációs alkalmazást valósítottunk meg, mely egyszerű, elérhető eszközök felhasználásával, egyszerű konfigurációban, fizikai és geometriai megfontolásokra, valamint matematikai optimalizálási eljárásokra építve oldja meg a feladatot.

Az alkalmazás hardveres környezetét a pingpongasztal mellett egy számítógép, egy hagyományos módon telepített Universal Robots UR5e robotkar, valamint egy Intel RealSense kamera adja. Első lépésként irodalomkutatást végeztem, mely alapján modellt állítottam fel a labda mozgására, illetve az ütközési, pattanási helyzetekre. Ezt követően meghatároztam a megoldandó részfeladatokat, melyek a képfeldolgozás alapú labdapozíció-meghatározás, a pályabecslés és kívánt pálya, valamint kívánt ütés meghatározás és az ütési mozdulat tervezése és végrehajtása.

A képfeldolgozás és a 3D pozíciómeghatározás feladatait a projekten dolgozó munkatársaim végezték mélységi kamera segítségével. A pályabecslés feladatát egyfajta modellillesztési problémaként oldottam meg, bevezetve különböző megoldásokat, melyek segítségével a megfelelő pillanatban a megfelelő pontosságú becslések előállíthatók. A kívánt ütés meghatározására optimalizálási feladatot definiáltam, mely segítségével a későbbiekben egy komplexebb játéklogika is megvalósítható különböző nehézségi szintek kezelésével (játék gyorsaságának, visszaütés utáni pattanási zónának előírása korlátozásként).

Az ütési mozdulat megtervezésére geometriai alapú megközelítést valósítottam meg, melynek segítségével eleget lehet tenni a konfigurációs megkötéseknek, valamint az ütközések elkerülhetőek. A valós idejű megvalósítás érdekében egy ütési taktikát dolgoztam ki, mely a robotkar ütemezett trajektória végrehajtása számára állít elő referenciát, figyelembe véve a rendszer korlátait és a mérési pontatlanságokat.

Kőhalmy Nóra

Építészmérnöki Kar
Középülettervezési Tanszék

IDŐTLEN MONOLIT.

Maradandó tartalmak keresése aktualitások metszetében

A közelmúltban jelentősen megváltoztak építési és bontási szokásaink. A 20. századi épületeknek az idő előrehaladtával tapasztalható tartósságvesztése miatt, és a drága felújítási költség, valamint a megváltozott funkcióhoz köthető nehéz adaptálhatóságból következően a korszerűtlenné vált létesítmények szellemépületté válása, majd lebontása tendenciává vált. Nagyjából az ezredforduló körül bekövetkezett egy paradigmaváltás az építésmódszerünkben, mely szerint az addig használatos, többnyire homogén falakból készülő monolitikus építést szinte kizárólagosan felváltották a réteges szerkezetek, és ezt a fajta építést manapság is általánosan alkalmazzuk.

Épületeink így napjainkban – a speciális műszaki igények kielégítéséből eredően – sok különböző tulajdonságú anyagból készülnek: egymás függvényében egyre több, ugyanakkor nagyon különböző matériát, szerkezetet kell összeépítenünk, az így készült házak várható élettartama nehezen tervezhető. Emellett a tervezési folyamatban egyre többféle szakma jelenik meg, így a téri környezet helyett az infrastrukturális környezet felé tolódtak el a hangsúlyok, mely miatt sokszor fajlagosan kevesebb energia jut az építészeti kérdésekre.

Ez a problémahalmaz olyan kísérletekhez vezetett, melyek a kevesebb fajta építőanyag használatára törekednek – mind a hagyományos technológiák, mind a legkorszerűbb fejlesztések esetében. Ezek az útkeresések sokszor az épületek hosszú távú értékfennállására törekednek, amely miatt kapcsolhatóak – ha nem is a teljes, de legalább a részleges – időtlenséghez.

A kutatás során azt vizsgálom, hogy időtálló, kortárs monolit építésű házaknak a homogén anyag használatából eredően milyen fizikai és szellemi tartalékai lehetnek, valamint milyen tervezői eszmei szándékot képesek kifejezni, erősíteni. Különböző jelenségeket próbálok megragadni mind materiális, mind metafizikai értelemben maradandó tartalmakat vizsgálva – amelyek egyben aktuálisak is – létrejöttük motivációit vizsgálva, hogy ezt a napjainkban komfortzónán kívülinek tekinthető építési eszközt milyen kísérletekre alkalmazzák újból a kortárs építészetben.

Krizsma Szabolcs Gábor

Gépészmérnöki Kar
Polimertechnika Tanszék

Prototípus fröccsöntő szerszámok szimulációs elemzése

A fröccsöntő szerszámok üzem közbeni deformációinak megfelelő pontosságú előrejelzése alapvető fontosságú a gyártott termék méretpontossága és a szerszám élettartam becslése szempontjából egyaránt. Amennyiben a szerszám kritikus részeinek (jellemzően a formaadó felületek) üzem közbeni deformációja kellő pontossággal modellezhető még a korai tervezési szakaszban, úgy a fröccstermékek méreteltérései becsülhetővé válhatnak. Ezáltal a számos próbát igénylő szerszámkészítési folyamat rövidebb és hatékonyabb lehet továbbá lágyabb prototípus betétanyagok esetében segíti a méretpontos termékgyártást.

A kutatásom első felében kidolgoztam egy átfogó állapotfelügyeleti rendszert prototípus szerszámbetétekre, amelyben az üzem közbeni nyúlások, az üregnyomás valamint a betét térfogatának és formaadó felületeinek hőmérséklet lefutása vizsgálható. Ezáltal egy átfogó kép kapható a szerszámbetét mechanikai és termikus állapotáról is. Az állapotfelügyeleti rendszert alkalmaztam alumínium, termoplasztikus és nem termoplasztikus polimer szerszámbetétek vizsgálatára is.

Munkámban ezután megvizsgáltam, hogy a fröccsöntő szerszámok üzemi deformációinak szimulációjára milyen lehetőségek vannak. Ehhez alapvetően két megközelítést alkalmaztam. Az első a fröccsöntés szimulációs célszoftverben (Autodesk Moldflow Insight) lévő saját modul (Core Shift), amely a fröccsöntés szimulációval számított nyomás- és hőmérséklet-eloszlásokat adja terhelésként a termékkel érintkező formaadó betétekre. A másik lehetőség egy általam kidolgozott kapcsolt megközelítés, amelyben a fröccsöntés szimulációval számított nyomás- és hőmérséklet-eloszlások, valamint a vizsgált szerszámelemek végeselemes hálóját egy mechanikai szimuláció bemeneteként használhatók. A szimulációs eredmények validálására méréseket végeztem az általam kidolgozott átfogó állapotfelügyeleti rendszerrel és alumínium szerszámbetét esetén nagy pontossággal leírható volt a folyamat a kapcsolt végeselemes megoldással.

A kapcsolt szimuláció jelentős előnye a javuló pontosság mellett az is, hogy egy professzionális mechanikai végeselemes rendszerben összetett, viszkoelasztikus anyagmodellek is alkalmazhatók, amelyek polimer fröccsöntő szerszámbetétek és inzerterek üzemi deformációinak vizsgálatára lehetnek alkalmasak. A viszkoelasztikus anyagmodell felállításhoz szükséges kiegészítő anyagvizsgálatokat elvégeztem. A polimer szerszámbetétek üzemi viselkedésének állapotfelügyelete és modellezése egyértelműen újszerű, mivel a nemzetközi szakirodalomban még elenyésző számú eredmény áll rendelkezésre. A terület gyakorlati relevanciáját az adja, hogy a polimer szerszámbetétek (mint kisszériás prototípus szerszámok) alkalmazása a fröccsöntő iparban egyre népszerűbb, mivel segítségükkel a gyártott termék geometriája adott technológiai határokon belül gyorsan és rugalmasan változtatható.

Kürtössy Olivér Csaba

Természettudományi Kar
Fizika Tanszék

Epitaxiális szupravezető rétegekkel rendelkező InAs nanopálcák kísérleti vizsgálata

Napjainkban az InAs félvezető nanopálcák a kvantumelektronika egyik legintenzívebben kutatott eszközei közé tartoznak. Népszerűségük több különleges tulajdonságból fakad: erős spin-pálya kölcsönhatással rendelkeznek, létrehozhatók mesterséges atomok, ún. kvantumpöttyök bennük, illetve szupravezető elektródákhoz is csatolhatók. Utóbbi két sajátosságnak köszönhetően ideális jelöltek az elméleti kutatások által javasolt Kitaev-lánc megvalósításához, ami egy mérföldkő a topologikus kvantumszámítás realizációja felé. Közös szupravezetővel összecsatolt párhuzamos kvantumpöttyök, mint a Kitaev-lánc alapvető építőeleme, létrehozhatók párhuzamos InAs nanopálcák és egy, az őket összefogó epitaxiálisan növesztett Al réteg segítségével. Ebben a rendszerben tanulmányozhatóvá válik az ún. Cooper pár szétválasztás és a kereszt Andreev reflexió, melyek a szupravezetőben összefonódott párt alkotó elektronok térbeli szeparációjának és rekombinációjának hajtóereje. Ugyanakkor a kvantumpöttyök közötti kölcsönhatás megváltozhat, ha az őket összekötő szupravezető Al réteg egy véges méretű szigetet képez, melyen az elektronszám kvantálttá válik. A transzportban bizonyos folyamatok korlátozódnak, és olyan egzotikus kötött Andreev állapotok alakulhatnak a kvantumpöttyökben, amelyek a topologikus kvantumszámításhoz szükséges, különleges statisztikájú kvázi-részecskék, ún. Majorana ferminok, illetve Parafermionok realizációját eredményezheti. A munka során két, a nanopálcákban létrehozott, szupravezető sziget által összekötött kvantumpötty viselkedését vizsgálom ultra alacsony hőmérsékleten végzett transzportmérésekkel. Bemutatom a sziget szupravezető állapotában a páros és páratlan elektronszámú betöltésének aszimmetriáját, illetve ennek a kvantumpöttyökön keresztül történő hangolhatóságát, ami a három objektum közötti erős kölcsönhatást fejezi ki. Továbbá megvizsgálom a sziget és a kvantumpöttyök között fellépő hibridizáció karakterisztikáját, amelyek a későbbiekben a Parafermionokhoz szükséges rendszerek megértését szolgálja.

Lelkes János

Gépészmérnöki Kar
Áramlástan Tanszék

Oscillátorok és véletlen mátrixok

A kutatásom során nemlineáris hiszterézises oszcillátorok dinamikai viselkedésével, diszkrét rendszerré való átírásával és a leképezés mátrixának vizsgálatával foglalkoztam. Az egyes szabadsági fokok közötti kapcsolatot elemi hiszterézis elemek alkották. Az általam vizsgált rendszer egy „spin modellként” is felfogható, amelyben az egyes rendszer állapotokat a hiszterézis elemek állapottai jellemzik. A hiszterézises oszcillátort a hiszterézis elemek váltási időpontjait felhasználva egy diszkrét leképezéssé alakítottam és a rendszer dinamikáját véges időben egy véges sorozattal jellemeztem. Különböző kezdeti feltétellel generált leképezési mátrixok szorzatait felhasználva vizsgáltam a diszkrét rendszer dinamikai tulajdonságait.

Az energia eloszlását és növekedésének mértékét két típusú láncban vizsgáltam: nyitott és zárt (periodikus) felépítésű. A zárt láncban a szabadsági fokok függvényében több energiaeloszlási mintázatot is megfigyeltem. Ezen mintázatok kialakulása a rendszer kezdeti állapotától függ. A különböző mintázatokhoz különböző mértékű energianövekedési ráta is tartozott. Elemeztem az energia injektálási folyamatot: miként függ az injektált energia mértéke a kezdeti feltételektől, a szabadsági fokok számától, illetve a peremfeltételektől.

Továbbá a láncot jellemző kapcsolati mátrix tulajdonságait (az egyes szabadsági fokok közötti kölcsönhatás erősséget leíró mátrix) is elemeztem. Vizsgáltam, hogy miként változik meg a rendszer viselkedése, ha a kapcsolati mátrixot különböző eloszlásokból származó véletlen mátrixszal helyettesítem. A véletlen kapcsolati mátrixok energia felhalmozódást, illetve ugrásszerű energia növekedési rátát okoztak, amennyiben az eloszlásfüggvény szórását relatíve nagy értéknek választjuk meg.

Lendvai Bálint

Gépészmérnöki Kar
Áramlástan Tanszék

Résáramlás vizsgálata fejlett numerikus áramlástani módszerekkel

Axiális átömlésű ventilátorok esetében a járókerék lapátvégén nyomáskülönbség alakul ki, ami résáramlást hoz létre. A lapátvégi résáramlás a fali határrétegben felcsavarodva létrehozza a lapátvégi résörvényt. A résörvény akár a ventilátorban fellépő áramlási veszteségek harmadát is okozhatja, valamint sok esetben a domináns zajforrásként azonosították. A kialakult résörvény jelentősen befolyásolja a ventilátor üzemállapotát, a forgógép geometriájától és a fojtási állapottól függően a résörvény vagy elhagyja a lapátcsatornát, vagy a következő lapát nyomott oldalán felütközve szétbomlik a lapátcsatornában. Amennyiben a résörvény felütközik a következő lapáton, akkor az visszahathat annak a lapátvégi résáramlására is, így akár a járókerék kerülete mentén forgó áramlási instabilitást is előidézhet. Ezért kiemelt figyelmet érdemel a stabilitásvesztés határán a résörvény mozgása, amelyet örvényvándorlásnak (vortex wandering) neveznek.

A lapátvégi résörvény vizsgálata során felmerül az áramlások vizualizációjának a kérdése. A mérési és szimulációs eredményekben a résörvényt leggyakrabban áramvonalakkal vagy egyszerű örvény identifikációs módszerrel jelenítik meg. Ezek az áramlásvizualizációk azonban nem képesek a résörvény magjának, tehát az örvény pozíciójának a meghatározására. Így ezek a módszerek az örvények kvalitatív jellemzésére elegendőek, azonban alkalmazásukkal kvantitatív megállapítások nem szűrhetőek le. Az áramlás vizualizációs módszerekkel szemben az örvénymag detektáló módszerek képesek lekövetni az örvénymag mozgását, így számszerűsíthető az örvény időbeli változása is.

A kutatásom során olyan numerikus áramlástani szimulációkat végeztem, amelyek képesek az axiális ventilátor lapátcsatornájában kialakult lapátvégi résörvény örvényvándorlását leírni. Az áramlási szimulációk kiértékelését támogatandó olyan örvénymag detektáló algoritmust implementáltam, amely alkalmas a résörvény vándorlásának és annak hatásainak a megfigyelésére.

Lindenmaier László

Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar
Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

Objektumkövető algoritmusok fejlesztése járműipari környezetérzékelés támogatására

A fejlett vezetéstámogató rendszerek, mint például a vészfék asszisztens, jelentősen képesek csökkenteni a súlyos közúti balesetek számát. Mivel az Európai Unió egyik fontos célja a közlekedés biztonsága növelése, ezért egyre újabb és fejlettebb vezetéstámogató rendszerek beépítését teszi kötelezővé az újonnan forgalomba hozott közúti járművekre, például a jármű közeli környezetében található gyalogosokkal és biciklisekkel való ütközés elkerülését. A vezetéstámogató rendszerek terjedésével és forgalomba kerülésével egyre nagyobb az igény a teljesen automatizált, önvezető járművekre is, ugyanis azok egyéb gazdasági és társadalmi előnyökkel is kecsegtetnek. Az automatizálási szint növekedésével a környezetérzékelés felé támasztott követelmények is egyre összetettebbek. A fentebb említett funkciók például a jármű környezetében található releváns objektumok megbízható detektálására épülnek. Bár a járműipari szenzortechnológia folyamatos fejlődésen megy keresztül, a szenzor adatokat különböző bizonytalanságok terhelik. Például a szenzorok nem mindig képesek detektálni a környező objektumokat, néha pedig fals detekciókat szolgáltatnak. Továbbá, a valós objektumokról származó detekciók zajjal terheltek. Az objektumkövető algoritmusok feladata, hogy kompenzálva ezeket a hibákat egy folytonosan nyomon kövesse az objektumokat minél pontosabban meghatározva az állapotát.

A járműipari alkalmazás során a környezetérzékelő algoritmusok valós-idejű futtathatósága kritikus szempont. Bár a state-of-the-art objektumkövető algoritmusok képesek kezelni a fent említett bizonytalanságokat és megbízhatóan követni a környező objektumokat, ezek számításigénye jelentős. Míg az alacsony számításkapacitással bíró megoldások, mint például a Nearest Neighbor algoritmusok, megbízhatósága sok esetben alulmarad az elvárthoz képest. A kutatás során egy futásidő-hatékony algoritmust dolgoztunk ki, a klasszikus Nearest Neighbor algoritmust objektum és detekció prioritizálási módszerekkel kiegészítve. A kifejlesztett módszert Monte Carlo szimuláció segítségével értékeltük egy valósághű környezetben egymás útvonalát keresztező gyalogosokat imitálva. A kiértékelés során vizsgáltuk az algoritmus megbízhatóságát leíró teljesítmény metrikáit, mint a például a precision és recall mutatókat, és a futásidejét. Az eredmények alapján a továbbfejlesztett Nearest Neighbor teljesítménye megközelíti a state-of-the-art algoritmusokét, megőrizve a klasszikus megoldás kedvező komplexitását és alacsony számításigényét.

Lükő Gabriella

Építőmérnöki Kar

Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék

A Balaton numerikus hidro- és termodinamikai modelljének igazolása lokális profilmérések alapján

Célunk egy jól igazolt, részletes transzport vizsgálatokra (és akár előrejelzésre is) alkalmazható hidro- és termodinamikai modell felállítása a Balatonra. Mivel sekély tavakban szeles időben a hullámváz által befolyásolt felszíni és a fenék közeli határrétegek átfedhetik egymást, összetett áramlási és keveredési viszonyok alakulnak ki. Ezzel szemben, szélcsendes időben gyenge hőmérsékleti rétegződés alakulhat ki, amely jellemzően éjszaka felszakad, napi ciklust eredményezve. A numerikus szimulációkhoz az FVCOM modellt alkalmaztuk, valamint áramlás- és hőmérsékletméréseket végeztünk part menti és nyílt vízi helyszíneken. A modellt térben változó szélmezővel hajtjuk meg, hogy figyelembe vegyük a belső határréteg-fejlődés hatását a vízfelszínen ható szél-csúsztatófeszültségre, amely meghajtási hossz menti növekedést eredményez. Megmutatjuk, hogy az inhomogén szélmeghajtás elengedhetetlen mind a vízszint-ingadozások, mind az áramlási irányok pontos modellezéséhez. Az áramlás mellett a hőmérsékleti szerkezet megbízható szimulációja érdekében érzékenységvizsgálatot végeztünk a modell paramétereire, beleértve a légkör-víz közötti hőcsere paramétereit, a fénykioltási együtthatót és a turbulenciamodell paramétereit, például a háttérkeveredés és a hullámváz okozta keveredés együtthatóit. Összehasonlítjuk a modellezett és mért áramlásokat, hőmérsékleteket és annak függőleges szerkezetét, az utóbbit a potenciális energia anomália mutatójával. A többcélú kalibráció nagy számú szimulációt igényel, hogy a széles paraméterteret lefedjük és egy optimális paraméterkombinációt találjunk.

Madarász Lajos

Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar
Szerves Kémia és Technológia Tanszék

Gépi látás alapú minőségbiztosító- és gyártássegítő rendszer fejlesztése gyógyszeripari technológiákra

Az utóbbi években a gyógyszeripari gyártás egyre inkább a folyamatos gyártástechnológiák irányába tolódik, melyek számos előnyt kínálnak. A hatóságok is támogatják ezek bevezetését, melyek elsődleges feltétele a valós idejű folyamatmonitorozás. Az in-line folyamatmonitorozás lehetővé teszi a kritikus folyamatparaméterek valós idejű követését és szabályozását, ami lehetővé teszi a folyamatban fellépő zavarások hatásainak korrigálását. Munkám során ezért egy valós idejű, mesterséges intelligenciás (MI) képelemzésen alapuló rendszert hoztam létre egy modell hatóanyag (NaCl) valós idejű részecskeméretének mérésére.

Először egy MI-modellt tanítottam 200-1000 μm közötti NaCl-részecskék detektálására. Ehhez különböző részecskeméret-tartományokba szitált NaCl-kristályokról készítettem felvételeket. Ezeket a képeket annotáltam, hogy létrehozzam a MI modell tanításához szükséges adathalmazt. A betanított MI modell teljesítményét a szitált NaCl minták részecskeméretének mérésével, valamint ezek kombinációjával értékeltem. Ezeket az eredményeket összehasonlítottam referencia lézer diffrakciós (LD)-mérésekkel is. Az eredmények jó korrelációt mutattak a MI-alapú rendszerrel és a referencia-módszerrel kapott $Dv50$ értékek, valamint a szemcseméret eloszlások között.

Ezután a képalkotó rendszert egy folyamatos őrlőbe integráltam, hogy vizsgáljam annak in-line szemcseméret mérő képességét. A kísérlet során 700-1000 μm -es NaCl szemcséket őrltem egy oszcillációs őrlővel. A rendszer képes volt kimutatni az őrlés következtében fellépő részecskeméret-csökkenést. Az in-line eszközzel mért PSD és $Dv50$ értékek ebben az esetben is megegyeztek az őrlt anyagból off-line mért referencia LD eredményekkel. A fejlesztett eszköz pontossága és könnyű alkalmazhatósága miatt az ipar számára is hasznos lehet.

Makk-Merczel Kinga Szilvia

Vegyésszmérnöki és Biomérnöki Kar

Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudományi Tanszék

A tumorok metabolikus plaszticitását célzó terápiás lehetőségek vizsgálata

A metabolikus plaszticitás a tumorok gyakori jellemzője. Az oxidatív foszforiláció és az aerob glikolízis együttes lejátszódása (Warburg-effektus) hozzájárul ahhoz, hogy a rákos sejtek képesek legyenek alkalmazkodni a különböző stressztényezőkhez. A metabolikus plaszticitás másik fő formája az autofágiához kapcsolódik. A KRAS mutáns tumorok különösen függnek az autofágiától: ezekben a sejtekben magasabb alap-autofágia figyelhető meg. Így a Warburg-effektus és az autofágia közreműködésének vizsgálata kulcsfontosságú a tumorprogresszió gyenge láncszemének azonosításához.

Kutatócsoportunk korábban a szakirodalomban fellelhető adatok alapján egy matematikai modellt épített, amely a KRAS mutáns rákos sejtek metabolizmusát szabályozó hálózat fő elemeit tartalmazza. Rendszerbiológiai elemzésünk egy kombinált antitumor terápiás lehetőséget javasol: a farmakológiai aszkorbát (Ph-Asc) és az autofágia gátlószereként ismert klorokin (CQ) együttes alkalmazása képes blokkolni a hálózat fő útvonalait. Predikciónk szerint így visszaszorul a Warburg-effektusra jellemző markáns GLUT1 expresszió, míg az autofágia blokkolódik.

Kutatásunk célja a fenti hipotézis in vitro kísérletes vizsgálata volt.

Várakozásainknak megfelelően a KRAS mutáns MIA PaCa-2 sejtek Ph-Asc-tal és CQ-nal történő együttes kezelése szinergikus citotoxikus hatást eredményezett. Ugyanakkor a kezelés a KRAS útvonal kulcsfehérjeinek aktivitását nem befolyásolta, továbbá a GLUT1 transzporter mRNS-szintű expressziója sem változott. Így feltételezhető, hogy a Ph-Asc és CQ kombinált kezelés okozta citotoxicitás független a KRAS mutációs státuszától, ugyanis a szinergikus hatás minden általunk vizsgált tumoros sejtvonalban megfigyelhető volt.

A sejtölő hatás mechanizmusát vizsgálva úgy találtuk, hogy MIA PaCa-2 sejtekben a Ph-Asc okozta citotoxicitás mind enzimes, mind nem enzimes antioxidánsokkal felfüggeszthető. A CQ valóban megakasztotta az autofágiát: a kezelés hatására az LC3B fehérje II-es forma hasításának fokozódását, és a lizoszómaszám növekedését figyeltük meg. Ugyanakkor a szintén autofágia inhibitor Bafilomycin A1 és a CQ-származék DC661 nem mutatott szinergikus citotoxicitást a Ph-Asc-tal, így ez megkérdőjelezi az autofágia érintettségét. A CQ hatásában az apoptózis, illetve nekroptózis szerepét is kizártuk.

Tekintve, hogy a CQ képes gátolni a PIK3/Akt/mTOR útvonalat, így kipróbáltunk egy másik mTOR-gátló hatású szert, a flavonoid rezveratrolt is. MIA PaCa-2 sejteken a rezveratrol mind a Ph-Asc-tal, mind a CQ-val szinergikusan citotoxikus hatást mutatott, tehát a Ph-Asc-CQ kombinált kezelés mechanizmusában feltehetően fontos szereppel bír az mTOR gátlása. A rezveratrol számottevő kaspáz-3 enzimaktivitás növekedést mutatott, azonban az okozott sejthalál ROS-függetlennek bizonyult.

Összefoglalva elmondható, hogy a természetes eredetű Ph-Asc és rezveratrol, valamint a már gyógyszerként biztonságosan alkalmazható CQ együttes adagolása egy nagy potenciállal bíró rákterápiás kezelés lehet.

Márton Péter

Vegyésszmérnöki és Biomérnöki Kar
Fizikai Kémia és Anyagtudományi Tanszék

Kitozán alapú bevonatok áteresztőképességének szabályozása a felületi és tömbi tulajdonságok módosításával

A kitozán (mely egy kitinből lúgos dezacetilezéssel előállított biopolimer) alkalmazása számos iparágban (gyógyszer- és élelmiszeripar, csomagolóstechnika) elterjedt biokompatibilis és biodegradábilis tulajdonsága miatt. A 2021/22-es ösztöndíjas időszak alatt végzett kutatások kimutatták, hogy a polimer N-acetilezettségi foka, és permeabilitása közt szoros kapcsolat van (növekvő acetilezettséggel növekszik az áteresztőképesség), melynek egyik lehetséges magyarázata az anyag duzzadási sajátosságainak megváltozása az acetilezettség függvényében. A 2022/23-as ösztöndíjas kutatómunka során vékony (néhány száz nanométeres) kitozánbevonatokat állítottam elő üveg- és szilícium hordozókon mártásos, illetve forgótárcsás technikával a polimer 1%-os oldatából. A bevonatokat kémiai módon módosítottam ecetsavanhidriddel, hogy növeljem azok N-acetilezettségi fokát (a kezdeti körülbelül 30%-ról 100%-ra). Az acetilezettségi fokban és ezzel együtt a vékonyréteg szerkezetében bekövetkező fizikai és kémiai változásokat infravörös- és UV-látható spektroszkópiai módszerekkel tanulmányoztam. A kitozánbevonatok felületi tulajdonságait nedvesedési vizsgálatokkal (peremszögek mérése különböző pH-jú Britton-Robinson pufferoldatok cseppjeivel) és atomerő-mikroszkópiás mérésekkel jellemeztem. A bevonatok duzzadását ugyanazon pufferoldatokban in situ pásztázó szögű reflektometriás mérésekkel vizsgáltam egy erre a célra készített folyadékkamrában. A vizsgálatok a nedvesedési és duzzadási tulajdonságok jelentős pH-függését mutatták ki natív (nem acetilezett) bevonatok esetében, míg az N-acetilezett rendszereknél nem volt tapasztalható pH-függés ezekben a tulajdonságokban. A jelenség lehetséges magyarázata a kitozánban jelen levő szabad (protonálható) aminos csoportok hatása (elektrosztatikus kölcsönhatások, nagy töltéssűrűség, ozmotikus hatások), mely csoportok protonálhatósága az acetilezési reakció hatására megszűnik. Az eredmények a későbbiekben a szabályozott hatóanyag-leadó rendszerek és membránok fejlesztése során lesznek hasznosíthatók.

Máté Péter

Gépészmérnöki Kar
Műszaki Mechanikai Tanszék

Rétegrend hatása a vékony kompozit körhengerhéjak stabilitására

A hengeres héjak napjainkban egy erősen kutatott területet képeznek azok sokféle felhasználási lehetősége végett. Egyik első felhasználási területük a mérőszalag volt, amely nyugalmi állapotban egy egyenes rudat formál, merevségét viszonylag nagy terhelésig fenn tudja tartani. Ellenben, ha megtörik (átpattan), akkor könnyedén tekerceselhető, így tárolása is egyszerű. Megfelelő képlékeny alakítás útján bistabil viselkedés is elérhető, amikor a tekerceselt állapot is stabilizálódik. Ugyanezen okból készítenek ilyen jellegű héjakból önkioldó antennákat, ajtózsanérokat az űrtechnikában is. Az eredetileg fém hengeres héjak mellett az elmúlt néhány évtizedben hatalmas előretörést értek el kompozit anyagok felhasználásával. A kompozit héj rétegrendje erősen befolyásolja annak viselkedését, így például egy aszimmetrikus rétegrend önmagában előidéz a bistabilitást, sőt termikus úton is válthatunk a stabil alakzatok között.

A kutatás folyamán a hengeres, mérőszalag jellegű, kompozitból készült héjak viselkedését vizsgáltam szakirodalmi modellek alapján. Cél megállapítani azt, hogy a rétegrend felépítése milyen hatással van a héj viselkedésére, kiemelten az átpattanás jelenségére. Ugyanakkor fontos szempont, hogy míg izotróp anyagú héjak esetén csak a keresztmetszet alakja befolyásolja a stabilitásvesztés határát, illetve azt, hogy az átpattanás egyáltalán létrejöhessen-e, úgy kompozitnál a rétegrend is igen fontos szerepet játszik, amely egyértelműen kiderül a kutatásból. Így például ugyanazon geometria esetén a rétegrend egyértelműen befolyásolja a héj hajlítókarakterisztikáját: lágyítani, vagy merevíteni lehet, illetve az átpattanás utáni geometriát is lehet befolyásolni ezáltal. A kutatásban a rétegrend felépítésének a hatását tűztem ki célul. A kutatás eredményeként választ kaphatunk arra, hogy pusztán a rétegrend változtatásával, adott geometria esetén elérhető-e, illetve megszüntethető-e a stabilitásvesztésre való hajlam, illetve, hogy milyen hatása van a hajlítókarakterisztikára. Ugyanakkor, vizsgáltam az aszimmetrikus rétegrend felépítésű hajlított hengeres héj viselkedését, amelynél már a szelvény hossz tengelye menti szimmetria sérül.

Nagy Botond

Természettudományi Kar
Elméleti Fizika Tanszék

Nemegyensúlyi dinamika a sine-Gordon modellben

Az egzotikus kvantumjelenségek vizsgálata a modern fizika egyik igen aktív területe. Ennek megfelelően egyre több elméleti és kísérleti módszer áll rendelkezésre a kvantumrendszerek tanulmányozására, melyek fejlődése kölcsönösen motiválja egymást. A kvantumkorrelációk jelentősége alacsony dimenziós modellekben felerősödik, ezért ezek gyakran képzik a kutatások tárgyát. A modern mérési technikák fejlődésének köszönhetően egydimenziós rendszerek már kísérletekben is megvalósíthatók.

Ilyen kísérletileg megvalósítható egydimenziós modell a sine-Gordon elmélet is, mely az elméleti kutatások szempontjából egy további kedvező tulajdonsággal is rendelkezik, ún. integrálható modell. Ennek következményeként az elmélet sok sajátossága analitikusan ismert, többek között részecsketartalma, szórásmátrixai, egyensúlyi korrelációs függvényei és az egyensúlyt leíró sokaság. A modell termodinamikai egyensúlyát leíró TBA egyenletek azonban explicit módon nem találhatók meg az irodalomban, így kutatásom első feladata ezen egyenletek felírása.

Az egyensúlyi tulajdonságok mellett a kvantumrendszerek nemegyensúlyi dinamikája számít igazán aktívan kutatott területnek. Ezen vizsgálatok leggyakoribb keretrendszere az általánosított hidrodinamika (GHD), melynek alapfeltevése, hogy a rendszer lokális egyensúlyban van, és a korrelációs hossznál nagyobb skálákon vizsgáljuk fizikai mennyiségek relaxációját és transzportfolyamatait. A TBA egyenletekből kiszámítható részecskesűrűségek a GHD-egyenletek bemeneti adatai.

A Kubo-formulán keresztül már az egyensúlyi állapot is tartalmaz információt egy rendszer transzporttulajdonságairól. Ilyen jellemző például a Drude-súly, mely a töltés-transzportot kvantifikálja, és már a TBA egyenletekből is kiszámítható. A Drude-súly emellett „mérhető” numerikusan is az ún. bipartition protocol segítségével. A kutatás során ezen két módszerrel vizsgálom a Drude-súly csatolási állandó függését. Bonyolultabb hidrodinamikai protokollok vizsgálatához létezik egy nyílt forráskódú Matlab csomag (iFluid), melyet a kutatási időszak során szintén tervezek használni.

Német Norbert

Természettudományi Kar
Fizika Tanszék

Zeolittípusú imidazolát vázszerkezet előállítása agaróz gélben elektromos erőter jelenlétében

A szerves-fémkoordinációs vázszerkezetek (MOFs, Metal–Organic Frameworks) vizsgálata az utóbbi idők anyagtudományi kutatásának egyik legelterjedtebb és legígéretesebb témaköre lett. A koordinációs központként szolgáló fémionok és a köztük hidakat képező szerves ligandumok önszerveződésének köszönhetően szilárd, nanopórusos, nagy belső felülettel rendelkező, robosztus, szerves-szervetlen hibrid, kristályos anyagok keletkeznek, melyek nagy termikus- és mechanikai stabilitással rendelkeznek, így széleskörű a felhasználhatóságuk elsősorban gázok biztonságosabb tárolására, illetve szeparálására. Ezen vegyületek előállítására rengeteg példát lehet találni az irodalomban. Az egyik legelterjedtebb közülük a szolvotermális eljárás, melynek lényege, hogy a szervetlen fémionokat tartalmazó sókat és a szerves ligandumokat egy alkalmas oldószerben (vagy oldószerkeletben) feloldják és magas hőmérsékleten órákon (akár napokon) át kevertetik, majd a keletkezett anyagot feldolgozzák. A különféle MOF-szerkezetek kialakításában kulcsfontosságú szerepe van a komponensek sztöchiometrikus arányának, a választott oldószernek, a hőmérsékletnek, a szintézis idejének és egyes esetekben a közeg kémhatásának is. Az elmúlt tíz év során elektrokémiai eljárással is állítottak elő különböző MOF-szerkezeteket. Ezek elsődleges előnye más eljárásokkal szemben a rövidebb reakcióidő, valamint a reakció reprodukálhatóbbá, kontrollálhatóbbá válása. Ezt az eljárást ipari méretekben is alkalmazzák a ZIF-8 [cink(II)-2-metilimidazolát] esetén is.

A BME Fizika tanszékhez tartozó Önrendeződés és Önszerveződés Kutatócsoport korábbi munkái során kidolgoztunk egy olyan módszert, ahol a MOF képződés gélfázisban megy végbe. A diffúzió (azaz az anyagtranszport) kedvezően befolyásolta a gócképződést és növekedést a gélben. Célunk megállapítani, hogy az elektromos erőter által előidézett anyagtranszport (ionmigráció) hogyan hat a keletkező kristályok alakjára és méretére.

A kísérletek során a szerves ligandum 2-metilimidazolt homogéne eloszlattuk agaróz gélben, amit egy U-alakú üvegcső aljába öntöttünk. Miután a gél megdermedt, az U-cső két szárába víz-dimetilformamid keverékben feloldott cink-acetát, illetve 2-metilimidazol oldatokat töltöttünk és platina-elektrodok segítségével áramforrásról elektromos erőteret (0,001-0,2 mA) hoztunk létre. A kísérletek végén a gélben az ion-migráció miatt sávosan kialakult MOF kristályokból mintát vettünk és elektronmikroszkópos felvételeket készítettünk. A felvételek alapján részecskeméretet és eloszlást számoltunk.

A legfontosabb eredményünk, hogy a részecskék alakja a ZIF-8-ra jellemző romboéderes formát veszi fel, nagyobb áramerősség esetén viszont ez a szerkezet megbomlik és a részecskék a gél pozitív elektródhoz közelebbi részénél amorffá válnak. A részecskeméret és eloszlás áramerősségtől függetlenül a pozitív elektródtól a negatív felé haladva csökken a részecske-ionmigráció következtében.

Németh Andor

Építőmérnöki Kar

Geotechnika és Mérnökgeológia Tanszék

Radioaktív hulladéktározó gránitos kőzetkörnyezetének ásványtani átalakulási folyamatai hőkezelés hatására

A radioaktív hulladékok elhelyezésének egyik kiemelten fontos témaköre, a lerakó mérnökgeológiai környezetének hosszú távú, akár 100.000 éves műszaki biztosítása. A lerakót befogadó kőzet fizikai és kémiai paramétereinek változása magas hőmérséklet hatására, döntő fontosságú a lerakó biztonsága szempontjából. A hőszokk hatás bekövetkezhet egy tűzeset miatt is, amely nemcsak a létesítmény, de a kőzetkörnyezet károsodását is okozza. Ezen folyamatok hatásának elemzése során a kőzetfizikai paraméterek változása mellett a magas hőmérsékleten bekövetkező ásványtani átalakulások vizsgálata is kiemelt jelentőségű.

A jelen kutatás során a magyarországi Bábaapáti kis- és közepes radioaktivitású hulladéklerakó befogadó kőzettestének, a Mórággyi Gránit Formáció monzogranitos kőzettípusának hő hatására bekövetkező változásait elemeztük. A granitoid kőzetből készített hengeres próbatesteket és korongokat szobahőmérsékleten, majd 4 órán át temperálva 250 °C, 375 °C, 500 °C, 625 °C és 750 °C-os hőkezelésnek vetettük alá, azért, hogy képet kaphassunk a monzogranit különböző hőmérsékleten lejátszódó fizikai változásairól, szilárdság veszteségről és az ehhez köthető ásványtani átalakulásokról. A kőzetminták mikroszkópi vizsgálata kimutatta, hogy növekvő hőmérsékleten egyre nagyobb mértékű repedezettség jelentkezik a kvarc, kálföldpát és plagioklász ásványszemcséken belül. A repedések a 625 °C-on és 750 °C-on hőkezelt minták világos kőzetalkotóin a legszignifikánsabbak a vizsgált minták közül. Az ásványszemcsék különböző hőtágulása, valamint a kvarc 573 °C-on végbemenő átalakulásából származó térfogatváltozás is okozhatja a repedezettség kialakulását. A szürke kvarc és fehér plagioklász szemcsék színe fokozatosan a vörös és sárga tartományokba tolódik el, 625 °C-tól a rózsaszínes sárgászöld szín lesz rájuk jellemző, mely 750°C-os mintán is szembetűnő. A csillám ásványszemcséken 625°C felett egy vörössárga reflexiós színű fázis kezd megjelenni, amely 750°C felett jelentős mennyiséget tesz ki. A Raman spektroszkópos vizsgálatok kimutatták, hogy az ásványfázisok közül a sötét kőzetalkotók, azaz a csillám és amfibol spektruma permanens elváltozást mutat magas hőmérsékleten. A 750 °C-on hőkezelt minta sötét kőzetalkotóinak 605-615 cm⁻¹ hullámszámnál megjelenő Raman csúcsai egy oxid fázis megjelenésére utalnak.

Korábbi kutatások megerősítették, hogy a vizsgált monzogranitos kőzet jelentős szilárdságvesztése 500 °C-os hőmérséklet felett jelentkezik, mely egybevág a jelen kutatásban megismert ásványtani változások hőmérsékleti csoportjaival. Ezen ásványtani változások leírása segít megérteni a kőzetkörnyezet magas hőmérsékleten bekövetkező kőzetfizikai változásait is. A vizsgálatok hozzájárulnak a lerakó hosszú távú biztosításához, a hő hatására bekövetkező kőzetelváltozások megértéséhez.

Oláh Petra

Építőmérnöki Kar

Geotechnika és Mérnökgeológia Tanszék

Statisztikai adatelemzés bányarézsűk állékonyságvizsgálata során

A geotechnikai feladatokban a mérnöki létesítmények környezetének minden tulajdonsága a körülvevő talaj és kőzet keletkezésének és a keletkezése óta azt érő hatásoknak a függvénye, ezáltal számtalan tulajdonság és azok változásának hordozója. A geotechnika területén belül a rézsűállékonyságvizsgálat azon mérnöki feladat, ahol a legtöbb bizonytalanság van jelen. A változatos földrajzi topográfia, geológia felépítés, fel nem tárt betelepülések, a talajvíz ingadozása, elegendő reprezentatív adat hiánya, környezeti adottságok változása, váratlan hatások és tönkremeneteli mechanizmusok, anyagtulajdonságok változékonysága, a modellezés megbízhatósága, a számítások során alkalmazott egyszerűsítések, közelítések és a tervezés vagy a kivitelezés során előforduló emberi hibák mind hozzájárulnak a számítás bizonytalanságához. Ezen bizonytalanságok felismerésével, számszerűsítésével és az állékonyságvizsgálatba való implementálásával azonban minimálisra csökkenthetők az általuk okozott számítási pontatlanságok, mert széleskörűbb képet, ezáltal megbízhatóbb eredményt szolgáltat a rézsű várható viselkedéséről. Erre kiváló módszer a valószínűségalapú állékonyságvizsgálat, amely során statisztikai adatelemzés szükséges. A hagyományostól eltérően e módszer nem konstans értékekkel veszi figyelembe a bemeneti paramétereket, hanem olyan statisztikai változókkal írja le azokat, mint az egyes paramétert megadó adathalmaz várható értéke, szórása, relatív minimum és relatív maximum értékei és az adatsokaságra leginkább illeszkedő eloszlásfüggvény. Külszíni fejtésű bányák esetén a földtani környezet alapján célszerű megválasztani a bizonytalanságok forrását. Talajos környezetű bányarézsűk esetén egyértelműen a nyírószilárdsági paraméterek, a nedves és a telített térfogatsúly és a talajrétegek vízáteresztőképessége van hatással a stabilitásvizsgálat eredményére. Kőzetkörnyezetben kialakítandó sziklarézsűknél pedig inkább a tagoltságok állapota, helyzete és a rézsűk dőlésszöge meghatározó az állékonyság szempontjából. A valószínűségalapú állékonyságvizsgálat a több száz, vagy akár több ezer futtatás eredményének statisztikai eloszlását adja meg, melyből következtethető a tönkremenetel valószínűsége. A tönkremeneteli valószínűség alapján pedig felállítandó egy kompromisszum az elfogadható tönkremeneteli kockázat és a gazdaságos bányászati költség között.

Papp Bálint

Gépészmérnöki Kar
Áramlástan Tanszék

Ismétlődő városias épületmintázatok átszellőzésének jellemzése Lagrange-módszerre épülő tranziens terjedésmodell alkalmazásával

Városaink levegőminőségét a szennyezőanyag-források – pl. a gépjármű-forgalomból adódó utcaszintű szennyezőanyag-kibocsátások – intenzitása és elhelyezkedése, valamint a városi környezet átszellőzésének hatékonysága határozza meg. Ha az épületek és tereptárgyak alakjának vagy elrendezésének gondos megválasztásával elő tudjuk segíteni a szennyezőanyagok távozását, jelentős mértékben csökkenthetjük a gyalogosok és az épületek lakóinak szennyezőanyag-terhelését. Ebből kifolyólag a légszennyező anyagok terjedése évtizedek óta kutatások tárgyát képezi, azonban a szakirodalomban fellelhető tanulmányok kis számú kivételtől eltekintve jellemzően a szennyezőanyag-koncentráció időátlagolt térbeli eloszlására fókuszálnak. A koncentráció statisztikai eloszlása és az ebből adódó kis valószínűséggel előforduló csúcsértékek lényegesek lehetnek a levegőminőség egészségügyi hatásainak tekintetében. Emellett a természetes szél erősségének és irányának lassú változásai jelentősen befolyásolják a szennyezőanyag-terjedési folyamatot. Ezt a hatást nem veszik figyelembe sem a szélcsatornás vizsgálatok, sem a napjainkban használt numerikus terjedésmodellek.

A jelen kutatás keretében egy Lagrange-módszert alkalmazó, részecskekövetésen alapuló, a szennyezőanyag-koncentráció időbeli lefutását előállítani képes terjedésmodellt fejlesztettem, melyben a koncentráció-idősor a vizsgálati pontok különböző sugarú környezeteiben előálló részecskeszám-idősorok súlyozott összegként áll elő. A modellt a koncentráció-idősorok statisztikai paramétereinek korábbi szélcsatornás méréseinkből kapott pontbeli nyomgázkoncentráció-statisztikákkal való összevetésével validáltam. A validációs esetek három különböző, azonos hasznos épülettérfogattal rendelkező, ismétlődő épületmintázat (a szélirányra merőleges hossz tengelyű, egymással párhuzamosan elhelyezkedő, $H/W = 1$ oldalarányú utcakanyonsor, továbbá mátrix- ill. sakktábla-szerűen elrendezett $H/W = 0.5 \dots 1.5$ magasságú tornyokkal közrefogott utcák) környezetében talajközelségben elhelyezett, időben állandó intenzitású, pontszerű szennyezőanyag-források körül kialakuló koncentrációmezőket fedtek le.

A folytonosan aktív források mellett pillanatszerű kibocsátások következtében kialakuló időbeli koncentrációlefutást is vizsgáltam. A szimulációkból kapott görbeseregre ötparaméteres, exponenciális jellegű függvényt illesztettem, amiből meghatározható többek között egy adott utcakanyonba tartó megérkezésig eltelt idő, a koncentrációmaximum, valamint a geometria telítődési és kiürülési időállandója is, ami segítségével számszerűsíthető a városi átszellőzés dinamikája. Eredményeim megerősítették, hogy a tornyok esetében megjelenő változó tetőmagasság hatékonyan csökkenti a város átszellőzését az állandó tetőmagassággal rendelkező utcakanyonokhoz képest.

Pethő Zsombor

Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar
Gépjárműtechnológia Tanszék

V2X alapú keresztirányú ütközésre figyelmeztető alkalmazás járműbiztonsági tesztelési módszerének kidolgozása

A jövőbeli közlekedési rendszerek várhatóan hálózatba kapcsolt és kooperatív módon bonyolítják majd le a személy és áruszállítási szállítási igényeket. A klasszikus automatizált járműfunkciókat elsősorban biztonsági elvek alapján fejlesztik, de a vezetékek nélküli kommunikációs folyamatok megbízhatósága és kiberbiztonsága új kihívások elé állítja az autóipart és ezen belül a hálózatba kapcsolt, kooperatív és magasan automatizált közlekedési rendszereket (Connected, Cooperative and Automated Mobility - CCAM). Ezek a rendszerek magukban foglalják a fizikai folyamatokat, például a járművek mozgásának és a forgalom áramlásának összehangolását, az ezeket irányító digitális számítási folyamatokkal. Mivel a hálózatba kapcsolt rendszerek biztonságát jelentősen befolyásolják a hálózati kommunikációs paraméterek, a nagymértékben automatizált járműfunkciók biztonsági tesztelése és értékelése során figyelembe kell vennünk az olyan kommunikációs tényezőket, mint a végpontok közötti késleltetés (E2E - End-to-end latency) és a csomagkézbesítési arány (PDR - Packet Delivery Ratio).

Az ÚNKP pályázat keretében elvégzett kutatás során kifejlesztésre kerül egy módszertan, amely segítségével vizsgálhatóvá válik a V2X (Vehicle-to-Everything) technológia alapú vezetékek nélküli kommunikációt jellemző paraméterek hatása a járműbiztonságra nézve. A módszertant alkalmazva a biztonsági kockázati értékek számszerűsíthetőek, amelyek a V2X üzenetek sikeres csomagfogadási valószínűségéből (Message Reception Probability) és a súlyossági index (Severity Index) szorzatából is kiszámolhatóak. Ipari V2X fedélzeti kommunikációs egységek segítségével, hibrid módon (szimulált környezet + valós hardver) szimulátor segítségével létrehoztam a tesztforgatókönyveket. A rögzített adatok alapján létrehoztam olyan másodfokú függvényeket, melyek képesek leírni a kapcsolatot a járműdinamikai paraméterek, a hálózati kommunikációs paraméterek és a biztonsági kockázat között. Ez a módszertan nem csak a V2X alapú keresztirányú ütközésre figyelmeztető alkalmazások biztonsági tesztelhetőségéhez nyújthat megoldást, hanem egyéb esetekre is alkalmazható (pl. ráfutásjelző rendszer).

Poór Dániel István

Gépészmérnöki Kar

Gyártástudomány és -technológia Tanszék

Poliimin vitrimer forgácsolhatóságának összehasonlító vizsgálata térhálós és termoplasztikus polimerekével

A 2011-ben publikált vitrimerek anyagcsoport tagjainak különlegessége, hogy a reverzibilis és dinamikus kémiai kötéseknek köszönhetően a térhálós szerkezet hőmérsékletfüggő módon képes megváltozni, a polimerláncok topológiai átrendeződésre képesek. A vitrimerek határhőmérsékletük alatt térhálós anyagtulajdonságokkal rendelkeznek (kitűnő méretstabilitás, nagy szilárdság), azonban felette termoplasztikus anyagkarakterisztikát vesznek fel (akár viszkózus megfolyás is történhet). Ezáltal az anyag üzemi hőmérsékleten rendkívül jó szerkezeti tulajdonságokkal rendelkezik, azonban magasabb hőmérsékleten újrahasznosítható, újra processzálható, öngyógyuló és hegeszthető tulajdonsággal is felruházható. A vitrimerek méltó versenytársai lehetnek a hagyományos térhálós polimereknek (főként az epoxigyantáknak), várhatóan a jövő fenntartható szálerősített kompozitjainak mátrixanyagai lehetnek.

A polimerek és kompozitjaik gyártása során a kötőelemes szerelhetőség biztosítása és a geometriai pontosság elérése miatt elengedhetetlen az utólagos forgácsolási műveletek elvégzése. A mátrixanyag forgácsolhatóságának vizsgálata nagyban hozzájárul a kompozitok összetett forgácsolási folyamatainak értelmezéséhez, valamint a törvényszerűségek megismeréséhez. Mivel a vitrimereknél fellépő forgácsolási hőmérséklet szignifikáns hatással rendelkezhet a geometria minőségére és a folyamat jellemzőire, ezért a kutatásom során eltérő karakterisztikájú anyagokkal (térhálós epoxigyanta, termoplasztikus PC és PVC polimerek) történt az összehasonlító forgácsolhatósági vizsgálat.

A vitrimer munkadarabok előállításának módszeres technológiai fejlesztése után ortogonális forgácsolási kísérletek elvégzése történt az egyes anyagokon. A vitrimer üvegesedési hőmérséklete (T_g) alatti és feletti forgácsolási hőmérséklettartományok a szerszám fűtésével kerültek biztosításra. A kísérletek során erőméréssel, gyorskamerás felvételekkel és termokamerával került a folyamat megfigyelésre. A varianciaanalízis során egyértelműen kimutattam, hogy a vitrimer forgácsolhatósága szignifikánsan eltér a térhálós és termoplaszt anyagokétól.

Regős Krisztina

Építészmérnöki Kar

Morfológia és Geometriai Modellezés Tanszék

Térkitöltő mintázatok mint geometriai modellek

Előadásomban és beszámolómban pályázatomban megfogalmazott kutatási célok közül két projektet, és az ezek keretében elért eredményeket emelem ki.

1. A térkitöltő mintázatok kombinatorikai elméletének kiszélesítése geometria irányba. Az új elmélet célja a térkitöltő cellák formáinak a kombinatorikai eszközök által nem érintett, az alkalmazások szempontjából kiemelkedően fontos elemeinek (így például az éles sarkok és csúcsok számának) megragadása.

1.1. A mintázatok 2 dimenzióban normális cella-felbontásokkal modellezhetjük, melyek cellákból, és csomópontokból állnak. Jellemezhetjük ezeket kombinatorikai fokszámaik alapján: a cellák kombinatorikai fokszáma a körvonalukon lévő csomópontok száma, a csomópontok kombinatorikai fokszáma az abban a pontban találkozó élek száma. Ezen mérőszámok átlagai alkalmasak a mintázatok jellemzésére. Ha ezen mintázatok celláit nem csak kombinatorikai, hanem metrikus szempontból vizsgáljuk meg, felmerül a kérdés, hogy egy cellának átlagosan legalább hány „éles” csúcsa van, ahol az élek nem 180 fokban találkoznak. Társszerzőimmel megmutattuk, hogy periodikus mintázatok esetén ez a minimális szám 2, és általános összefüggést adtunk a minimális átlag, a hordozó sokaság Euler-karakterisztikája és a vizsgált cella-felbontás éleinek száma között.

2. A térkitöltő mintázatok geometriai elméletének alkalmazása építészeti, vegyészeti és geofizikai mintázatok leírására.

2.1. Eredmény: társszerzőimmel egyrétegű, hidrogénkötéses anyagok szupramolekuláris szerkezetének feltárásához konstruáltam olyan modellt, melynek alapja a térkitöltő mintázatok geometriai elmélete. Modellünk segítségével egyes molekulák kémiai és geometriai tulajdonságai alapján becsléseket adhatunk az általuk alkotott, pásztázó elektronmikroszkóppal sem látható mintázatok geometriájára. Ezen eredmények az intelligens anyagok fejlesztéséhez adhatnak segítséget.

2.2. Társszerzőimmel felállítottam egy diszkrét idejű evolúciós modellt mely geofizikai repedés-mintázatok időfejlődését írja le térkitöltő mintázatok segítségével. Modellünk alapján a megfigyelt bolygófelszíni repedésmintázatok között hierarchikus összefüggést lehet felállítani, ugyanis megállapítható, mely mintázatból mely másik mintázat alakulhatott ki. A modell ezáltal segítséget ad a repedés-mintázatok létrehozó geofizikai folyamatok múltjának feltárásában is.

Renkó József Bálint

Gépészmérnöki Kar

Anyagtudomány és Technológia Tanszék

Léces martenzit kompozit-szerű viselkedésének vizsgálata transzmissziós röntgennel

Léces martenzit vizsgálatára S235 és S355 anyagminőségekből készített Jomini próbatesteket munkáltunk ki, majd hőkezeltünk. A martenzites szövetszerkezet létrejöttét követően szikraforgácsolással lettek kimunkálva az ún. "kutyacsont" alakú szakító próbatestek. A kialakított 9-9 próbatestet a Jomini véglapjától adott távolságra alakítottunk ki. A próbatestek szakítóvizsgálatát in-situ transzmissziós röntgennel vizsgáltuk a hamburgi szinkrotronban (DESY). A vizsgálatot követően a szakított részeket tűhegyesre csiszoltuk, majd elektropolíroztuk. Utóbbi eljárással egy másodlagos vizsgálatot készítettünk elő, ahol a szakadási csúcsban mértük 360° -ban a diszlokációs szerkezet változását.

A vizsgálatokból származó adatsorok feldolgozása jelenleg is tart tekintettel a nagy mennyiségű nyers adatra (~990GB). A nyers adatok együttese a szakításról készült videófelvétel (videoextenzométeres alakváltozás-mérés), az erőmérő cella által detektált terhelés, a rendszer merevségével terhelt elmozdulás, valamint a különböző pozícióba elhelyezett ernyők által detektált röntgenintenzitások. A kiértékelés felgyorsítására az ELTE nagyteljesítményű számítógépét használtuk/használjuk. Az eddig feldolgozott és kiértékelt adatok alapján megvizsgáltuk horizontális és vertikális irányban a diszlokációsűrűség és a szubszemcseméret változását. Ahogy az elvárt, a diszlokációsűrűség a képlékeny alakváltozás mértékének növekedésével egyre nő, míg a szubszemcseméret ennek megfelelően egyre csökken a diszlokációk feltorlódásának következtében. A kiindulási állapotok vizsgálata alapján a diszlokációsűrűség a martenzites részarány növekedésével arányosan nő, vagyis a felületen középpontos köbösből (ausztenit) tetragonálissá (martenzit) történő rácsátbillenések okozta torzulás már a szakítás elején mérhető és számottevő eltérést okoz. Az egyik legizgalmasabb megállapítás azonban nem a szakítás képlékeny alakváltozással járó szakaszáról vonható le, sokkal inkább a kezdeti rugalmas szakaszcsoportról. A diszlokációsűrűség ugyanis a rugalmas tartományon a képlékeny folyás megindulásának pillanatáig nagy mértékben csökken. Bár a jelenséget kiváltó okot teljes bizonyossággal egyelőre nem sikerült megállapítani, kutatásom következő szakaszában erre keresem majd a választ.

Rónai Levente

Természettudományi Kar
Kognitív Tudományi Tanszék

Vonás és állapot-szintű kognitív jellemzők, pszichotikus-szerű élmények és érzelmi reaktivitás időbeli kapcsolatainak vizsgálata

A szkizotípiia egy komplex jelenség, mely egyik központi eleme a kogníció és a viselkedés dezorganizációja. Korábbi eredmények arra utalnak, hogy a dezorganizált és negatív szkizotípiia összefügg a stressz-indukálta pszichotikus-szerű élmények megjelenésével személyek között. Azonban az nyitott kérdés, hogy az előbbi összefüggés vajon személyen belül is fennáll-e: vizsgálatunkban a pillanatnyi pszichotikus-szerű élmények (psychotic-like experiences; PLE), az észlelt distressz és szkizotípiás vonások közötti személyen belüli összefüggéseinek elemzése volt a célunk.

Egy intenzív hosszmetzeti mintavételezési technika segítségével (experience sampling method; ESM) felmértük, hogy pillanatnyi PLE és az észlelt distressz közötti kapcsolatot hogyan moderálják a pozitív, negatív és dezorganizált szkizotípiás vonások, melyeket a vizsgálat kezdeti szakaszában a Multidimenzionális Szkizotípiia Skála (Multidimensional Schizotypy Scale; MSS) segítségével mértük fel. Mintánk összesen 7706 megfigyelést foglalt magában 181 résztvevőtől (N[nő] = 136, medián [életkor] = 42) az átlag populációból.

Előzetes eredményeink azt mutatták, hogy a magasabb dezorganizált szkizotípiát mutató egyének intenzívebb distressz-indukálta PLE-t tapasztaltak a mindennapi életben. Ezen túlmenően, a dezorganizált szkizotípiia önmagában, az észlelt distresszt kontrollálva is prediktálta az intenzívebb PLE-k megjelenését. A pozitív és a negatív szkizotípiás vonás nem mutatott szignifikáns kapcsolatot a pillanatnyi PLE-kkel. Ezek az eredmények arra utalhatnak, hogy a keresztmetzeti mintákon kapott eredmények az egyéneken belül is érvényesek: a pillanatnyi distressz indukálta PLE-k pozitív összefüggést mutattak vonásszintű dezorganizált szkizotípiával, és ez az eredmény megerősíti kognitív dezorganizáció jelentőségét a szkizotípiás vonásokban. Ezen túlmenően eredményeink alátámaszthatják az MSS kérdőív ökológiai érvényességét a mindennapi életben előforduló PLE előrejelzésében.

Sámson Kinga

Építészmérnöki Kar
Középülettervezési Tanszék

Téri megismerés és műfajváltás

Az épített környezetünket alapjaiban meghatározó kulturális emlékezet különböző műfajú művészeti alkotásokban is kifejezésre kerül. Az absztrakt építészeti gondolkodást és a tervezési fókusz megtalálását segítheti a műfajváltás. A más médiumokra való áttérés a gondolkodást kiegészítheti, a tervezési folyamatot gazdagíthatja, mind a helyszínelemzés, a koncepcióalkotás, vagy a terv későbbi kidolgozási fázisaiban. Ezt a kölcsönhatást kutatom és alkalmazom több területeken; a doktori kutatásomban, hallgatóknak szervezett táborokban és a Középülettervezési Tanszéken végzett oktatási tevékenységemben.

Egyéni doktori kutatásomban egykori közösségi helyszínek – és a hozzájuk kötődő kollektív memória – nyomait különböző vizuális és nem vizuális műfajokkal igyekszem letapogatni, melyekből egy inventáriumot hozok létre (irodalmi töredékek, filmművészeti alkotások, zseléprint technika). Az oktatási gyakorlatban doktorandusz társaimmal az Őrségi nyári egyetemen, a Bakonyi nyári egyetemen és a Lenyomatok tárgy két szemesztere keretében a meglátogatott helyszínek, épületek megismerését változatos technikákkal mélyítjük el, melyek az adott helyszínek összefüggéseit gazdagabban rajzolják ki (rajz, drótrajz, linómetszés, fotó, kollázs...stb.). A megismeréshez ún. gyors és lassú műfajokat alkalmazunk. Az előbbi az intuitív befogadáshoz használt eszközünk, az utóbbi az információk utólagos feldolgozásban és elmélyítésben nyújt segítséget.

Témavezetőmmel közösen tartott kurzuson, a Művészet és Építészetben a műfaji áttétet szellemi vonatkozásban közelítjük meg. Hogyan kapcsolódhatunk kortárs képzőművészek alkotásai által korunk kulturális közegéhez, mely az építészeti tervezésben vezérvonalunk lehet?

A program célja a gyűjtés, illetve kísérletezés. Segítheti-e a műfajváltás az tervezői gondolkodás kiterjesztését? Új médiumok bevezetése önmagában serkenti a folyamatot, vagy speciális helyzetekben bizonyos műfajok a találóak? Hogyan alkalmazhatóak oktatásban, építőművészeti kutatásban, vagy akár a tervezési praxisban?

Sébastien Michel

Építésztechnológiai Kar

Morfológia és Geometriai Modellelés Tanszék

A rod theory for the cracking of brittle annulus under non-uniform internal pressure

In the classical theory of brittle fracture, a beam made of a material with vanishing tensile strength is assumed to break through a whole cross-section at once. In practice, the fracture initiates on the tensiled side, and part-through cracks might be observed because of the limited but non-zero capacity in tension. We formulate the equilibrium equations of an initially straight Euler-Bernoulli beam subject to damage associated with exclusively bending. The model's two geometric damage fields represent the crack penetration depth on the top and bottom sides, respectively. Regularizing the fields allows the problem formulation as an energy minimization. Following a quasi-static load increase, the solution fields can be computed from a nonlinear, constrained minimization problem. Cracking irreversibility is enforced by ensuring a unilateral stationarity constraint, whereas the values of the damage fields cannot exceed the section height. Initiation of the cracks on the beam side in tension is enforced by additional constraints. Boundary conditions for the fields are chosen according to the mechanical model for the displacement fields and natural boundary conditions for the damage fields. The envelope of the cracks is retrieved by numerical computations. The predictions are in accordance with the assumptions of classical strength of materials and can even predict multiple crack initiation in case the moment diagram exhibits several extrema.

Sipos Bence

Természettudományi Kar
Geometria Tanszék

Új típusú késleltetethatás modellek alkalmazása az orvostudományban

Az elosztott késleltetésű nemlineáris modellek (DLNM) egyre népszerűbbek az időjárás paraméterek és az egészségügyi problémák közötti kapcsolat elemzésében. A változók manuális kiválasztása azonban a hagyományos DLNM-megközelítésekben gyakran változékonysághoz és bizonytalansághoz vezet a modellezés fázisában. A kutassunk egy új, DLNM-t használó módszert mutat be, amely magában foglalja a változók összes lehetséges kombinációját, összesíti a beta-nített modelleket ez által eliminálja a kézi változó kombináció választás által okozott variabilitást. Innovatív módszerünk magában foglalja az összes lehetséges változó kombinációt és az egyes kombinációkhoz tartozó egyedi DLNM-modellt tanít. Ezeknek a modelleknek az eredményeit ezután összesítik, így egy simított modell kimenetet kapunk, amely robusztus kiindulási pontot biztosít a változók hatásának meghatározásában. A modellek kimenté 2 felület, az egyik egy átlagos relatív kockázat, a másik pedig az ehhez tartozó szórás. A felület két további dimenziója a késleltetés és a koncentráció/változó nagysága. A módszerünk a DLNM felületeket használja medián, átlagos és szórású felületek előállítására.

Egy-egy változó hatásának vizsgálatokor egy olyan modell részhalmazt vizsgálunk, amely tartalmazza az összes lehetséges vizsgált változót tartalmazó kombinációt. Az ebből meghatározott átlag modell sok esetben egy pontosabb, kevésbé zajos eredményhez vezet. Ez különösen fontos, ha a változók hatása kicsi, illetve ha összemérhető más változók hatásával.

A szórási felületből további információkat nyerhetünk ki, például azonosíthatunk bizonyos kombinációkat szignifikánsan magasabb relatív kockázattal, jelezve, hogy a két megfigyelt paraméter korrelálhat.

Megközelítésünk hatékonyságát valós adatokon mutattuk be, amely elemezte a sürgősségi osztály (SBO) látogatási száma és az időjárási paraméterek közötti kapcsolatot. Az eredmények azt mutatták, hogy az új DLNM módszer sikeresen azonosította azokat a kulcsfontosságú időjárási változókat, amelyek jelentős hatással vannak az SBO-látogatásokra, miközben stabil, simított kimenetet biztosított, illetve minimalizálta a változékonyságot. Ezek az eredmények hangsúlyozzák átfogó megközelítésünk fontosságát a változó fontosság meghatározásában, valamint a DLNM-modell pontosabb és megbízhatóbb eredményeinek biztosításában.

Összefoglalva, innovatív DLNM megközelítésünk értékes eszközt kínál azoknak a kutatóknak, akik összetett adatkészletek kritikus változóit kívánják azonosítani, végső soron hozzájárulva a mögöttes kapcsolatok jobb megértéséhez és a hatékonyabb közegészségügyi hatások feltárásában.

Solymos Balázs

Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

Kvantum alapú véletlenszám-generátor bitgenerálási hatékonyságának növelése

Kvantum alapú véletlenszám-generátorok bizonyítottan véletlen fizikai folyamatokat használva képesek megjósolhatatlan bitsorozatot szolgáltatni, ami különösen fontos támasz minden olyan alkalmazás helyes működéséhez, ahol jó minőségű, biztonságos forrásból származó entrópiára van szükség. Tipikusan kritikus ilyen terület például a biztonságtechnika. A kvantumoptika fejlődésével mára már több, különböző kvantumos jelenségeken alapuló generátorarchitektúra képes jelenkori alkalmazások számára megfelelő sebességű működésre. Ezek közül egy fotonok beérkezési idején alapuló kísérleti megoldás már a laborunkban is megvalósult. Az elrendezés jelenleg egy a szakirodalomban jellemzően használt egyszerű módszert használ bitek generálására, azonban az ezzel kinyerhető időegységenkénti entrópia elmarad az elméleti modell alapján számolt maximálistól, különösen az általunk alkalmazott tipikus működési paraméterek mellett (akár egy nagyságrenddel is).

A generátor hatékonyságának növeléséhez egy Toeplitz hash alapú entrópia extractort használtam, ami az eredeti egyszerű eljárásnál hatékonyabb, viszont bonyolultabb és erőforrásigényesebb is. Az extractor helyes és biztonságos működési paramétereinek megállapításához elengedhetetlen megoldandó további feladat a mérési eredményekből kinyerhető minimum entrópia alsó korlátjának biztos meghatározása.

Ehhez elkészítettem a fizikai rendszer jellemző tökéletlenségeit is magába foglaló matematikai modelljét, mely lehetővé teszi olyan jelenségek kinyerhető entrópiára gyakorolt hatásának analitikus vizsgálatát, mint az újraindítható helyett folytonos órajel, detektor holtideje és hatékonysága, vagy a forrás tökéletlensége. A modell segítségével ezután könnyedén számolható adott fizikai elrendezéshez és biztonsági feltételezésekhez (pl.: fizikai elrendezés hibáinak egy felső becslése) olyan extractor paraméterezés, amellyel jó minőségű és biztonságos egyenletes kimeneti bit eloszlás garantálható.

A kifejlesztett eljárásom helyességét elméleti alátámasztásán túl, gyakorlati mérésekkel is vizsgáltam, melyhez a laborunkban megtalálható, kezdeti motivációként is szolgáló eszközt használtam. Az így kapott bitsorozatot négy különböző, szakirodalomban népszerű statisztikai tesztgyűjteménnyel is ellenőriztem. A szolgáltatott kimenet ezek mindegyikén megfelelt. Az elért tapasztalati bitgenerálási hatékonyság működési paraméterektől függően, megközelíti akár a mérési pontonkénti 10 bitet is, ami az eredeti egyszerű eljáráshoz képest nagyságrendi növekedést jelent.

Szabó András

Gépészmérnöki Kar
Hidrodinamikai Rendszerek Tanszék

Áramlási veszteségcsökkentés miniatűr örvénygenerátorok segítségével

Számos helyen fordulnak elő úgynevezett határrétegáramlások, amelyek akkor jönnek létre, ha egy test relatív mozgásban van a közeghez képest. Áramvonalas testek esetén a nyomáskülönbségből létrejövő alaki ellenállással szemben a határrétegben fellépő súrlódásból származik a testre ható lassító erő túlnyomó része. Mivel a határrétegben létrejövő súrlódási erő legyőzésére óriási mennyiségű energia fordítódik, ezen erők csökkentése jelentősen hozzájárulna az energiahatékonysághoz. A test mentén kialakuló határréteg először lamináris (párhuzamos, rendezett), majd a test mentén haladva bizonyos távolság után turbulens (kaotikus) lesz. Mivel lamináris határrétegben az ellenálláserő egy nagyságrenddel kisebb, mint turbulensben, ezért a lamináris-turbulens átmenet késleltetésével jelentősen csökkenthető a súrlódási erő, hatékonyabb mérnöki berendezést eredményezve.

Kutatásunkban az ún. miniatűr örvénygenerátorok, a lamináris-turbulens késleltetésére alkalmas passzív eszközök alkalmazhatóságát vizsgáltuk. Az örvénygenerátorok hatásossága kísérletekkel is igazolt, azonban gyakorlati alkalmazásukhoz számos tisztázandó kérdést kell még megválaszolni. Ennek első lépéseként kutatásom célja (i) hatékony számítási eljárás kifejlesztése, ami lehetővé teszi az veszteségcsökkentés optimalizációját, valamint (ii) a számítási módszer tesztelése paramétertanulmány keretében, amivel egyúttal hozzájárul az örvénygenerátorok fizikájának jobb megértéséhez. Ezzel ajánlások tehetők a későbbi optimalizációhoz. Előadásomban bemutatom az örvénygenerátorok tanulmányozására szolgáló számítási eljárást, amit nyomásgradiens nélküli összenyomhatatlan határrétegre fejlesztettem ki. A módszert szakirodalmi mérésekkel validálom. Ezt követően bemutatom a paramétertanulmány eredményeit, amely alapján a későbbi optimalizációban a paramétertér redukálható.

Végezetül bemutatok egy új kutatási témát, amelyre a numerikus eljárások fejlesztése során figyeltünk fel. Ennek lényege, hogy bizonyos egyenleteknek numerikus megoldása, amelyek az örvénygenerátorok által módosított áramlás stabilitását számításra alkalmasak, jelentősen gyorsítható. Ez az irány annyira ígéretes, hogy már folyóiratcikket is adtunk be a témában, amelynek eredményeit röviden összegzem.

Szabó-Tacsi Kornélia

Vegyésszmérnöki és Biomérnöki Kar
Szerves Kémia és Technológia Tanszék

Reakcióelegy feldolgozása folyamatos segédanyagos kristályosítással

A gyógyszeripari hatóanyagok, valamint az ezeket tartalmazó gyógyszerkészítmények előállítása hagyományosan szakaszos lépések sorozatából áll, míg a nagyobb volumenben gyártó iparágakban már elterjedten alkalmazzák a gazdaságosabb, biztonságosabb és kisebb termék-varianciával jellemezhető folyamatos technológiákat is. A felsorolt előnyöket felismerve a gyógyszeripari szereplők a hatóság képviselőivel összefogva szorgalmazzák az átállást. Ennek megfelelően doktori munkám célja különféle folyamatos kristályosítási technológiák kidolgozása az acetilszalicilsav (ASA) flow szintézissel előállított többkomponensű reakcióelegyének direkt feldolgozására. Ennek részeként kifejlesztettük a reakcióelegy polimer segédanyag jelenlétében történő antiszolvens kristályosítására alkalmas kristályosító rendszert. A rendszer egy ultrahangozott csőkristályosítóhoz (Plug Flow Crystallizer, PFC) kapcsolt tartálykristályosítóból (Mixed Suspension Mixed Product Removal, MSMR) állt. A csőkristályosítóban kis méretű primer szemcsék előállítása zajlott, majd ezt követően a tartálykristályosítóban polimer segédanyaggal azok agglomerációját segítettük elő. Az ösztöndíjas időszak alatt tehát kutatásom célja volt készítménytechnológiai segédanyaggal a rossz gördülékenységű kis szemcsés acetilszalicilsav folyási tulajdonságainak javítása a kedvező oldódási tulajdonságok megtartásával. Ezenkívül az összekapcsolt folyamatos kristályosítóban vizsgáltam a többlépcsős antiszolvens adagolás hatását a termelésre, termék tisztaságára és a termék minőségére.

A kifejlesztett összekapcsolt rendszerben megvalósított segédanyagos kristályosítási technológiát gyors felfutási idő jellemzi, ezáltal az eljárás kevés hulladékkal kivitelezhető. A beállítási körülményektől függően 63-85%-os termeléssel, kis mennyiségű szalicilsav mellékterméket ($0.39 \pm 0.21\%$) tartalmazó kristályokat állítottunk elő. Nagyobb mennyiségű (7-14%) polimer segédanyaggal a csőkristályosítóban előállított apró 10-20 μm -es részecskék agglomerálódtak. Az előállított bimodális szemcseméreteloszlású termékben a primer szemcsék mellett 100-500 μm -os agglomerátumok is megfigyelhetők. Az agglomerációnak köszönhetően a termék gördülékenysége és folyási tulajdonságai javultak, míg a kioldódási sebessége az apró primer szemcsékre jellemző értéken maradt. Megállapítottuk, hogy a kicsapószert két lépcsőben adagolva a termelés kis mértékben csökken, ugyanakkor az agglomeráció a segédanyag hatására itt is lejátszódik. Az agglomerátumokat alkotó primer szemcsék nagyobbak, a termék gördülékenysége még kedvezőbb. Az összekapcsolt rendszerben megvalósított segédanyagos kristályosítási technológiával sikeresen értünk el morfológiamódosítást; aminek köszönhetően a kedvező beállítások mellett előállított termékek jobb folyóképességgel, illetve gyors kioldódási sebességgel jellemezhetők.

Szagri Dóra

Építőmérnöki Kar

Építőanyagok és Magasépítés Tanszék

Klímaváltozás hatása a paneles épületek nyári túlmelegedési kockázatára

A klímaváltozás számos területen érezteti hatását, a jövőben várható további felmelegedéssel a hőhullámos napok száma is emelkedni fog, mely egészségügyi kockázatot és többethalálózást eredményez. Ez a tendencia a magyar épületállomány szempontjából kiemelt kockázatot jelenthet a paneles technológiával készült épületek esetében. A 2011. évi népszámlálási adatok szerint több mint félmillió panellakás található Magyarországon. Elmondható, hogy nagy többségük nem hőszigetelt, nem esett át mélyebb felújításon, így épületenergetikai szempontból elavultnak tekinthetők. Magyarországon az olyan panellakások száma, melyet csak idős személyek laknak, Budapesten a legmagasabb (25%). Hőhullámok szempontjából ez az egyik legveszélyeztetettebb korcsoport, így kiemelt szükség van az ilyen épülettípusok részletes elemzésére.

A kutatás célja egy budapesti panellakás belső légállapot monitoring mérése. A monitoring mérések során valós képet kaphatunk a lakásban kialakult hőmérséklet, relatív páratartalom, széndioxid koncentráció adatairól, továbbá a felhasználói szokásokról is (szellőztetés, árnyékolás). A vizsgálat fókuszában az épülettípus nyári túlmelegedése, ugyanakkor a mérési eredmények a téli és átmeneti időszakokra vonatkozóan is értékes adatokat szolgáltatnak. A kutatás első részében kérdőívvel mértük fel a lakás jelenlegi üzemeltetését, illetve LiDAR szkennelési eljárással 3D-s modellt készítettünk, mely a szenzorok pontos és precíz elhelyezésében és a számítógépes modellezésben volt segítségünkre. A telepített monitoring rendszer folyamatosan tárolta és továbbította az adatokat, így a mérést élőben lehetett követni és ellenőrizni. A kutatás során a lakásról és épületről hőkamerás felvételek is készültek, melyekkel az építéstechnológiai sajátosságok, illetve esetleges építés hibák is megfigyelhetők.

Az eredmények alapján látható, hogy a nyári átlaghőmérséklet minden helyiségben 26 °C felett volt, és többször meghaladta a 30 °C-ot is. Ezek az értékek jóval magasabbak, mint a lakóépületeknél komfort szempontjából ajánlott határértékek. A téli időszakban a hőmérsékleti értékek megfelelőek voltak, azonban magas széndioxid koncentrációt figyeltünk meg, mely jelzi a szellőztetés optimalizálásának szükségességét. A rögzített mérési adatokkal sokkal pontosabb képet kaphatunk az épület működéséről és a felhasználói szokásokról, segítségével a nyári túlmelegedés mértéke is számszerűsíthető és elemezhető. A valós mérési adatokkal a különböző épülettípusok összehasonlítása is egyszerűbbé válik, továbbá a felhasználói szokások/profilok is vizsgálhatók és felhasználhatók a dinamikus szimuláció során használt modellek kalibrálásához, validálásához. Ezáltal pedig sokkal pontosabb képet kapunk az épület működéséről. A kutatás további vizsgálatok alapját képezheti, hozzájárulhat különböző passzív és aktív adaptációs módszerek elemzéséhez is.

Szász-Schagrin Dávid György

Természettudományi Kar
Elméleti Fizika Tanszék

Numerical description to the dynamics of coupled bosonic quantum wires

Munkám során kifejlesztettem egy csonkolt konform állapotter megközelítésem (TCSA) alapuló módszert csatolt bozonikus kvázikondenzátum pár kvantumkvencseket követő nem-egyensúlyi dinamikájának vizsgálatára. A modell és más erősen kölcsönható kvantum soktest rendszerek, kvantumtérelméletek dinamikája kiemelt figyelmet élvez az elmúlt években. A hidegatomos kísérletek gyors technikai fejlődése elérhetővé tette ezen rendszerek kísérleti vizsgálatát is, még nagyobb igényt támasztva az elméleti megértésükre.

A csatolt bozonikus kvázikondenzátum pár kísérleti megvalósításban ultrahideg atomokat csapdázunk egy kétfenekű potenciálba, és a potenciálgát magasságának változtatásával kvantummechanikai alagutazással biztosítják és szabályozzák a kvázikondenzátumok közti kölcsönhatást. A kölcsönhatás bekapcsolásával a rendszer fizikája nem-triviálissá válik, aminek leírására a rendszer szabadsági fokait egy átlag (közös) és relatív szabadsági fokokra osztják. A kettő közötti csatolást elhanyagolva a közös módust egy szabad tömegtelen bozon, míg a relatív módust egy jól ismert integrálható modell, a sine-Gordon modell írja le. A relatív módus dinamikájának kísérleti paraméter tartományban való viselkedése eddig nyitott kérdés volt az irodalomban, munkám során ezt vizsgáltam, ám az általam kifejlesztett módszer kiegészíthető a közös módussal is, a kísérletben tapasztalt fizika pontosabb megértésére.

Az általam kifejlesztett csonkolt konform állapotter megközelítés (TCSA) az első olyan TCSA az irodalomban, ami tovább van fejlesztve az ún. mini-szupertér módszerrel, minek segítségével a módszer alkalmazása elérhetővé válik a kísérleti paraméter tartományban is. A mini-szupertér módszer lényege, hogy a kvantummező nullmódusát leválasztja az oszcillátormódusokról, és előre diagonalizálással numerikusan egzaktul figyelembe veszi azt. Segítségével az irodalomban eddig ismert Hilbert-tér dimenzióknál jóval magasabb dimenziók érhetőek el, lehetőséget adva a kísérleti megvalósításokban releváns szemiklasszikus tartomány numerikus vizsgálatára is. A módszer önállóan lett fejlesztve, tesztelése során spektrális mennyiségek levágásfüggését vizsgáltam elméleti eredményekhez hasonlóan, az időfejlődést független, irodalomban fellelhető korábbi TCSA futásokkal ellenőriztem. A módszert alkalmazva feltérképeztem a sine-Gordon modell nemegyensúlyi dinamikájának aspektusait gyenge kölcsönhatástól az erősen kölcsönható határesetig, különböző, kísérletileg is releváns megfigyelhető mennyiségek (energia, korrelációs függvények, mező) időfejlődését vizsgálva.

Szentpéteri Bálint

Természettudományi Kar
Fizika Tanszék

Korrelált fázisok vizsgálata csavart grafén alapú heteroszerkezetekben

A különböző kétdimenziós kristályok precíz kombinálása van der Waals (vdW) heteroszerkezetekben új lehetőségeket nyitott a szilárdtestfizikában és egy új területet: a csavartronikát. A korábbi félvezetők fizikájában ismert heteroszerkezetekkel szemben itt az anyag tulajdonságai erősen függenek a heteroszerkezetet felépítő kristályok kristálytani orientációjától. A kristályok orientációjának, a csavarodási szögnek a függvényében akár teljesen új, a rétegszerkezetet felépítő anyagokra nem jellemző tulajdonságok figyelhetők meg. Például, ha két egyrétegű grafént bizonyos szögben helyezünk egymásra, akkor az így készített csavart kétrétegű grafénben korrelált fázisok, köztük szupravezetés is megfigyelhető szemben a természetben található kétrétegű grafénnel [1,2].

A vdW heteroszerkezetek tulajdonságaiban nagyon fontos szerepet játszik rétegek közötti csatolás, mely a csavarási szög mellett a kristályok távolságától is erősen, exponenciálisan, függ. Ha ezeket a heteroszerkezeteket összenyomjuk, akkor ahogy a nyomás függvényében változik a rétegek közötti távolság, akár teljesen megváltozhat az anyag viselkedése. Például, előidézhető szupravezetés olyan csavarszög mellett is csavart kétrétegű grafénben, ahol légköri nyomáson az nem figyelhető meg [3].

A csavarási szög a spintronikában is fontos szerepet játszik. Például, ha a grafénre átmenetifém-dikalkogenidet, WSe₂ kristályt helyezünk akkor az a grafénben megnöveli a spin-pálya csatolást (SOC). Az így indukált SOC függ a két kristály közötti csavarási szögtől [4]. Ha egy kétrétegű grafénnek mindkét oldalára WSe₂ kristályt helyezünk úgy, hogy a két WSe₂ kristály 180°-al el van forgatva egymástól, akkor azok ellentétes előjelű SOC-t hoznak létre a két grafén rétegben, ami miatt egy új spin-pálya kölcsönhatás által létrehozott tiltott sáv jelenik meg a grafénben. Az előadásom során ennek a heteroszerkezetnek a nyomásfüggését fogom bemutatni. Ismertetem a rajta végzett elektromos transzportméréseinket, hogy hogyan változik az invertált fázis a nyomás hatására, valamint a kísérletek mellett bemutatom egy egyrészecskés alacsonyenergiájú modellel számolt sávszerkezetét a heteroszerkezetnek [5].

[1] Cao, Y., Fatemi, V., Demir, A. et al. Correlated insulator behaviour at half-filling in magic-angle graphene superlattices. *Nature* 556, 80-84 (2018).

[2] Cao, Y., Fatemi, V., Fang, S. et al. Unconventional superconductivity in magic-angle graphene superlattices. *Nature* 556, 43-50 (2018).

[3] M. Yankowitz et al., Tuning superconductivity in twisted bilayer graphene, *Science* 363, 6431, 1059-1064 (2019)

[4] A. David, et. al., Induced spin-orbit coupling in twisted graphene-transition metal dichalcogenide heterobilayers: Twistronics meets spintronics, *PRB* 100, 085412 (2019)

[5] M. Kedves, B. Szentpéteri, et. al. Stabilizing the inverted phase of a WSe₂/BLG/WSe₂ heterostructure via hydrostatic pressure (arXiv:2303.12622)

Szilágyi Dávid

Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar
Repüléstudományi és Hajózási Tanszék

Új generációs légijárművek alkalmazásának operációs és műszaki feltételei a magyar egészségügyben

Az eVTOL légijárművek alkalmazásának első állomása lehet az egészségügyben való alkalmazás, azon belül is a szállítási, illetve sürgősségi kiszállásban való üzem tesztelése. A számos különböző koncepció engedélyezési és működési feltételeinek biztosításának érdekében már a jogi szabályozás is kialakulóban van, az Európai Repülésbiztonsági Ügynökség kiadta az első eVTOL-okra vonatkozó szabályrendszerét, sürgősségi ellátásra (VEMS) tervezett járművekre specifikusan kitérve. Magyar vonatkozásban a technológiai feltételeket tekintve megállapítást nyert, hogy eVTOL-ok alkalmazásával, a légimentést kibővítve a lakosság 99%-a elérhető lehet a 15 perces korláton belül, nagyjából 30 eVTOL-állomás létrehozásával és 40 ellátó járművel. Az ehhez tartozó minimális járműhatótáv a 34 km-es működési hatósugárhoz tartozó 136 km 157 km/h sebességgel. A légimentők és a mentőszolgálat szakmai véleménye és az általuk biztosított adatok alapján pontosíthatók ennek a becsült működési koncepciónak a paraméterei, szem előtt tartva a légügyi hatóság által már előírt követelményeket is.

Az egyik fontos kérdés a leszállóhelyek keresése és azonosítása, amelynek jelentős hatása van a végül kapott időmegtakarításra, illetve hasznosságra. Ez a jelenlegi helikopteres szolgálatnál is kulcskérdés. Ezeknek a leszállóhelyeknek a meghatározási módjain és lehetőségein felül a járműkialakítás is egy fontos szempont. Kompaktabb járművel kisebb helyen lehet leszállni, és a beteg ki- és behelyezése is megkönnyíthető. A szakmai visszajelzések és a felsorolt szempontok alapján kialakításra kerül egy működési koncepció, ahol a reakcióidő minimalizálása mellett a mentési folyamatba illeszkedés és az eset súlyossága is szempont, és a járműparaméterek pontosításra kerülnek, a hatótáv esetén a szükséges energiatartalékra vonatkozó előírásokat is figyelembe véve. A kapott eredmények a gazdasági megtérülése mérlegelésében segítséget nyújthatnak a jövőben.

Szücs Cintia Lia

Villamosmérnöki és Informatikai Kar

Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszék

Gépi tanulás az online aláírás-hitelesítésben

A kézi aláírások használata nagyon régre nyúlik vissza és mind a mai napig nagyon elterjedtek, ezért fontos igény, hogy el tudjuk dönteni róluk, hogy eredetiek-e. A technológia fejlődésével lehetőség nyílt az aláírások digitális formában történő rögzítésére. Ezt felhasználva a hitelesítési folyamat automatizálható, emberi beavatkozás nélküli programozott döntést lehet hozni. Az érintőképernyős eszközök, nyomásérzékeny tollak, aláírópadok segítségével a koordináta-információk mellett rögzíteni lehet az időbélyeget, nyomásértéket vagy a toll dőlésszögeit is az aláírás egyes pontjaihoz. Nagy előny, hogy ezáltal az aláírások dinamikájáról is információhoz jutunk, ami nagy mértékben megnehezíti az online aláírások hamisítását.

Az aláírások jellemzésére különböző tulajdonságokat használhatunk, mint a fent említettek (koordináta-információ, nyomás stb.), valamint ezekből számtalan egyéb származtatott tulajdonságérték is számítható. Az aláírások jellemzésére szolgáló tulajdonságokat két nagy csoportra oszthatjuk. Az úgynevezett lokális tulajdonságok időfüggvényként tekinthetők, az aláírás egy-egy pontjához tartozik egy-egy érték. Lokális tulajdonság például az X- és Y-koordináta, a nyomás, az időbélyeg, valamint az ezekből számolható sebesség, gyorsulás stb. A másik nagy csoportot a globális tulajdonságok alkotják, melyek az egész aláírásra vonatkoznak. Segítségükkel az egész aláírást egyetlen értékkel jellemezzük. Globális tulajdonság lehet például az aláírás időbeli hossza, a tollfelemelések száma és átlagos hossza, vagy akár a különböző lokális tulajdonságok aláíráson vett átlagértéke vagy szórása.

A használni kívánt tulajdonságok mellett, jelentős különbséget jelenthet különböző aláírás-hitelesítő rendszerek között, hogy milyen megközelítést alkalmaznak a hitelesítés során. Széleskörben elterjedt hitelesítési technika a mintaillesztésen, leggyakrabban a dynamic time warping (DTW) algoritmuson alapuló, mely képes kezelni különböző hosszúságú, nem ugyanannyi pontból álló aláírások összehasonlítását is. A gépi tanulás alapú, főként mély tanulást alkalmazó megközelítések még a mai napig kevésbé elterjedtek az online aláírás-hitelesítés irodalmában, de számuk folyamatosan nő. Ezeknél a különböző hosszúságú aláírás-bemenetek problémát jelenthetnek, így ezek egységesítése indokolt lehet.

Jelen kutatás fókuszál a különböző tulajdonságok használhatóságának lehetőségeire, azok eredményeinek összehasonlítására, valamint ennek kapcsán kiterjed különböző hitelesítési megoldások vizsgálatára is.

Takács Donát

Gépészmérnöki Kar

Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

Termodinamikailag konzisztens szerkezetőrző numerikus módszer fejlesztése disszipatív termomechanikai problémákhoz

Mérnöki problémák megoldása során hagyományosan különálló műszaki tudományterületeken belül kifejlesztett megoldási módszerek vannak használatban. Rendszerint előfordulnak azonban olyan csatolt problémák is, ahol több tudományterület modelljeit és módszereit kell összehangolni, mivel az egyes megközelítések önmagában vett alkalmazása helytelen eredményekre vezet. Ilyenek azok a viszkoelasztikus ill. reológiai jelenségek is, ahol a mechanikai hullámterjedés és a hővezetés csatolt módon jelenik meg a hőtágulásban, a hullámok által keltett valós energia-disszipációt pedig elfedheti az alkalmazott numerikus séma fiktív disszipációs jellege, és a szimuláció során sérül a termodinamikai értelemben vett energiamegmaradás. Ilyen esetekben elengedhetetlen a gyakorlati problémák megoldásához, hogy konzisztens módon állítsuk fel a modelleket és az azok numerikus közelítésére használt sémákat.

A kutatásom célja egy gyakorlatban használható eljárás kifejlesztése volt, melynek segítségével a fenti értelemben megbízható termomechanikai szimulációk készíthetők reológiai problémákhoz. Ez egy szemi-diszkretizáción alapuló, kiterjesztett szimplektikus numerikus módszer formájában került megvalósításra. Egyik előnye, hogy az általában reverzibilis rendszerekre klasszikusan alkalmazott szimplektikus módszerek energiaőrző tulajdonságait kiterjesztett, termodinamikai értelemben megtartja, így a numerikus disszipáció nem fedti el a valós, fizikai disszipációs folyamatokat. A használt modell termodinamikai konzisztenciája biztosítja a második főtétel teljesülését is, melynek numerikus ellenőrzése előrejelezheti a szimuláció későbbi instabilitását.

Előadásomban bemutatom a felhasznált fizikai modelleket és a diszkretizációs eljárást, majd a numerikus módszer használhatóságát konkrét szimulációs eredményeken keresztül demonstrálom, végül az eredményeket hagyományos megközelítésekkel is összehasonlítom. A kapott eredmények műszaki gyakorlatban való alkalmazhatósága széleskörű: a módszer alkalmazhatósága kiterjed egyes polimerek viselkedésének előrejelzésére; hosszú időskálákon lejátszódó mechanikai folyamatok számítására pl. közetek – így alagutak és más földalatti létesítmények – esetében; nemlineáris viselkedésű anyagok modálanalízisére; illetve elmozdulásmező okozta közegmozgás hatásának leírására precíziós – gravitációshullám-mérő – elrendezések mérési hibájának csökkentése céljából.

Tóth Gergő Dániel

Vegyésszmérnöki és Biomérnöki Kar
Fizikai Kémia és Anyagtudományi Tanszék

Nanoszál as enzimek készítmények fejlesztése enzimhelyettesítő terápiához

A hasnyálmirigy enzimek helyettesítő terápia (PERT - Pancreatic Enzyme Replacement Therapy) célja a hasnyálmirigy károsodásának vagy működési zavarának következtében kialakuló emésztőenzim alultermelés tüneteinek kezelése, valamint azok megelőzése. Az elterjedten alkalmazott hagyományos tabletta, valamint kapszula alapú orális PERT formuláknak azonban számos hátránya ismert. Ezek közül a legjelentősebb az adminisztrált enzimek gyenge stabilitása, valamint azok nem megfelelő aktivitása. Az említett problémák kiküszöbölésében segítséget nyújthat az enzimek immobilizációja a megfelelő nanoméretű hordozó segítségével. Napjainkban az enzimek immobilizálására szolgáló nanohordozók előállítási módszerei közül kiemelt figyelmet érdemel az elektrosztatikus szálképzés, azaz az electrospinning. Az ezen technika segítségével készített polimer nanoszálakra kiemelkedően nagy fajlagos felületük és széles spektrumban hangolható fizikai-kémiai tulajdonságaik miatt ígéretes gyógyszerhordozóként tekinthetünk. A nanoszálak alkalmasak a kívánt fehérjéket a felületükön adszorpció, vagy specifikusan kialakított kémiai kölcsönhatások révén megkötni, illetve az őket felépítő polimer mátrixba fizikailag csapdázva rögzíteni.

Az elvégzett kutatás során az electrospinning mint új preformulációs technika alkalmazhatóságát értékeltük sertés hasnyálmirigy lipáz (PPL) tartalmú per os PERT gyógyszerkészítmény előállításának céljára. Munkánk során alaposan megvizsgáltuk a prekursoroldatok és a belőlük képződő nanoszálak fizikai-kémiai jellemzőit az alkalmazott polimerek (PVA, PVP és PLA) minőségének és koncentrációjának függvényében. Vizsgáltuk a nanoszálak morfológiájának, valamint az immobilizált PPL katalitikus aktivitásának függését a polimer mátrix minőségétől, illetve az alkalmazott immobilizációs technikától (csapdázás / adszorpció). A PPL-tartalmú prekursorok reológiájának vizsgálatára rotációs viszkozimétert, az ezekből a prekursorokból előállított nanoszálak morfológiájának elemzésére pedig pásztázó elektronmikroszkópot használtunk. A készített nanoszálak víztartalmát Karl-Fischer-titrálással, porozitásukat pedig pozitron-annihilációs élettartam-spektroszkópiával (PALS) határoztuk meg. Raman-térképezéssel vizsgáltuk a PPL jelenlétét és eloszlását a nanoszálakban. A PPL enzimátikus működését 1-oktil-acetát enzimkatalizált hidrolízisében vizsgáltuk a hidrolitikus lipázaktivitásra optimalizált standard körülmények között, illetve az emberi vékonybélben uralkodó környezetet szimuláló intesztinoszolvens assay-ben.

Tóthpálné Hidegh Gyöngyvér

Gépészmérnöki Kar

Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

Térfogati égés lángképének értékelése képalkotó optikai eljárás segítségével

Számos hőtechnikai folyamat jelenleg gazdaságosan megvalósíthatatlan tüzelés nélkül. A gáz-turbinák és a közepes teljesítményű, konvektív hőcserélős kazánok pár évtizeddel ezelőtt nem előkevert lánggal üzemeltek, aminek bár meglehetősen egyszerű volt a szabályzása, a túlzott károsanyag-kibocsátás fejlesztéseket sürgetett. Napjaink berendezései a kezdeti megoldásokhoz képest egy nagyságrenddel alacsonyabb NOX kibocsátással bírnak, V-alakú, perdületes, előkevert lángot alkalmazva a kompakt égőben. A kisebb környezetkárosító hatás érdekében a légszennyező komponenseket praktikusán néhány ppm koncentráció nagyságrendjében célszerű tartani a megengedett 100 ppm körüli értékek helyett. Bár nagyobb tűzteret kíván meg, a sokszor szabad szemmel alig látható térfogati égéssel a V-alakú lángokhoz képest legalább feleződik a NOX kibocsátás, a CO kibocsátás elenyésző marad, csökken az égési zaj, valamint a mechanikai és az üzemeltetők fiziológiai terhelése.

Optikai lángdiagnosztikával valós időben kaphatunk információt a tüzelésről. A jelenlegi kutatásban alkalmazott eszközök egy spektroszkóp és egy digitális kamera, melyekkel a tüzelőtér ablakán keresztül vizsgáltuk a lángot. A spektroszkóppal a 187-1100 nm-es hullámhossz tartományban 7x7 mérési pontot vettünk fel, ez megfelelő kiosztásnak bizonyult az égésre jellemző fénykibocsátó gyökök eloszlásának vizsgálatára. A kamerával történt mérések célja a térfogati égés lángképének értékelése, amelyben kihívás, hogy a láng igen kis fénykibocsátással rendelkezik. A kamera sáváteresztő szűrőkkel való felszerelésével és megfelelő záridő alkalmazásával azonban tudunk olyan felvételeket készíteni, amelyekkel az egyes tüzelőanyagok és tüzelési beállítások térfogati lángjai kellő részletességgel értékelhetők és összevethetők. Az alkalmazott szűrők a szénhidrogén lángok kemilumineszcens színképében három jelentős fénykibocsátással jellemezhető gyökre szűrnek a következő hullámhosszokon: CH gyökre 430 nm-en, C2 gyökre 515 nm-en és H₂O gyökre 589 nm-en. Az egyes mérési beállításokban mindegyik szűrővel 30-40 kép készült a lángokról. Mindkét mérés során egyenes dízel- és földgáz-, V-alakú földgáz-, és 5-9 V/V%-os füstgáz-oxigén tartalmú térfogati dízel lángokat vizsgáltunk.

A spektroszkóppal mért gyökeloszlások megmutatták, hogy a magasabb hullámhosszok felé haladva a gyökök általi fénykibocsátás a tűztérben egyre távolabb valósult meg. Térfogati lángok esetén a füstgáz oxigéntartalmának növelésével minden gyök fénykibocsátása eltolódik, arra utalva, hogy a gyulladási időkézés az oxigénkoncentráció növelésével növekszik.

A sáváteresztő szűrőkkel készült képek feldolgozása után az eredmények azt mutatták, hogy a 430 nm-es szűrőn keresztül átlagosan 68%-kal kisebbnek látni a lángot, mint a másik két szűrővel, melyekkel hasonló a lángméretek. Továbbá, a füstgáz oxigéntartalmának növelésével a tűztérablakon keresztül látható lángméret egyre kisebb, mivel a láng a tűztér felsőbb részébe tolódik.

Török Sebestyén Dániel

Építőmérnöki Kar

Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék

Meteorológiai adatbázisok tavi modellezés célú használhatóságának vizsgálata neurális háló segítségével

Hazai tavaink vízmozgását, így keveredését szinte kizárólag a szél kelti, míg energiaháztartásukat és hőmérsékleti struktúrájukat a meteorológiai hajtóerők alakítják. Ezek együttes hatása határozza meg a vízoszlop függély menti hőmérsékleti rétegződését, amely szoros kapcsolatban áll a tó oldott oxigén koncentrációjával és ezen keresztül eutrofizációs viszonyaival. Amennyiben a vízoszlop tartósabban rétegződni tud, úgy a mederfenék közeli rétegek elzáródnak a magasabb oldott oxigén koncentrációval bíró vízfelszíntől, és így idővel egy anoxikus állapot tud beállni. Ennek hatására az üledékben tárolt tápanyagok képesek felszabadulni, ezzel növelve a tó belső tápanyagterhelését. Ez vezetett a 2019-es balatoni algavirágzáshoz is.

Ezek megelőzése, illetve előrejelzés érdekében, a meteorológiai meghajtók és az emberi hatások (pl. vízszintszabályozás) hosszú távú kölcsönhatásának feltárására van szükség a keveredési jellemzők szempontjából. Ehhez hosszú idejű meteorológiai adatokra van szükségünk, melyek ugyan rendelkezésre állnak, azonban különböző forrásokból, adatbázisokból. Ennél fogva, jelen kutatás alapvetően két kérdésre keresi a választ.

Egyrészt, hogy különböző meteorológiai adatbázisok alkalmazása milyen bizonytalanságot, pontatlanságot eredményez tavi szimulációs vizsgálatok során. Másrészt, hogy csupán meteorológiai adatok alapján becsülhető-e a tó oldott oxigén koncentrációjának dinamikája különböző mélységekben. A kutatás eredményeként így számszerűsíthetővé válik, hogy sekély tavak esetén, mint a Balaton, Velencei-tó vagy a Fertő-tó, az egyes meteorológiai adatbázisok mennyire használhatók modellezési szempontból. Továbbá feltárom, hogy neurális hálók segítségével tisztán meteorológiai meghajtók alapján számítható-e oldott oxigén koncentráció. Amennyiben igen, úgy egy gyors számítási módszer áll majd rendelkezésre annak becslésére.

Ezek felül a felállított modell segítségével vizsgálhatóvá válik a Balaton hőmérsékleti rétegzettségnek az alakulása az elmúlt 40 évre, így lehetőséget adva azok időbeli változásának meghatározására, illetve az őket alakító tényezők hatásának számszerűsítésére, beleértve az emberi tevékenységet és a klímaváltozást. Végezetül, a múlt mérési adatai alapján felállított neurális háló alapú empirikus modellrendszer képes lehet jövőbeli kvantitatív előrejelzésekre, ezzel például segítséget nyújtva a jövőbeli algavirágzás elleni védekezésben.

Ulveczki Mihály Ádám

Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

Rezonáns áramlásakusztikai problémák vizsgálata csatolt modellek és dekompozíciós technikák segítségével

Az áramlás által gerjesztett Helmholtz-rezonátor a folyadékáramlás által kiváltott akusztikai rezonancia klasszikus példája. Ha a rezonátort súroló áramlás gerjeszti, annak nyaknál nyíró réteg alakul ki, amelynek instabilitása álló akusztikus hullámokat hozhat létre az üregben. A nyíróréteg akusztikus visszacsatolása miatt önfenntartó oszcillációk lépnek fel, ha a hidrodinamikai frekvencia közel van az akusztikus sajátfrekvenciához. A szabad áramlási sebesség változtatásával a nyíróréteg különböző hidrodinamikai módusai a rezonátor akusztikai rezonanciafrekvenciájához hangolhatóak. Munkámban egy olyan szimulációs megközelítést mutatok be, amely lehetővé teszi a hidrodinamikai és akusztikus rezgések vizsgálatát mind a kapcsolt, mind a nem kapcsolt elrendezésben, ugyanazon számítási keretrendszer használatával.

Az általam vizsgált geometria egy téglatest alakú Helmholtz-rezonátorból áll, amely egy rövid nyakkal kapcsolódik egy téglalap keresztmetszetű áramlási csatornához. A nyíróréteg tisztán hidrodinamikai instabilitását összenyomhatatlan áramlási szimulációkkal vizsgáltam. A rezonátor akusztikai impulzusválaszát áramlás nélkül számítottam ki. Az önfenntartó áramlásakusztikai rezgések analitikus ún. "phase-locking" modelljét tárgyalom és paraméterezem az összenyomhatatlan áramlás szimulációk és a tisztán akusztikai számítások eredményei alapján. Ezután az összenyomható csatolt numerikus modell eredményeit hasonlítom össze az analitikus számításokkal és a referencia mérési adatok alapján kapott eredményekkel.

Varga Dóra

Vegyésszmérnöki és Biomérnöki Kar

Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudományi Tanszék

Programozott sejthalál-folyamatok vizsgálata CHO sejtekben

A ferroptózis egy 2012-ben leírt vas-ion függő, oxidatív stressz okozta programozott sejthalálforma. A ferroptózis szerepét több betegség lefolyásában is kimutatták már, mint például lokalizált ischaemia-reperfúzió, vesekárosodás, hematológiai betegségek és neurológiai rendellenességek, melyek terápiája során a ferroptózis gátlása vagy csökkentése előnyös lehet. Emellett a ferroptózis kiváltása különböző rákos megbetegedések terápiáját segítheti.

A MAPK kaszkádrendszer egy erősen konzervált jelátviteli hálózat, amely különböző sejtfunkciókban vesz részt, a JNK útvonal a MAPK kaszkádrendszer egyik fő vonala. A JNK jelátviteli útvonalnak is jelentős szerepe van a sejtek sorsában, számos szabályozási folyamatban vesz részt, beleértve a sejtprolifерáció, az embrionális fejlődés és az apoptózis szabályozását is. A ferroptózis és a JNK útvonalak közötti potenciális kapcsolatra több tényező utal, egyrészt mindkét folyamat ROS-szabályozott, mindkettő gátolható a lipid-peroxidáció gátlásával és a RAS-mutációk mindkét útvonal beindításában szerepet játszhatnak. Kutatásunk célja volt a ferroptózis és a JNK útvonal lehetséges kapcsolatának vizsgálata.

Úgy találtuk, hogy a JNK inhibitorokkal történő együttes kezelés fokozza a ferroptózis induktorok citotoxikus hatását NRAS és KRAS mutációt hordozó rákos sejtekben (HT-1080 és MIA PaCa-2). Az alkalmazott koncentrációban önmagukban a JNK gátlószerek nem okoztak sejthalált, ferroptózis induktorok melletti hatásuk pedig csak ferroptózis gátlószerekkel volt felfüggeszthető. A JNK gátlószerek hatása sem önmagukban, sem ferroptózis induktorok mellett nem okozott változást apoptózis markerekben. Ezen eredményeik alapján úgy találtuk, hogy a JNK inhibitorok erősítik a ferroptózis-induktorok hatását, nem indítanak el párhuzamos sejthalál mechanizmust. A JNK inhibitorok ezen sejthalált erősítő hatása nem volt megfigyelhető más oxidatív stressz által kiváltott sejthalál esetén (pl. farmakológia aszkorbát kezelés mellett). Ezért úgy tűnik, hogy specifikusan a ferroptózisra jellemző. Végül eredményeink arra utalnak, hogy a GSH-tartalomnak/kimerülésnek fontos szerepe lehet a JNK-gátlók sejthalálban betöltött szerepének szabályozásában.

Varnyú Dóra

Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Irányítástechnika és Informatika Tanszék

Neurális háló alapú betegségdiagnosztika

Endoszkópia során egy kamerával felszerelt, merev részekből álló, csuklós, sokszabadságú eszközt vagy deformálható csövet, egy ún. endoszkópot juttatnak be az emberi testbe egy természetes vagy egy sebész által vágott nyíláson. Ezt az endoszkópot irányítva lehetőség nyílik a szervezet belsejének a vizuális vizsgálatára vagy egy sebészeti beavatkozás elvégzésére. Azonban a belépési pont meghatározása és általánosságban az endoszkóp irányítása a vékony és kacskaringózó testüregeken keresztül bonyolult lehet, különösképpen elágazásoknál. A precíz navigáció jó kézügyességet és nagy gyakorlatot igényel. Ugyancsak nehézséget jelent a kisebb, nehezen észrevehető elváltozások azonosítása az endoszkóp kameraképén, illetve akár a felfedett léziók súlyosságának meghatározása is.

A mesterséges intelligencia (AI) rohamos fejlődése nagy hatással van az egészségügyre is, mivel kompenzálhatja az ember korlátozott képességeit és megakadályozhatja az emberi hibákat. Kutatásom célja mesterséges intelligencia alapú eljárások kidolgozása volt endoszkópos műtétek támogatásához. Ennek keretében a következő projekteket valósítottam meg:

1) Videóalapú AI diagnosztikai rendszer, amely az endoszkóp kamerájából érkező zajos és alacsony kontrasztú képsorozaton valós időben detektálja és osztályozza az elváltozásokat. Ezt egy hatékony, state-of-the-art konvolúciós neurális hálóval valósítottam meg, amelyet a szakirodalomban fellelhető hálóarchitektúrák alapos elemzése után készítettem el. A kameraképet a diagnosztizálás előtt feljavítom, hogy a szervek élei jobban láthatóan legyenek, de a nemkívánatos zajt elnyomjuk. A megalkotott rendszerrel nemcsak a műtétek támogatása válik lehetővé, hanem az utólagos elemzés, a beavatkozások hatásosságának kiértékelése is, ami utat nyit a folyamatos fejlődéshez. Ezen projektet dedikáltan a húgyhólyagrák vizsgálatához, azaz a cisztoszkópiához fejlesztettem ki és húgyhólyagtükrözés közben készült klinikai képsorozaton elemeztem.

2) Vizsgáltam a multimodális képregisztrációt. Az endoszkóp kameraképét kombinálva egy műtét előtti CT/MR/PET képalkotásból származó 3D térfogattal sikerült javítani a térbeli viszonyok feltárását és a lokalizációt, ami egyszerűbb és biztonságosabb beavatkozásokhoz vezet.

3) Multimodális képregisztrációval lehetővé vált automatikus ütközésetektálás és navigáció megvalósítása is. Az algoritmus feladata az endoszkóp pályájának megtervezése a CT/MR adatok alapján úgy, hogy a vezérlés minimális nehézséget okozzon, valamint egy olyan bemeneti nyílást válasszon, amelyen keresztül az összes műtéti terület az érzékeny szervek elkerülésével is elérhető.

Vincze Anna

Vegyésszmérnöki és Biomérnöki Kar
Kémiai és Környezeti Folyamatmérnöki Tanszék

QSPR modell kidolgozása gyógyszerhatóanyagok intesztinális felszívódásának előrejelzésére

A gyógyszerkutatásban fontos cél a potenciális per os hatóanyagok, vezérmolekulák vékonybélből történő, ún. intesztinális felszívódásának az előrejelzése, hiszen ez a biohasznosulás egyik fő indikátora. Kutatási és fejlesztési folyamatban jellemzően több szinten, különböző szűrő módszerek segítségével szűkítik a hatóanyagjelöltek körét – ezen módszerek közül a legnagyobb áteresztőképességgel az in silico modellek rendelkeznek. A kvantitatív tulajdonság-szerkezet összefüggéseket leíró QSPR (Quantitative Structure-Property Relationships) modellek a vegyületek szerkezetére jellemző leírókat, illetve fizikai-kémiai tulajdonságait (heteroatomok száma, gyűrűk száma, H-kötés donorok/akceptorok száma, molekulatömeg, sav-bázis karakter - pKa, lipofilitás - logP, poláros molekulafelszív - TPSA) hozzák korrelációba a mért jellemzővel – adott esetben a permeabilitással. Egy ilyen modell kidolgozásához célszerű nagy tagszámú, homogén adatkészletet használni, lehetőleg azonos körülmények között mért értékekkel, ami sokszor komoly kihívást jelent.

A PAMPA (Parallel Artificial Membrane Permeability Assay) egy in vitro, nagyáteresztőképességű technika, melynek segítségével két 96 lyukú mikroplate egymásba illesztésével modellezhetjük a vegyületek sejtmembránon keresztüli felszívódását, ahol a sejtmembránt glicerofoszfolipidek dodekános oldata modellezi. A technika korlátja, hogy csupán a passzív transzport modellezését biztosítja, hiszen a sejtekre jellemző aktív transzporterek nincsenek jelen a rendszerben, azonban fontos megemlíteni, hogy számos kismolekulás gyógyszer igazoltan passzív transzporttal közlekedik a sejtmembránon keresztül. Kutatócsoportunk (gasztro)intesztinális PAMPA (GI-PAMPA) modelljében a bélhámsejt epitéliumának membránját egy foszfatidilkolint és koleszterint tartalmazó dodekános oldat modellezi, míg a bél lumenre (donor oldal) és a szisztémás keringésre (fogadó oldal) jellemző pH viszonyokat a membrán két oldalán kialakított pH gradienssel (pH 6,5-7,4) modellezzük. A GI-PAMPA modell – megfelelő nagyáteresztőképességű analitikai módszer, pl. UV-plate olvasó mellett – alkalmas arra, hogy nagyszámú gyógyszervegyület gasztrointesztinális permeabilitását meghatározzuk vele, ami nagy tagszámú, homogén adatkészlet kialakításával kitűnő kiindulási pontja egy jó előrejelző képességgel rendelkező QSPR modellnek. Munkánk során közel 400 vegyület permeabilitását vizsgáltuk és az adatokat statisztikai és keminformatikai módszerek segítségével dolgoztuk fel egy intesztinális permeabilitást előrejelző modell megalkotásához.

Virág Ábris Dávid

Gépészmérnöki Kar
Polimertechnika Tanszék

UV-C sugárzás hatása a politejsav mechanikai, reológiai és termikus viselkedésére

Az UV-C lámpák olyan sugárforrások, amelyek hullámhossz tartománya a 100-280 nm-es tartományba esik. Ilyen típusú, ún. germicid lámpákat évtizedek óta alkalmaznak fertőtlenítésre. Az eljárás nagy előnye, hogy gyors és vegyszermentes módon képes a mikroorganizmusok (pl. a baktériumok, vírusok) elpusztítására. Éppen ezért egyre több területen alkalmazzák fertőtlenítésre, pl.: medencék, akváriumok, laboratóriumok, légtisztító rendszerek, élelmiszeripari és orvostechikai eszközök esetén. Az utóbbi egy-két évben, a koronavírus elleni védekezés kapcsán, nagy mennyiségben és viszonylag olcsón kerültek kereskedelmi forgalomba ilyen típusú, otthoni felhasználásra szánt lámpatestek, így manapság már számos háztartásban is jelen vannak. Azonban ezek élettani, továbbá műszaki anyagokra gyakorolt hatása, hosszú távú expozíció esetén jelenleg még kevésbé feltárt.

Jelen munkában politejsav anyagból készítettem amorf és részben kristályos 170 ± 10 μm vastagú fóliákat, majd ezeket UV-C sugárzásnak tettem ki 0, 15, 30, 45, 60, 120, 240, 480 percre, ezt követően az előállított mintákon egy széleskörű vizsgálatssorozatot végeztem.

Gélpermeációs kromatográfiai (GPC) vizsgálatokkal megvizsgáltam a besugárzási idő hatását a politejsav szám és tömeg szerinti átlagos molekulatömegére, differenciális pásztázó kalorimetriai (DSC) vizsgálatokkal meghatároztam az üveges átmeneti hőmérséklet és a kristályolvadási hőmérséklet alakulását a besugárzási idő függvényében, továbbá szakítóvizsgálatokkal és rotációs reométeren végzett reológiai mérésekkel feltérképeztem az alapanyag mechanikai viselkedését szobahőmérsékleten és reológiai viselkedését emelt hőmérsékleten. Ezen felül megvizsgáltam, hogy az amorf fóliák utólagos kristályosítása milyen mértékben lassítja a degradáció folyamatát. Az eredmények alapján megállapítottam, hogy a besugárzás során bekövetkező degradációs folyamat jellege nem katalitikus, random lánctöredezés. Továbbá modelleztem a mechanikai, termikus és reológiai jellemzők változását a besugárzási idő függvényében.

Vörös Illés

Gépészmérnöki Kar
Műszaki Mechanikai Tanszék

Sávtartó szabályozás stabilitása a pályagörbület figyelembevételével

Személygépjárművek pályakövető szabályozásának tervezésénél elterjedt egyszerűsítés a lehető legegyszerűbb, egyenes vonalú referencia pálya feltételezése. Ez az egyszerűsítés indokolható azzal a megfontolással, hogy a zárt szabályozási kör dinamikáját a referencia pályához képesti eltérés fogja elsősorban befolyásolni, magának a referenciának a változását pedig egy előrecsátoló szabályozó taggal lehet figyelembe venni és kompenzálni. Ez az egyszerűsítés jelentősen megkönnyíti a számításokat, és számos zárt alakú, analitikus eredmény születését tette lehetővé. Azonban fizikai érzékünk alapján is belátható, hogy másképpen fog viselkedni a jármű, ha kanyarodás közben kell kikerülni egy akadályt, mint egyenes pályán, és ez az eltérés a referencia pálya görbületének növelésével nőni fog. Emiatt a szabályozó optimális behangolása is módosulni fog a pálya görbületének változásával.

A kutatás célja feltérképezni, hogy a referencia pálya görbülete hogyan befolyásolja az egyenes pálya esetre meghatározott korábbi eredményeket, beleértve az erősítési tényezők stabilitási térképeit, a stabilitási határon megjelenő bifurkációk jellegét, a stabil pályakövetés vonzási tartományát, valamint a vonzási tartomány alapján meghatározott, nemlineáris szempontból is biztonságosnak ítélt erősítési tényezők tartományát. További cél, hogy a lineáris állapotvisszacsatolás hangolásán felül a szabályozási törvény nemlineáris módosításával tovább javítsuk a sávtartó szabályozás teljesítményét, robusztusságát és stabilitását kanyarodó pálya esetén is.

Az eddigi eredmények alapján sikerült kimutatni, hogy bár a stabil tartomány pozíciója és alakja nem változik sokat a pályagörbület hatására, a leggyorsabb lecsengést biztosító optimális szabályozóparaméterek arrébb tolódnak, ami jelentős hatással van a kritikus karakterisztikus gyökök valós részére. Emiatt az egyenes pályát feltételezve behangolt szabályozó teljesítménye jelentősen romolhat kanyarodó pálya esetén. Ez elsősorban biztonságkritikus hirtelen manőverek esetén lehet különösen fontos, ahol előfordulhat, hogy a rossz minőségű tranziens lengések során lépik át a gumikerekek a megcsúszás határát.

Záhonyi Petra

Vegyésszmérnöki és Biomérnöki Kar
Szerves Kémia és Technológia Tanszék

Folyamatos ikercsigás granuláláson alapuló technológiák fejlesztése

A folyamatos gyártási technológiák alkalmazása a vegyipar legtöbb területén már bevett gyakorlat, de jelentőségüket mára a hagyományosan szakaszos technológiákon alapuló területeken, köztük a gyógyszeriparban is felismerték, melynek köszönhetően alkalmazásuk és a velük foglalkozó kutatások száma az elmúlt években rohamosan nőtt. Egy nagyon ígéretes folyamatos technológia az ikercsigás granulálás, mely alkalmazásával a legtöbb formulálási eljárás részét képző szakaszos granulálás valósítható meg folyamatos üzemmódban. A technológia gyógyszeripari jelentősége vitathatatlan, azonban a technológia előnyeinek teljes kiaknázásához további kutatásokra van szükség, különösen a módszer más, folyamatos technológiákkal való integrálására vonatkozóan. Az ÚNKP kutatómunkám során ezért az ikercsigás granuláláson alapuló összetett, folyamatos technológiák kidolgozásával foglalkoztam.

Kutatómunkám során két összetett, integrált rendszert vizsgáltam meg, melyek közül az egyik olvadék-, a másik pedig nedves granuláláson alapult. Olvadék granulálással koffein porfolyási tulajdonságait és préselhetőségét javítottam polietilén-glikolt (PEG) alkalmazva kötőanyagként, vizsgálva, hogy a különböző gyártási paraméterek hogyan befolyásolják a részecskék aggregációját, majd a granulátumok és a belőlük préselt tabletták tulajdonságait. Megállapítottam, hogy a legjelentősebben a granulálási hőmérséklet és az alkalmazott PEG molekulatömege befolyásolja a granulálást, valamint a megfelelő paraméterek beállításával a vizsgált tulajdonságok nagymértékben javíthatók, megfelelő granulátumok és tabletták hozhatók létre. A granulálást összekapcsoltam további folyamatos lépésekkel (a granulátumok hűtésével, őrlésével és tablettázásával) így egy teljesen összetett, a kiindulási porkeveréktől egészen a tabletták előállításáig folyamatos üzemmódú rendszert hoztam létre. A rendszert in-line analitikával is kiegészítettem: digitális képelemzés segítségével egy kritikus jellemző, a granulátumok szemcseméret-eloszlását tudtam követni valós időben.

Nedves granulálás során ugyanazzal a rendszerrel α -D-glükózt hoztam tablettázható formára, desztillált vizet alkalmazva granuláló folyadékként. Munkám célja a granulálóban lejátszódó folyamatok mélyebb megértése volt. Vizsgáltam, hogy a kiindulási monohidrát forma átalakul-e, és ha igen, milyen mértékben anhidrát formává. Az anhidrát-tartalom követéséhez egy Raman spektroszkópián alapuló modellt fejlesztettem többváltozós adatelemzés segítségével, a legkisebb négyzetek módszerét alkalmazva. A megalkotott modell meghatározta, mely gyártási paraméterek befolyásolják az anhidrát tartalmat, valamint – mivel a módszer in-line, valós időben is alkalmazható – a folyamat közben követni tudtam, hogy a megfelelő polimorf módosulat keletkezik-e.

„Tudománnyal fel!” Felsőoktatási Doktorvárományosi és Posztdoktori Kutatói Ösztöndíj

Dülkné Dr. Molnár Zsófia Klára

Vegyésszmérnöki és Biomérnöki Kar
Szerves Kémia és Technológia Tanszék

Humán tirozin-hidroxiláz rekombináns expressziója és rögzítése

A modern gyógyszerkutatásban számos példa ismert, amikor a kitűzött cél olyan gyógyszermolekula fejlesztése, mely egy megadott, szervezetben előforduló enzim inhibitoraként működik, annak aktivását gátolva. Az ilyen vegyületek kutatása során nagy igény van ezek nagyátersztőkéességű szűrésére. Munkánk célja egy ilyen, inhibitor-fehérje kölcsönhatás vizsgálatokra alkalmas módszer kifejlesztése mikrofluidikai technológiák alkalmazásával. Az úgynevezett Lab-on-a-Chip (LoC) rendszereknek számos vitathatatlan előnye van, ugyanis ezek a kompakt, kis méretű, automatizálható mikrofluidikai eszközök gyors analitikát biztosítanak költség- és időhatékony módon. A LoC technológia már számos területen bizonyította, hogy kiválóan alkalmazható változatos analitikai problémák megoldására. Ebben a projektben célunk a LoC technológia felhasználhatóságának kiterjesztése és az enzim-inhibitor kölcsönhatások vizsgálatára történő alkalmazásának demonstrálása.

Kutatásunk célenzimként a humán tirozin-hidroxilázt (hTH) választottuk. A hTH egy rendkívül fontos enzim, mivel az idegrendszer megfelelő működéséhez nélkülözhetetlen: szubsztátjából, az L-tirozinból állítja elő az L-3,4-dihidroxifenilalanint (L-DOPA), mely a kulcs lépés az emberi szervezetben történő neurotranszmitterek (például dopamin, noradrenalin és adrenalin) szintéziséhez. Az hTH enzim elégtelen működése kapcsolatba hozható a Parkinson-kór és más neurodegeneratív betegségek kialakulásával. Az hTH egyik inhibitora, a metirozin, a mellékvese daganatok kezelésére is alkalmazható. Gyógyszeripari relevanciája mellett más szempontok miatt is értékes célpontja a kutatásunknak, az enzim és kofaktorai ugyanis már 30°C-on aggregációt illetve oxidációt mutatnak néhány órán belül, ami miatt az enzim hagyományos rendszerekben történő vizsgálata kihívást jelenthet.

A munkánk során megvalósítottuk a hTH rekombináns termeltetését és tisztítását GST-fúzionált fehérje formájában. Az így megtisztított enzimet rögzítettük különböző mágneses nanorészecskékre (MNP-k), melyek a felszínükön kovalens kötések kialakítására alkalmas felületi funkciócsoportokat tartalmaztak (pl. aldehid- vagy epoxidcsoportok). Az enzim eredeti és rögzített formájának összehasonlításához a specifikus aktivitásukat spektrofotometriás reakciókövetéssel jellemeztük. Továbbá vizsgálhattuk ismert inhibitorok hatását a rögzített enzimen. Eredményeink azt mutatják, hogy az MNP-re rögzített enzimek alkalmazhatóak vegyületek gátló hatásának vizsgálatára. Következő lépésünk az lesz, hogy alkalmazzuk a rögzített enzimet LoC rendszerekben, és igazoljuk, hogy a jövőben ez a módszer jelentős eszköz lehet a gyógyszerfejlesztések során.

Galata Dorián László

Vegyésszmérnöki és Biomérnöki Kar
Szerves Kémia és Technológia Tanszék

Teljeskörű minőségvizsgálat megvalósítása gyógyszeripari készítménygyártás során

A tabletták gyors hatóanyag-tartalom mérésének megvalósításához tesztek végeztünk, hogy megfigyeljük, mely hatóanyagok esetén van lehetőség arra, hogy UV megvilágítás mellett egy digitális kamerával készített képen mérjük a hatóanyag koncentrációját. Eredményként az amlodipin és a koffein hatóanyagok tűnnek ígéretesnek, ezek látható fényben átlagos fehér vagy majdnem fehér színű porok, UV fényben azonban a színük megkülönböztethető a segédanyagokétól. Az amlodipin esetén UV megvilágítású kamerás méréssel, a koffeinnél pedig NIR spektroszkópiával és UV megvilágítású kamerás méréssel is készítettünk kalibrációt a hatóanyag-tartalom becslésére. Jelenleg folyamatban van a kalibrációk alapján történő gyors szűrés tesztelése, ahol nagy mennyiségű tabletta közül kiválogatjuk a nem megfelelő hatóanyag-tartalommal rendelkezőket. A tabletták in vitro kioldódási profiljának becsléséhez egy olyan modell rendszert választottunk, ami drotaverin-hidroklorid hatóanyag nyújtott leadását valósítja meg hidroxipropil-metilcellulóz (HPMC) gélképző segítségével. Ennek a gélképző komponensnek a koncentrációja és a szemcsemérete jelentős mértékben befolyásolja a hatóanyag leadási sebességét. A tabletták felületéről felvett kémiai térkép alapján lehet következtetni ezekre a minőségi jellemzőkre. A kutatás során gyors Raman, illetve közeli infravörös (NIR) képalkotó berendezések segítségével vettünk fel kémiai térképeket olyan tabletták sorozatáról, amikben változott a HPMC koncentrációja és szemcsemérete. A térképezés után elvégeztük a tabletták in vitro kioldódásvizsgálatát, majd mesterséges neurális hálózatok segítségével kinyertük az információt a kémiai térképekből, ez alapján pedig létrehoztunk egy modellt, ami becsüli a tabletták in vitro kioldódásprofilját. A térképek alapján kapott becslések átlagos f_2 hasonlósági értéke 62,7 volt a Raman térképek esetén és 57,8 a NIR térképeknél, ez jelentősen magasabb az 50-es elfogadási határnál, tehát mind a két eljárás alkalmas a kioldódási profil megbízható előrejelzésére.

Hirsch Edit

Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar
Szerves Kémia és Technológia Tanszék

Gyógyszertechnológiai fejlesztések a biotechnológiai eredetű hatóanyagok minőségének biztosítására

A biológiai eredetű gyógyszerek és diagnosztikai termékek jelentősége napjainkban is folyamatosan növekszik, mivel számos nehezen gyógyítható, illetve újonnan megjelenő betegség (pl. onkológiai, immunológiai, vírusos megbetegedések) hatékony kezelését és innovatív diagnosztikai megoldásokat tesznek lehetővé. Azonban a nagy molekulatömegű, komplex szerkezetű biohatóanyagok széleskörű alkalmazásához elengedhetetlen a megfelelő termékminőség biztosítása, valamint a költséghatékony és biztonságos gyártás, amelyhez szükséges a folyamatkövető és -analizáló technológia (PAT) elvei alapján a gyártási folyamat és a kiindulási anyagok kritikus paramétereinek analízise és szabályozása.

A monoklonális antitestek a biohatóanyagok igen nagy jelentőségű csoportja, előállításuk kínai hörcsög petefészek sejtek bioreaktoros tenyésztésével történik. Az emlőssejtek megfelelő növekedéséhez kémiaiilag definiált tápközeget alkalmaznak, azonban a tápközegek összetétele nem ismert és nagy számú komponenst tartalmaz alacsony koncentrációban. Az upstream műveletek nagy variabilitásának egyik forrása az ismeretlen - ezáltal nehezen szabályozható - médiaösszetétel, ezért munkánk során, emlőssejtek tenyésztésére alkalmas tápközeg porok vizsgálatát valósítottuk meg Raman kémiai térképezés és sokváltozós adatelemzési módszerek alkalmazásával. A tápközegekről felvett spektrális térképek elemzésére a többváltozós görbefeletbontás - váltakozó legkisebb négyzetek módszerét (MCR-ALS), a SAM-OP spektrális szögtérképező algoritmust, valamint a klasszikus legkisebb négyzetek módszerét (CLS) alkalmaztuk. Eredményeink arra mutatnak, hogy a Raman spektrometria és az alkalmazott adatelemzési módszerek képesek nagy számú komponenst tartalmazó, összetett keverékek minőségi és mennyiségi vizsgálatára, amely a tápközegek felszabadításakor kritikus szempont lehet.

Továbbá a kutatásunk során diagnosztikai célra előállított SARS-CoV2 tüskefehérje alegység (RBD) tisztítási lépésének fejlesztésével foglalkoztunk. Az RBD fehérje tisztítását nikkel-affinitás kromatográfiával valósítottuk meg, azonban az elúciós oldat imidazolt tartalmaz, amely toxikus hatású, ezért egy puffercserével kell eltávolítani. Erre a célra, egy folyamatos, keresztáramú-membránszűrési módszer dolgoztunk ki. A folyamat kritikus paramétere az imidazol koncentráció, ezért nyomonkövetésére Raman és NIR spektroszkópiai módszereket alkalmaztunk. A részleges legkisebb négyzetek módszerét (PLS) alkalmazva alacsony predikciós hibával rendelkező modelleket fejlesztettünk, amelyek alkalmasak voltak a membránszűrési fehérjetisztítási lépés során az imidazol koncentráció nyomonkövetésére.

A kutatás során kifejlesztett spektroszkópia-alapú minőségellenőrző és monitorozó rendszerek, valamint a folyamatos technológiai megoldások gazdaságos és hatékony gyártást biztosítanak.

Hory Gergely

Építészmérnöki Kar
Urbanisztika Tanszék

Cselekvésből tér: az emberi tevékenységek és a térbeliség elméleti és gyakorlati összefüggéseinek feldolgozása építészeti és városépítészeti vonatkozásban

Kutatásomban az elsajátítás (l'appropriation / appropriation / Raumaneignung) gyakorlatainak elméleti értelmezéseit vizsgálom az ember – mint egyén és mint társadalom – és környezete közötti kölcsönhatás kontextusában. A tanulmány célja egyfelől rámutatni az elsajátítás mint téralakító folyamat jelentőségére azokban a XX. századi és kortárs térelméletekben, melyek a fizikai környezeten túl a tér társadalmi, mentális és kulturális konstruáltságát is figyelembe veszik. Ehhez először Henri Lefebvre és az ISU (Institut de Sociologie Urbaine) által az 1960-as és 70-es években készített különböző vidéki és urbánus helyszíneken készített szociológiai kutatások alapján megfogalmazott elméleteket szükséges megismerni, melyeknek a tér elsajátítása lényegi elemét képezi. Łukasz Stanek – Lefebvre munkásságának egyik meghatározó építész-teoretikus kutatója – tanulmányaiból kiderül, hogy a tér elsajátításának négy különböző értelmezéséről beszélhetünk: egyrészt mint kreatív gyakorlat, ami átalakítja a környezetet anélkül, hogy lerombolná azt; másrészt mint kritikai válasz a kor funkcionista építészeti és városépítészeti beavatkozásaira, melyek nem teszik lehetővé az elsajátítást, ezáltal megakadályozzák a személyes kötődést a lakóhelyhez; harmadrészt mint olyan tevékenységet, ami szimbolikus tartalmakkal, jelentésekkel tölti meg a környezetet; negyedrész pedig gyakorlatként, ami spontaneitást, játékot és kiszámíthatatlanságot indukál az urbánus környezetben, ami Lefebvre szerint ellentétét képezi a modern városok eseménytelen monotonitásának. Munkámban ezen négy megközelítésre alapozva rendszerezek további, hasonló időben, de részben más intellektuális környezetben született elméleteket (például Lars Lerup vagy Christopher Alexander), illetve időben későbbi, de Lefebvre elméleteire építő koncepciókat (például Karen A. Franck, Quentin Stevens, Jeremy Till vagy Iain Borden). Az összehasonlító elemzésektől azt várom, hogy az elsajátítás értelmezésének további dimenzióit sikerül feltárni, ami által a jelenség árnyaltabb képet kaphatunk a vizsgált jelenségről.

A kutatás további célja, hogy a magyar nyelvű építészeti- és városelméleti diskurzusban gazdagítsa a tér elsajátításával kapcsolatos ismereteket, melyek hiányosak, szemben az angol, francia vagy német nyelvű akadémiai területekkel. A jelenség kutatása azért is fontos, mert általa lehetségessé válik az emberi cselekvések és a tér létrehozása közötti összefüggések mélyebb megértése.

Karácsony Rita

Építészmérnöki Kar

Építészettörténeti és Műemléki Tanszék

A késő modern építészet válsága; az egykori építészhallgatók és pályakezdő építészek gondolatai az 1970-es, 1980-as évek hazai építészetéről

A tudományos program a magyarországi késő modern építészetet követő tendenciák meghatározott nézőpontból történő feltérképezésére vállalkozik. A kutatás alanyai azok a hatvanas, hetvenes éveikben járó építészek, akik 1980 körül végeztek a Budapesti Műszaki Egyetem építészkarán, majd állami tervezőirodába kerülve kezdték meg pályafutásukat, végül a rendszerváltás után elindították saját tervező cégeiket. A kutatás így nagyjából az 1972–1992 közötti éveket fedi le.

A kiválasztott 10–12 interjúalannyal folytatott beszélgetés körvonalazza azokat az irányokat, amelyekből az 1970-es, 1980-as évek hazai építészetoktatása, illetve építésze további vizsgálódásra érdemes. A személyes emlékeket a hivatalos források: a szakirodalomból, a korabeli szaksajtóból, illetve levéltári dokumentumokból kinyerhető információk árnyalják.

A kutatás aktualitását leginkább az adja, hogy az 1970-es, 1980-as évek hazai épületállománya is eléri azt a kort, amikor a kiemelkedő alkotások megőrzéséről dönteni kellene – ehelyett számos közülük már áldozatul is esett az újabb beruházásoknak. A korszak egykori építészhallgatói, pályakezdői még csak a hatvanas-hetvenes éveikben járnak, így nemcsak most, hanem akár egy-két évtizeddel később is megkérdőjelezhetők ugyanerről a témáról – ami tanulságos összehasonlításokra adhat majd alkalmat.

A kutatási program célja, hogy a késő modern építészet válságára adott válaszokat az egykori építészhallgatók, majd fiatal építészek személyes nézőpontján keresztül mutassa be az építész, építészettörténész szakmának és a tágabb olvasóközönségnek. Hogyan ismerkedhettek meg a „három T” korszakának építészhallgatói a legújabb nemzetközi és hazai építészeti irányzatokkal, mint a „nyugatról” beáramló posztmodernnel, a távol-keleti teoretikus irányzatokkal, vagy épp a Makovecz Imréhez köthető organikus építészeti szemlélettel? Milyen hatást tudott kifejteni a Miskolci Kollektív Ház vagy a Pécs-csoport tevékenysége? Milyen szerepet töltött be a Bercsényi Kollegium – rendezvényein és kiadványain keresztül – a „második szakmai nyilvánosság” megteremtésében? Hogyan járult hozzá a szakmai diskurzus fellendítéséhez a MÉSZ és a Fiatal Építészek Köre? Illetve az új irányok mellett mennyire maradt biztos kiindulási pont a modern építészet?

A kutatás továbbá jelentős mértékben foglalkozik a tervezés intézményi lehetőségeivel, átalakulásával is. Az 1980-as évek elején hol és hogyan helyezkedhettek el a Műegyetemről kikerülő építészek a szakmában? Milyen változást hozott az 1982-től engedélyezett gazdasági munkaközösség vagy a kisszövetkezeti forma a tervezésben? Hogyan, milyen formában folytatták a fiatal építészek a munkát a rendszerváltozást követő néhány évben?

Az interjúalanyok visszaemlékezéseit rögzítő kéziratot a nem annyira közismert pályakezdő évekhez köthető terv- és képanyag, valamint egy, a korszak hazai építészetét kb. 50 példával körvonalázó adatbázis egészíti ki.

Lévai Tamás

Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Távközlési és Médiainformatikai Tanszék

Szolgáltatáshálóok összekapcsolása szoftveresen definiált hálózatokkal

A szolgáltatásháló (service mesh) meghatározó hálózati modell mikroszerviz architektúrájú alkalmazások számára felhő környezetben. A szolgáltatásháló implementációk a konténerben futó alkalmazás/szolgáltatás előtt a hálózatot a vele együtt és azonos hálózati névtérben futó sidecar proxy segítségével fedik el. Így mind az alkalmazásfejlesztés, mind az üzemeltetés terheit jelentősen csökkenteni lehet. A szolgáltatásháló továbbá fejlett monitorozási, biztonsági, és üzemeltetési szolgáltatásokat (például terhelés elosztás, hibatűrés) tudnak nyújtani. Ezen előnyök mellett a szolgáltatásháló jelentősen mértékben terjednek, alkalmazásuk bevett gyakorlat.

A szoftveresen definiált hálózatok (SDN) olyan hálózatok, amelyek flexibilis működést tesznek lehetővé gyors újraprogramozhatóságukkal. Alkalmazásuk sokrétű, alapját képezik napjaink meghatározó infokommunikációs hálózatainak, úgymint számítási felhőknek, 5G hálózatoknak, illetve nagy kiterjedésű hálózatoknak (szoftveresen definiált nagy kiterjedésű hálózat: SD-WAN).

Közös a két hálózati modellben, hogy mind az szolgáltatásháló, mind a szoftveresen definiált hálózatok elkülönítik az adatsíkot és a vezérlési síkot. Azonban mégis jelentősen eltér a kettő. Szoftveresen definiált hálózatok az OSI-modell 4. (szállítási) rétegig támogatják a programozhatóságot. Ezzel szemben a szolgáltatásháló az OSI-modell 4. rétege felett, jellemzően a 7. rétegben. Emiatt a két hálózati megoldás összekapcsolása nem megoldott a hálózati rétegek közötti átfedés hiánya miatt. A modern alkalmazások és üzemeltetési modellek szempontjából azonban elvárt lenne, hogy egy szolgáltatás és végpont között vagy két szolgáltatás között biztonságos kapcsolatot, szolgáltatási szint garanciákat (QoS), és egységes vezérlést tudjunk garantálni a hálózat programozásával.

Ehhez kapcsolódóan munkám célja a szolgáltatásháló és az SD-WAN megoldások átfogó programozásának feltérképezése, megvalósításának előkészítése. E célból munkám során olyan kapcsolódási pontokat térképezek fel, amellyel a különböző hálózati rétegekben működő technológiákon áthidalva lehet a hálózat egészét programozni. Ezt követően réteghidalási terveket dolgozok ki, amiket teszteléseken keresztül, valószerű környezetben vizsgállok meg. Ennek a vizsgálatnak fontos tapasztalata, hogy a naiv megoldások nem elégségesek az átfogó hálózatprogramozási cél megvalósításához, így saját szolgáltatásháló – SD-WAN átjárót dolgozok ki, amin keresztül megvalósítható a teljes hálózat programozhatósága szolgáltatásháló és SD-WAN felett. Megoldásaimat hatékonyságát valós rendszeren végzett esettanulmányokkal igazolom.

Mester Dávid

Vegyésszmérnöki és Biomérnöki Kar
Fizikai Kémia és Anyagtudományi Tanszék

Hatékony kvantumkémiai módszerek fejlesztése törzselektronok gerjesztésének vizsgálatához

A molekuláris rendszerek gerjesztett állapotai fontos szerepet játszanak számos kutatási területen, mint például a fotokémiában, nanotechnológiában, energetikában és biokémiában. Napjainkban a gerjesztett állapotú tulajdonságok számítására a költséghatékony, de kielégítően pontos időfüggő sűrűségfunkcionál-elmélet (TDDFT) a legelterjedtebb eljárás. A vegyértékelektronok gerjesztésének leírására az elmúlt évtizedekben standard formalizmusok kerültek kifejlesztésre, azonban számos egyéb, gyakorlati szempontból is fontos gerjesztés létezik, mint például a törzselektronok gerjesztése, illetve az elektronok ionizációja. Ezen folyamatok számítása nehézkes, mivel az első esetben energetikailag magasan fekvő állapotokról van szó, míg utóbbi esetben az alkalmazott formalizmus nagyon bonyolult. Ezek következtében az említett gerjesztéseket kétszeres hibrid funkcionálokkal korábban még nem vizsgálták. Az ösztöndíjas időszak alatt az irodalomból ismert, elegáns és könnyen implementálható eljárásokat (törzs-vegyérték szétválasztás, kontinuumpálya formalizmus) adaptáltam kétszeres hibrid TDDFT módszerekre. Az egyes funkcionálok teljesítőképeségét kiterjedt összehasonlító számításokkal vizsgáltam, és bemutattam, hogy a legjobb funkcionálokkal kapott eredmények pontosabbak, mint az azonos költségű hullámfüggvény-alapú módszerekkel elért eredmények. A kidolgozott eljárások a kutatócsoportunk által fejlesztett, akadémiai célokra ingyenesen elérhető MRCC kvantumkémiai programcsomagban kerültek implementálásra.

Nagy Eszter Dóra

Építőmérnöki Kar

Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék

Vízgyűjtők válaszüdejének vizsgálata: empirikus módszerektől a fizikai alapú számításokig

Doktori kutatásom keretében vízgyűjtők válaszüdejének számításával foglalkoztam, azonban az általam használt megközelítések közül hiányzott az összegyülekezés folyamatának fizikai (hidraulikai) alapon történő leírása. A válaszüdőt leíró paraméterek közül az összegyülekezési idő és az egyensúly beálltaig eltelt idő hidraulikai szempontból kapcsolatban állnak. Előbbi az áramlási sebesség, utóbbi a hullámterjedési sebesség alapján számítható egy-egy vízgyűjtőn. A két sebesség, így a két válaszüdő paraméter is arányosságban állnak. Értékük emellett meghatározható a megfigyelt csapadék és lefolyás idősorok jellemző pontjai között eltelt időkként is. Az összegyülekezési idő ilyen módon történő meghatározásához szükség van az alaphozam szeparálására is. Amennyiben hidraulikai alapon ismertnek tekintjük az összegyülekezési idő és az egyensúly beálltaig eltelt idő arányát, inverz megközelítéssel kalibrálható az alaphozam szeparáció. Az erre tett kísérlet eredményei kerülnek bemutatásra a konferencia keretében.

Németh Renáta

Vegyésszmérnöki és Biomérnöki Kar

Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszer tudományi Tanszék

Élelmi rostok szerkezetalkító szerepének azonosítása gluténmentes gabona és álgabona alapú élelmiszer mátrixokban

Az élelmi rostok táplálkozásunkban betöltött szerepére, számos előnyös, részben tudományosan is alátámasztott egészségügyi hatására az elmúlt évtizedek kutatási eredményei irányították rá figyelmünket. Ugyanakkor mind táplálkozás-élettani, mind technológiai szempontból a különféle rostalkotók szerepe lényegesen eltérő lehet, amit az élelmiszerelőállítás folyamata is nagymértékben befolyásolhat. A gabonafélék és a különféle álgabonák évezredek óta képezik az emberi táplálkozás alapját, melyek több szempontból kedvező tápértékük mellett kiváló élelmi rost források is. Legjelentősebb rostösszetevőik az ún. nem-keményítő poliszacharidok, melyek fő képviselői a pentozánok (arabinoxilánok) és a β -glükánok. Az arabinoxilánok techno-funkcionális tulajdonságait számos tanulmányban vizsgálták már búza és rozs alapú mátrixokban, melyek alapján feltételezhető a sikérféreg fehérjékkel történő kölcsönhatások kialakulása. Ezzel szemben a β -glükánok szerkezetalkító szerepének vizsgálata még kevésbé feltárt terület.

A jelen kutatás alapfeltevése, hogy a különféle rostok összetett szerepet játszanak a gabona és álgabona alapú élelmiszer mátrixok (tészta) tulajdonságainak alakításában. Kérdéses azonban, hogy a rostalkotó makromolekulák milyen mértékben és hogyan befolyásolják a technológiai tulajdonságokat eltérő összetételű mátrixokban, sikérféreg hiányában. Ennek megfelelően kutatómunkám célja különböző gluténmentes gabona és álgabona alapú modell tésztarendszerekben vizsgálni az arabinoxilán és a β -glükán gabonarostok techno-funkcionális tulajdonságait, valamint tanulmányozni a többi mátrixalkotóval (fehérjék, keményítő) esetlegesen kialakított intermolekuláris kölcsönhatásokat.

Az egyes rostösszetevők szerepének vizsgálatára többféle megközelítést alkalmaztam. Egyrészt beszélhetünk egyszerű addícióról, mely során a kérdéses összetevőt natív liszthez adagoljuk. Ekkor a lisztalkotók az eredeti állapotukban vizsgálhatók, azonban a vizsgált összetevő tényleges beépülése a tésztamátrixba kevésbé valószínűsíthető. Egy másik megközelítés alapján a lisztet fő alkotóira (fehérjék, keményítő) frakcionáljuk, majd ismételt összeállítjuk (rekonstituáljuk) a frakciók megfelelő arányú keverékéből, hogy egy tisztább, egyszerűbb modellrendszert alakíthassunk ki. A búzánál már sikeresen alkalmazott redukciós-reoxidációs rendszer kialakításával a tésztadagasztás során kialakuló esetleges diszulfid és egyéb kovalens kötések redukálószerrel megbonthatók, majd oxidációs közeg létrehozásával ismét összeállíthatók, a kérdéses összetevő beépülése a fehérje-keményítő mátrixba pedig vizsgálhatóvá válhat.

A kutatómunka eredménye hozzájárulhat az élelmi rostok szerkezetalkító szerepének átfogóbb megismeréséhez gluténmentes gabona, illetve álgabona alapú élelmiszer mátrixokban, továbbá emelt élelmi rosttartalmú, egészségesebb gluténmentes sütőipari, illetve tésztaipari termékek fejlesztéséhez.

Nyári Bendegúz Tamás

Természettudományi Kar
Elméleti Fizika Tanszék

Topológikus szupravezetés ab initio módszerekkel

A szupravezetés és a mágnesség együttes jelenlétéből kialakuló jelenségek, kiemelt tekintettel a topológikus szupravezetésre, napjainkban nagy érdeklődésre tartanak számot a kvantum számítástechnika területén. Általuk ugyanis lehetőség nyílt nagy hibatűrésű kvantum aritmetikák megalkotására, amely megnyitná az utat a kvantumszámítógépek következő generációja előtt. Ahhoz, hogy ezek az eszközök megvalósulhassanak, szükséges azon anyagok ab initio szintű vizsgálata, melyekben a topológikus szupravezetés kialakulását várjuk. Munkám során elsősorban különböző szupravezető felületekre növesztett mágneses láncok vizsgálatával foglalkoztam, melyekben a topológikus szupravezetés Majorana-állapotok formájában jelenik meg. A Majorana-állapotok kialakulásához vagy erős spin-pálya kölcsönhatás vagy nem-kollineáris mágneses rend szükséges, melyek realizisztikus rendszerekben sokszor együtt jelentkeznek. Annak érdekében, hogy a felületen a spin-pálya kölcsönhatást felerősítsük, különböző nagy rendszámú elemekből (Au, Ir) álló fedőréteget vizsgálok Nb(110) felületre növesztve, majd ezeken a felületeken végzek számolásokat vas atomfürtökre. Az Au/Nb(110) esetében különböző forgásszögű spin-spirálokat tanulmányozva, egy széles forgásszög tartományban nulla energiás lokalizált élállapotok jelennek meg, melyeket egy tiltott sáv vesz körül. A forgásszöget változtatva ez a tiltott sáv bezárul és újra nyílik, az élállapotok pedig eltűnnek, így ebben a pontban egy topológikus fázisátalakulást várunk. További számolásokkal igazolom, hogy a kapott nulla energiás állapot egy indukált spin-triplett szupravezető állapot. Az irídium fedőréteg esetében az tapasztalható, hogy már nagyon alacsony vas szennyező koncentráció esetében is megszűnik a szupravezetés, így ebben az esetben ennek a jelenségnek a megértésére kerül a hangsúly. A spin-pálya kölcsönhatás erősítésének másik módja, ha lemondunk a kísérletileg jól kezelhető és széles tiltott sávval rendelkező nióbiumról és más szupravezető hordozót vizsgálunk. Hasonlóan jól viselkedő, de nagyobb spin-pálya kölcsönhatással rendelkező szupravezető anyag a tantál, melynek (110) felületére helyezett ferromágneses Mn láncokra végeztem számolásokat és megmutattam, hogy bizonyos Shi-ba-sávokban kialakul a topológikus tiltott sáv.

Rózsa Zoltán

Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar
Anyagmozgatási és Logisztikai Rendszerek Tanszék

Multifunkciós robot járművek környezetérzékelésének kutatása

A kutatás célja, olyan algoritmusok kidolgozása gépi látás szenzorokhoz (kamerák, mélységszenzorok), amik javítják a környezetérzékelési funkciókat (gyorsítják, pontosítják őket, új típusú adatot állítanak elő) első sorban mobil gép alkalmazási céllal.

Ennek a motivációja a következő: a mobil gépeknél egyre gyakoribb, hogy távvezérlés, autonóm helyváltoztatás vagy kezelőtámogató céllal gépi látó rendszerekkel, és érzékelőkkel szerelik fel őket. Ezek a gépek elsősorban kooperatív rendszerek, vagyis a robot járművek emberekkel kerülnek kapcsolatba, így ez növeli az üzemeltetés kockázatát, illetve az is, hogy ezek a gépek teljesítményüktől és mozgási paramétereiktől függően fokozott óvatossággal kezelendők, ezért fontos a veszélyeztető tényezők csökkentése, a környezet minél pontosabb felderítése.

A hosszú távú cél a biztonságos munkavégzés lehetőségének megteremtése a multifunkciós robot járművek számára. A mobil gépeken található érzékelőkből érkező adatok feldolgozása jelenleg messze áll az optimálistól. Mind pontosságban, mint gyorsaságban fejleszthetők.

A kutatás kitűzött feladatai között olyan rövidtávú célok szerepelnek, amik összhangban vannak a nemzetközi kutatásokkal, és magas tudományos értékű célkitűzések. Többek között, a kutatás olyan adatjellemzők, érzékelő tulajdonságok és ezekre épülő fúziós algoritmusok azonosítását tűzte ki célul, amelyek lehetővé teszik a korábban nem elérhető információk kinyerését (például objektum távolság adott időpillanatban). Ehhez mély tanulási eszközöket, illetve olyan 3D geometrián alapuló eljárásokat tervezek alkalmazni, amelyek meghatározzák az akadályok, és egyéb akár dinamikus objektumok helyzetét. Már állnak rendelkezésre módszerek a mért adatok térbeli vagy időbeli felbővítésére. Azonban a módszerek performanciája jelenleg messze nem elegendő a gyors vagy robusztus az operációhoz.

A kutatási hipotézise az, hogy a megfelelő képi jellemzők kinyerése után, mozgásból eredő priorokat és mélységbecslő eljárásokat felhasználva lehetséges az időben vagy térben hiányos részletek, környező objektumok rekonstruálása, például egy virtuális szenzor modellre építve elvégezhető.

A kutatási időszak végére egy rendszer kerülne kidolgozásra, ami azt célozza, hogy valós időben új információkkal bővítse a gépi látás szenzorok környezet rekonstrukcióját.

Az elérni kívánt eredményekből későbbi kutatások meríthetnek, az érzékelő rendszerek és a gépi látás különféle területein alkalmazhatók. A kidolgozott módszerek elsődleges alkalmazási területei: navigáció, rekonstrukció.

Schall Eszter

Vegyésszmérnöki és Biomérnöki Kar

Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudományi Tanszék

Kisgabonák makromolekuláinak komplex jellemzésére alkalmas elválasztástechnikai módszerek fejlesztése

A közönséges búza hazánkban és világviszonylatban is az egyik legnagyobb mennyiségben termesztett gabonaféle, melyet kedvező összetételének és rendkívül előnyös technológiai tulajdonságainak köszönhet. Ugyanakkor a változatos táplálkozás, a búza fogyasztáshoz köthető egészségügyi rendellenességek (pl. cöliákia), és a termesztett növénypopuláció diverzitásának növelése miatt érdemes más gabonák, jelenleg a búzánál jóval kisebb mennyiségben termesztett, ún. kisgabonák felé is figyelmet fordítani. Kutatásom során ezek közül a rozsra és a tönkolybúzára fókuszáltam. A kisgabonák technológiai minősége a búzáétól eltérhet, amit egyrészt a gabonák fehérjéinek eltérő minősége okozza. Azonban a kisgabonák fehérjeiről, a különböző fehérje típusok mennyiségi, minőségi változékonyságáról és a térszerkezet kialakításában betöltött szerepükről kevés információ érhető el az irodalomban. A gabonakutatásban jelenleg nagy szerepet kapnak a táplálkozástani szempontból kedvező rostok, azok mennyisége, változékonysága, technológiai tulajdonságokban betöltött szerepe. Vizsgálatuk azonban kihívást jelent, mert kémiai szempontból nem egy homogén csoportot alkotnak, hanem olyan különböző, főként poliszacharidok összességét jelentik, melyek monoszacharid összetételükben, a fő láncon lévő elágazásokban és a szubsztituáltságuk minőségében és mennyiségében is eltérnek. A gabonák esetében a legkiemelkedőbb rostok az arabinoxilánok, béta-glükánok és arabinogalaktán peptidiek. Célkitűzésem tehát olyan elválasztástechnikai módszerek fejlesztése, adaptálása és alkalmazásba való bevonása, amivel a kisgabonák fehérje- és rostösszetétele vizsgálható. Ehhez főként az irodalomban fellelhető módszerekre és a kutatócsoportunkban a búzára rutinszerűen alkalmazott megoldásokra támaszkodtam. A fehérjeösszetétel tekintetében poliakrilamid-gélelektroforézissel (SDS-PAGE), méretkizárásos nagyhatékonyságú folyadékkromatográfiával (SE-HPLC) és Osborne frakcionálás utáni fordított fázisú nagyhatékonyságú folyadékkromatográfiával (RP-HPLC) foglalkoztam. A rostösszetétel vizsgálatára alkalmas analitikai környezet fejlesztéséhez gázkromatográfiával (GC) történő monoszacharid összetétel meghatározást, míg a rostok minőségi jellemzéséhez SE-HPLC-t választottam. Munkám során a fehérjeösszetétel jellemzésénél sikerült olyan elválasztástechnikai módszereket adaptálnom és optimalizálnom, melyekkel a rozs fehérje összetétele megbízhatóan vizsgálható. A módszerek segítségével sikeresen jellemeztem különböző rozs fajtákat és őrlési frakciókat. A rostösszetétel meghatározásra vonatkozó fejlesztések közül a béta-glükán méretének meghatározása sikeresnek tekinthető, azonban az arabinogalaktán peptid esetében kihívásokkal szembesültünk, ami főleg a gabonákban lévő alacsony mennyiségére és a módszerfejlesztésekhez szükséges megfelelő sztenderdek hiányára vezethető vissza. A rostösszetétel meghatározásra alkalmas módszerek alkalmazhatóságát jelenleg különböző tönkolybúza fajtákra vizsgáljuk.

Sinkovics Bálint

Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Villamos Energetika Tanszék

Kisfeszültségű elosztóhálózat megújuló befogadóképességének regionális modellezése

A fotovillamos energiatermelés hazai és nemzetközi részaránya napjainkban dinamikus emelkedést követ. A telepítésre kerülő kis egységteljesítményű berendezések jellemzően a kis- és közepesfeszültségű elosztóhálózatra csatlakoznak földrajzi koncentráció nélkül. Ezen elosztott energiatermelő egységek hatására a lehetséges hálózati üzemállapotok száma növekszik, mely kihívás elé állítja az elosztóhálózat üzemeltetőjét mind az optimális üzemvitel fenntartása mind a lokális energiaminőségi mutatók teljesítésének tekintetében.

A lakossági fogyasztás sztochasztikus jellege és az alacsony automatizáltsági fok miatt a kisfeszültségű hálózat lehetséges rendszerállapotainak modellezése kihívásokkal teli feladat. A nemzetközi irodalomban jellemzően alkalmazott megközelítés a lokális termelés és fogyasztás historikus mérési adataira építve kíván becslést adni a várható kritikus rendszerállapotokra (termikus korlát átlépés, kritikus feszültség emelkedés/csökkenés), azonban ezek pontossága a lakossági fogyasztás sztochasztikus jellege miatt korlátozott. Továbbá a kapott szimulációs eredmények sok esetben erősen függenek a hálózati topológiától, termelői-fogyasztói összetételtől, azaz nem alkalmasak általános következtetések levonására. Emiatt a bemutatni kívánt kutatási eredmények az alábbi kiindulási feltételek mentén kerültek kidolgozásra:

- a hálózati villamos paraméter esetében (pl.: csomópont feszültség) minden időpillanatban a várható érték sűrűségfüggvényének meghatározása szükséges idősorok modellezése helyett
- a modellezési eredményeket (pl.: határérték sértés) fajlagos hálózati paraméterekhez kell kötni a szabad skálázhatóság érdekében.
- a hálózati viszonyok modellezését mérési adat nélkül, vagy kizárólag transzformátor induló áram alapján is képesnek kell lenni becsülni.

A modell segítségével becsülhetővé válik mérési adatok felhasználása nélkül tetszőleges kisfeszültségű körzetben a kritikus, határértéket meghaladó feszültségemelkedés bekövetkezése statisztikai módszerek felhasználásával. Az eredmények lehetőséget teremtenek a kritikus hálózatrészek feltárására, valamint az átalakuló kisfeszültségű termelői-fogyasztói összetétel gyors és költséghatékony modellezésére.

Szabó Krisztina

Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar
Filozófia és Tudománytörténet Tanszék

Az értelmezés horizontváltásai - Olvasás-szövegértés a digitális térben

A képernyős olvasás térnyerésével felmerül az igény szűkebb értelemben a szöveg-írás-kép viszonyrendszerének és belső kapcsolatainak, tágabb értelemben pedig az olvasás és megértés mibenlétének újradefiniálására és a kapcsolódó olvasás-szövegértési vizsgálatok módszertani előfeltevéseire való rákérdezésre. Kutatásomban a digitális szövegek olvasás-szövegértési folyamatait speciális befogadási-megértési mechanizmusokként tárgyalom az OECD/PISA olvasás-szövegértési tesztek 2000-2022 közt megjelent keretdokumentumainak elemzésén keresztül. Kiinduló tétele, hogy a digitális szövegek olvasását is – hasonlóan a nyomtatott szövegekéhez – olvasásként fogom fel, azzal a kitételrel, hogy a folyamat során olyan speciális észlelési és befogadási mechanizmusok működnek, amelyek eredményeképpen jelentős eltérések mutatkoznak a hagyományos olvasáskor megszokott megértési és befogadási folyamatainkhoz képest. Ezen eltéréseknek – kutatásom szempontjából – két helyen is elvitathatatlan szerepük van: (1) a gyerekek olvasás-szövegértési készségeit, illetve ezek fejlesztési lehetőségeit vizsgáló kutatások kialakításában és az eredmények értelmezésében (lásd. a nemzetközi OECD/PISA vagy a hazai Országos Kompetencia-méréseket); (2) a különféle digitális tananyagok fejlesztésében, mely témakör a koronavírus- járvány miatti távoktatási gyakorlatok bevezetése végett nemzetközi szinten is kiemelten fontossá vált. A kutatás tudományfilozófiai jelentősége a szövegértésre vonatkozó egyes elméletek, illetve ezen elméleteknek a szövegértésre vonatkozó mérési rendszerek módszertani kritikájában áll. Oktatásfilozófiai hozadéka pedig annak mélyebb megértése, hogy a hagyományosan nyomtatott szöveg által uralt olvasásélmény digitálissá válása hogyan befolyásolja (befolyásolhatja-e egyáltalán) megismerésünk közegfüggetlen, episztemikus dimenzióit. Kutatási eredményeim – reményeim szerint – mind a hazai, mind pedig a nemzetközi olvasáskutatás és oktatásfejlesztés hasznára válnak, s egyben gyakorlati segítséget nyújtanak az olvasási folyamatok mélyebb megértésében, az olvasás-szövegértési mérések elméleti keretrendszerének kialakításában, valamint a digitális tananyagfejlesztésben.

Szemenyei Márton

Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Irányítástechnika és Informatika Tanszék

Kooperatív látórendszerek vizsgálata autonóm járművekhez

A mélytanulás (Deep Learning) napjaink egyik legfontosabb, dinamikusan fejlődő kutatási területe, mely számos stratégiai fontos felhasználási területtel rendelkezik. Ezek közül kiemelendők a számítógépes látás alkalmazásai (például objektumdetektálás, szegmentáció), melyek különböző autonóm ágensek biztonságos működésének egyik sarokköve. Ilyen alkalmazásokban ugyanis elengedhetetlen a környezet valósidejű észlelése, és az érzékelőből származó adatok magas szintű és megbízható feldolgozása. A napjainkban alkalmazott mesterséges intelligencia alapú látórendszereknek azonban az egyik legfőbb gyenge pontja az általánosítóképesség, valamint az egyedi, ritkán előforduló szituációk (ún. edge case-ek) esetében tanúsított robusztusság. A különböző környezeti zavaró hatások (eső, köd stb.) ugyanis szignifikáns pontosságromlást eredményezhetnek, veszélyeztetve a rendszer megbízható működését. A zavaró hatások közül kiemelendő az egyes releváns objektumok részleges, vagy teljes kitakarása, amely közlekedési szituációk esetében kifejezetten gyakori – emberi vezetők esetében is a balesetek egyik rendszeres oka.

A kutatómunkánk során több megoldást is vizsgálunk a fent említett részleges kitakarás problémájának kiküszöbölésére. Ezek közül az egyik az úgynevezett aktív objektumdetektálás. Ennek a módszernek a lényege, hogy ekkor az objektumdetektor nem csupán egy passzív megfigyelőként viselkedik, hanem lehetősége nyílik a megfigyelt környezettel interakcióba lépni és arra akciók segítségével hatást kifejteni. Ez a gyakorlatban egy mozgásra képes kamerát jelent, amely képes a jelentben RGB-D bemenet segítségével a kitakarást észlelni, majd olyan akciósorozatot végrehajtani melynek eredményeképp a jelenetben található objektumok között már nem lép fel kitakarás, így a detektálás könnyen elvégezhető. A második vizsgált módszer során nem egy mozgó ágens segítségével igyekszünk a detekción javítani, hanem több, a jelenetet különböző nézőpontokból megfigyelő ágenszt feltételezünk, amelyek viszont nem mozoghatnak szabadon (ez a feltételezés tipikusan fennáll önvezető járművek esetében). Ebben az esetben egy újszerű több-nézetes objektumdetektáló módszert alkalmazunk, amelyek a nézetekből származó információt a modern NeRF hálózatokból ismert elvek szerint kombinálják, így javítva a kitakart objektumok észlelését. További előnye mindkét módszerünknek, hogy a kamerákból érkező mélységinformációt és képesek felhasználni, ezáltal egy sokkal robusztusabb megoldást adva.

Táczai István

Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Villamos Energetika Tanszék

Topológiai lezárások hatásainak elemzése rugalmas villamosenergia-rendszerek esetén

A villamosenergia-rendszerek átalakulása napjaink egyik legnagyobb műszaki kihívása. Az ellátásbiztonság, villamosenergia-minőség és költséghatékonyság mellett a fenntarthatóság is kiemelt szerepet tölt be, melynek következtében a megújuló alapú villamosenergia-termelők rendszerintegrációja jelentős kutatási kérdéssé vált. Ahhoz, hogy nagy megújuló részarányú villamosenergia-rendszerek üzemeltetése hatékony legyen, ki kell aknázni a rendszer elemeiben rejlő szabályozási képességet, a rugalmasságot. Fontos szerepet játszik ebben a hálózatszámítás kérdése, melyben új megközelítésekre van szükség.

A kutatás tárgya az együttműködő, rugalmas villamosenergia-rendszerek sajátosságainak leképezése különböző számítási módszerek esetén. Elsőként a rendszerszintű stabilitásvizsgálatok területén elemeztem a modellezési megközelítéseket, kutatási kihívásokat. A stabilitásszámításban kitüntetett szerepet betöltő paraméterekre vonatkozóan érzékenységvizsgálatokat végeztem. Ezután kutatásomban az elosztóhálózati rugalmassági szolgáltatásokat vizsgáltam. A topológiai összefüggések hatással vannak a rugalmassági igény megfogalmazásának számítására (fizikai modell kiterjedtsége és lezárásai, adatforrások), melyek kezelését hazai topológiák alapján elemeztem. Vizsgáltam továbbá a különböző szolgáltatások és a modellezés összefüggéseit érzékenységi tényező alapú hatásvizsgálat esetén.

A kutatás eredményei alátámasztják a modellválasztás kritikusságát és komplexitását a számítási módszerekben. A jelenlegi fejlesztési döntéseket gyakorlatban a hálózat szélsőértékein végzett vizsgálatokkal támasztják alá, ezzel összevetve mind a valós idejű stabilitásbecslés, mind az elosztói rugalmasság kapcsán komplexebb megközelítések szükségesek. Esettanulmányaim ezek kidolgozásához adnak fontos módszertani megkötetéseket, számszerű példákat.

Vass Balázs

Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Távközlési és Médiainformatikai Tanszék

Katasztrófafüggetlen útvonalválasztás

A kutatás célja – ellentétben a jelenlegi legjobb gyakorlattal – egyszerű, bizonyíthatóan hatékony és implementálható algoritmusokat adni a katasztrófa-független útvonalválasztásra.

Az Internet nem kellően megbízható működése a fő korlátozó tényezője több technológia és szolgáltatás fejlődésének (pl. Ipar 4.0, távsebészet, önvezetés, AR/VR). A komoly kiesések egyik fő okaként a természeti katasztrófák jelölhetők meg, melyek sokezer kilométerre is hatással vannak a szolgáltatások minőségére (Quality of Service, QoS). E kiesések kiküszöbölésének legköltséghatékonyabb módja biztosítani minden s-t kommunikáló csúcspár között egy katasztrófafüggetlen üzemi út-tartalék út párt, ahol a két út katasztrófa-független, ha nem létezik olyan katasztrófaesemény, mely egyszerre mindkettőt meghibásítja.

Korábbi kutatások bebizonyították, hogy katasztrófa-független útpárok keresése NP-nehéz [1], ám a tavalyi IEEE INFOCOM-cikkünkben [2] megmutattuk, hogy ha i) a hálózati topológia síkgráf, és ii) a katasztrófa súlytotta terület összefüggő, a probléma a hálózat csúcsai számának, és a lehetséges katasztrófák számának polinomiális (legalább négyzetes) függvényében megoldható. Jelen kutatás célja megvizsgálni, hogy jól skálázódó (akár közel-lineáris futásidejű) algoritmus adható-e a problémára. Távlati célunk bizonyíthatóan hatékony algoritmussal kezelni azt az esetet, ha a hálózat élei kereszteződhetnek, vagy a katasztrófaterület nem összefüggő.

[1] J.-Q. Hu, "Diverse routing in optical mesh networks," *IEEE Trans. Communications*, vol. 51, pp. 489-494, 2003.

[2] B. Vass, E. Bérczi-Kovács, Á. Barabás, Z. L. Hajdú and J. Tapolcai, "Polynomial-Time Algorithm for the Regional SR-LG-disjoint Paths Problem," *IEEE INFOCOM 2022 - IEEE Conference on Computer Communications*, London, United Kingdom, 2022, pp. 940-949, doi: 10.1109/INFOCOM48880.2022.9796870.

Wettstein Domonkos

Építészmérnöki Kar
Urbanisztika Tanszék

Rekreáció és urbanizáció: nyaralótelepek tipológiája a Balaton régió tervezéstörténeti vizsgálatával

A Balaton-part urbanizációjában kezdettől fogva meghatározó mintázatokká váltak üdülőterületek telepszerű parcellázásai. A tópart huszadik századi tervezéstörténetében a nyaralóépületek kialakítására és a telepek elrendezésére is készültek regionális szintű koncepciók. A telep fogalomnak ugyanakkor a településtervezés elméletében többféle értelmezése ismert, épp ezért a tópart épített örökségének elemzéséhez szükségessé vált a nyaralótelepek tervezéstörténeti jellemzőinek feltárása. A kutatás célja a nyaralótelepek eddig kevésbé ismert tervezéstörténeti koncepcióinak rekonstrukciója volt, elsősorban a regionális szintű szakmai diskurzusban részt vevő építészek hagyatécai alapján.

A kutatás módszertana a történeti dokumentumok feldolgozására és tervezéstörténeti értelmezésére épült. A vizsgálat során a huszadik századi nyaralótelepek tervezéstörténeti kérdéseit archív dokumentumokra, korabeli publikációkra és az egykori építésztervezők személyes hagyatékának a kutatás keretében történő feldolgozására támaszkodva elemeztem. Az archív források alapján lehetőség nyílt a tervezéstörténeti folyamatok rekonstrukciójára, valamint a fogalmak esztétikai szintű értelmezésére is. A fogalmi kontextus megértéséhez szükséges volt a korabeli szakirodalom áttekintése, a fogalmi háló feltérképezése és a kapcsolódási pontok kijelölése. A nyaralóépületek és nyaralótelepek tervezéstörténeti kérdéseinek bemutatásával kirajzolhatóak az egyes korszakok közti kapcsolatok és az eltérő társadalmi berendezkedésből adódó eltérések is. A kutatásban kiemelt szerepet kaptak a regionális szakmatörténetben meghatározó szerepet játszó építésztervezők koncepciói, amelyekkel jelentősen formálták az üdülőtelepek építészetét. A szakmatörténeti feldolgozás során lehetőség nyílt a regionális szakmai és szakmaközi kapcsolatok rekonstruálására is.

A kutatás a nyaralótelepek tervezéstörténetében megjelenő eltérő léptékszintek és periódusok kapcsolatait, valamint a telep fogalom differenciálódási folyamatát rajzolja ki. Az eredmények egyfelől a Balaton régió urbanizációját feldolgozó interdiszciplináris kutatásokat segítik elő, másrészt az érintett szakterületek szakma- és tudományközi diskurzusát is támogatják. A telepfogalom differenciált ábrázolásával a kutatás erősíti az építész, tájépítész, várostervező diszciplínák közti párbeszédet és együttműködést. A Balaton régió modellszerű vizsgálatának célja kettős: egyrészt a hazai és nemzetközi diszkusszióban egyaránt jelentkező üdülőterületi, fogalmi problémák elemzése, ezáltal a tudomány- és szakmaközi párbeszéd erősítése. Másrészt a Balaton régió jelenkori táji urbanizációs kihívásaira megoldást kereső interdiszciplináris kutatási és tervezési feladatok támogatása az üdülőtájértelmezési modellek kapcsolatrendszerének kirajzolásával.

Bolyai+ Felsőoktatási Fiatal Oktatói, Kutatói Ösztöndíj

Ábrányi-Balogh Péter

Vegyésszmérnöki és Biomérnöki Kar
Szerves Kémia és Technológia Tanszék

Mesterséges enzimek fejlesztése szerves reakciók katalíziséhez

Multikomponensű reakciók vizes közegben – első lépések az enzimkatalízis felé

A multikomponensű reakciók során legalább három reaktánsból alakul ki egy edényben a céltermék. Így ezek a reakciók rendkívül hatékonyak és segítségével változatos vegyülettárak hozhatók létre. A modern és fenntartható szintetikus szerves kémia további kiemelt területe a vizes közegben végrehajtható reakciók, illetve a biokatalízis alkalmazásával végrehajtható átalakítások. A biokatalízis az elmúlt évek feltörekvő területévé vált, és mind a természetes, mind a mesterséges enzimek, mind az egész sejtek alkalmazása egyre elterjedtebb. Egy megfelelően kiválasztott enzim vagy sejt sok esetben igen szelektív és hatékony katalízisre képes, felveszi a versenyt a hagyományos kémiai katalizátorokkal. Említést érdemel, hogy a reakciók legtöbb esetben magas enantioszelektivitással játszódnak le.

Munkám során több olyan átalakítást mutatok be, amelyek megvalósíthatók vizes közegben, és (enantio)szelektivitásukat akár biokatalizátorok segítségével is biztosíthatjuk. Megmutattuk, hogy az aminonitrilek előállítására szolgáló Strecker reakció szabályozásához elegendő a megfelelő összetételű vizes pufferoldatot biztosítani. Ez lehetőséget ad arra, hogy egy erre a célra választott enzim segítségével a reakciót enantioszelektív módon is végrehajtsuk. Így egy edényben ketonból, amin- és cianid-forrásból kialakítható az aminonitril biokatalízis segítségével. Emellett vizes közegű izonitril alapú multikomponensű reakciókat vizsgáltunk, amelyeket izonitril szintáz segítségével biokatalitikus módon előállított izonitrilek in situ továbbalakítására tervezünk alkalmazni.

Aradi Szilárd

Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar
Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

Optimális vasúti forgalomirányítási megoldások validálása valós infrastruktúra és forgalmi adatokon

A közlekedés fenntarthatóvá tétele nagyon fontos témává vált az elmúlt években. A köztudatba elsősorban a közúti járművekkel kapcsolatos szigorítások kerültek, azonban a vasúti technológia fejlesztése és előnyben részesítése egy jóval hatékonyabb eszköz a közlekedés CO₂ kibocsátásának csökkentésében. Bár a vasúti áru- és személyszállítás volumene fokozatosan növekszik az Európai Unióban, azonban egy komoly áttöréshez a versenyképesség jelentős növelésére van szükség. Ebben a vasúti közlekedés pontossága és megbízhatósága az egyik legfontosabb pillér, melyben jelentős szerepet játszik a modern irányítási technológiák bevezetése.

A vasúti forgalomirányítás jelenleg még erősen támaszkodik az emberi döntésekre, különös tekintettel a zavart közlekedésre. Ez utóbbi alatt azt a helyzetet értjük, amikor a menetrendszerű közlekedés valamilyen váratlan esemény (pl.: baleset, műszaki hiba stb.) miatt megszakad. Ebben az esetben a feltorlódott és késésben lévő járművek menetrendjét és útvonalát minél hatékonyabban kell újratervezni az adott körzetben. Ez jelenleg leginkább az irányító személyzet tapasztalatain múlik, természetesen a vasúti előírások betartása mellett.

Kutatásaim során egy olyan modellt dolgoztam ki a vasúti infrastruktúra és a vonatmozgások kezelésére, amely számítási szempontból hatékony és lehetővé teszi egy lineáris egészértékű programozási feladat felírását. A módszer legfőbb újdonsága, hogy olyan speciális vasútüzemi és biztosítóberendezési tulajdonságokat is modellez, mint például a megcsúszási vágányút. Ebben a keretrendszerben egy valós, magyarországi csomópontot modelleztem és felírtam rá az optimalizációs feladatot, célként a késések súlyozott összegének minimalizálást megjelölve. A módszer hatékonyságát új kényszerek felírásával és egyedi heurisztikák kifejlesztésével sikerült tovább növelni. A lineáris egészértékű programozási feladatot az iparág egy vezető szolverének segítségével számoltattam ki, nagyszámú, különböző közlekedési szituációt modellezve. Az eredményeket a nemzetközi szakirodalomban található megoldásokkal összehasonlítva sikerült bebizonyítani a módszerem hatékonyságát.

Bachrathy Dániel Sándor

Gépészmérnöki Kar
Műszaki Mechanikai Tanszék

Robusztus stabilitási térképek meghatározása Több-Dimenziós Felező Módszerrel

A jelen munka során kifejlesztettem egy robusztus stabilitás határok számítására alkalmas programcsomagot, amely kiegészíti a Több-Dimenziós Felező Módszert. Az egyik fő célom az volt, hogy automatikusan generáljam a robusztus stabilitási határok burkolóját leíró egyenleteket a komplex értékű frekvencia tartományos leírás esetén is. Ezzel sikerült megoldást találni olyan komplex értékű függvények vizsgálatára is, amelyek korábban nehézséget okoztak.

Ezen munkámba egy új doktorandusz hallgatómat is sikerült bevonni.

Továbbá, nem csak az analitikusan megadott karakterisztikus egyenleteket vizsgáltam, hanem a mérésből származó átviteli függvényekkel megadott egyenleteket is sikeresen elemeztem. A téma vizsgálatába egy BSc hallgatót sikerült bevonnom, aki a módszer esztergálási folyamatok stabilitás számítását végzi mért jelek alapján. Megvizsgáltam a zajos (mérésből származó) jel véges differenciálásának lehetőségeit és a számítások során jelentkező pontatlanságok hatását a számítás megbízhatóságára.

A megtervezett nyílt hozzáférésű algoritmussal a Több-Dimenziós Felező Módszer direktben alkalmazható számos feladatban, ahol egy valós rendszer stabilitási tulajdonságait kell megvizsgálni. Összességében elégedett vagyok a kutatásom eredményeivel és bízom benne, hogy a jövőben további hasonló kutatásokban vehetek részt.

Bacsárdi László

Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

Hitelesítési eljárások vizsgálata kvantumhálózatokban

Az Európai Unió jelen évtized egyik fontos feladatának jelölte meg egy európai, kvantum alapú kulcsszétosztást (quantum key distribution, QKD) használó hálózat létrehozását, amelynek földi és űrbeli szegmense is lesz. Az Európai Kvantumkommunikációs Infrastruktúra (European Quantum Communication Infrastructure, EuroQCI) kiépítése 2023. január 1-jével – nemzeti QKD-hálózatok létrehozásával – elkezdődött. Ugyanakkor a QKD-hálózat csak az első lépés a kvantuminternet kiépítése felé.

„Kvantumkommunikációs műholdakon alapuló hálózatok biztonságának vizsgálata” című Bolyai-ösztöndíjas kutatásban arra fókuszálok, hogy a kvantumfizikai elveken alapuló informatikának és kommunikációnak milyen alkalmazási lehetőségei és kihívásai vannak az úrtávközlés területén. Ahhoz, hogy az EuroQCI részeként szolgáló műholdas hálózaton akár minősített adatokat is lehessen küldeni, mind a hardverelemeket, mind a szoftverelemeket tekintve meg kell felelni különböző szintű biztonsági elvárásoknak. Ehhez pedig elengedhetetlen a résztvevő felek hitelesítése. A Bolyai+ ÚNKP-kutatásban azt vizsgálom, hogy a közeljövő kvantumkulcsosztó hálózataiban és a talán nem annyira távoli jövőben létrejövő kvantuminterneten milyen hitelesítési protokollokat lehet használni ahhoz, hogy a kommunikáló feleket megfelelő bizonyossággal lehessen azonosítani. Napjainkban alkalmazott autentikációs eljárások egy része (pl. a PKI) ugyanis olyan algoritmusokon és protokollokon alapul, amelyek nem védettek a kvantumszámítógép támadásaival szemben, így a jövőben nem lesznek alkalmasak a kommunikáló felek hitelesítésre. A jövőben egyrészt használhatunk olyan klasszikus informatikán alapuló úgynevezett posztkvantum hitelesítési eljárásokat, amelyek ellenállnak a kvantumszámítógépek támadásainak. Másrészt alkalmazhatunk olyan hitelesítési megoldásokat, amelyek kvantuminformatikai elveken alapulnak és a kvantum alapú összefonódást használják fel. Kutatásomban ilyen jellegű hitelesítési megoldások alkalmazhatóságát vizsgálom műholdas környezetben.

Bajusz Dávid

Vegyésszmérnöki és Biomérnöki Kar
Szervetlen és Analitikai Kémia Tanszék

Számítógépes gyógyszertervezés a molekuláris onkológiában

A rákos megbetegedések a fejlett országok egyik vezető halálozási okát jelentik. A TTK Gyógyszerkémiai Kutatócsoportjában a munkánk egyik fő irányát adja az onkológiai célpontokra fókuszáló gyógyszerkutatás, amelyben a számítógépes gyógyszertervezés eszközeit is széleskörűen alkalmazzuk. Virtuális szűrési módszerek segítségével új, gyógyszerjelöltté fejleszthető kémiai kiindulópontokat keresünk, jellemzően a sejten belüli jelátvitelben vagy DNS-transzkripcióban érintett onkológiai célfehérjékre. A Bolyai Kutatói Ösztöndíj (2020–2023) keretében megvalósuló kutatásom célkitűzését is ilyen irányú kutatások, valamint az ezeket elősegítő módszertani fejlesztések adják.

Az SH2 (Src homology 2) fehérjedomének a foszfortirozin-alapú jelátvitel kulcsfontosságú közvetítői és különböző, főként onkológiai betegségek terápiás célpontjai. Erősen konzervált szerkezetűek, egy központi béta-redővel, amely a fehérje kötőfelületét két fő zsebre osztja, amelyek a foszfortirozin kötésért („pY” zseb), illetve a szubsztrátspecificitásért („pY + 3” zseb) felelősek. A foszfortirozin-alapú jelátvitelben az SH2 domének az „olvasó” egység funkcióját látják el (a kinázok, mint „író”, és a foszfatázok, mint „törlő” egységek mellett).

Az elmúlt években az online, szerkezeti adatbázisok rendkívül hasznos eszköznek bizonyultak a gyógyszerkutató közösség számára, mivel releváns, specifikus és naprakész információkat tartalmaznak a terápiás szempontból fontos fehérjeosztályokról, pl. G-fehérje kapcsolt receptorokról (GPCRdb) vagy kinázokról (KLIFS).

A Bolyai Kutatói Ösztöndíj (2020–2023) keretében megvalósuló kutatásom egyik legfontosabb eredményének tartom a fenti példák által inspirált szerkezeti adatbázis (SH2db) létrehozását az SH2 doménekre. E fehérjeszerkezetek hatékony rendszerezése érdekében (i) bevezettünk egy általános aminosavszámozási rendszert a különböző SH2-domének összehasonlíthatóságának javítása érdekében, (ii) elvégeztük mind a 120 humán, vad típusú SH2-domén szekvencia, valamint a PDB-ben fellelhető kísérletes, illetve az AlphaFold módszer által prediktált szerkezeteik illesztését. Az összeillesztett szekvenciák és szerkezetek kereshetők, böngészhetők és letölthetők az SH2db saját fejlesztésű online felületéről (<http://sh2db.ttk.hu>). A webszerveren szintén lehetséges több szerkezet kényelmes előkészítése és letöltése Pymol munkamenetként, valamint összefoglaló grafikonokat is exportálhatunk az adatbázis tartalmáról. Reményeink szerint az SH2db segíteni fogja a kutatókat azáltal, hogy egy praktikus kiindulópontot ad az SH2 doménekkel kapcsolatos kutatásokhoz.

Balogh Zoltán

Természettudományi Kar
Fizika Tanszék

Rezisztív kapcsoló memóriák hangolható zajforrásként való alkalmazása

Egy elektronikai eszköz zajjelenségeinek megértése és zajforrásainak feltérképezése mind technológiai, mind alapkutatási szempontból fontos feladat. Egyrészt a hagyományos alkalmazások során jellemzően a zajszint lehető legnagyobb mértékű csökkentésére törekszünk, aminek fontos feltétele a zajforrások ismerete. Másrészt viszont a zajra tekinthetünk úgy is, mint egy speciális jelre, így segítségével az adott fizikai rendszerben lejátszódó folyamatokról, illetve a vezetési mechanizmusokról is képet kaphatunk. Sőt bizonyos alkalmazásokban egy kontrollált, esetleg hangolható mértékű zaj jelenléte akár előnyökkel is járhat.

Kutatásom általános célkitűzése az ún. rezisztív kapcsoló memóriák (memrisztorok) zajjelenségeinek vizsgálata. Ezen rendszerek működési elve, hogy két, vagy akár több ellenállás-állapot között magas feszültség alkalmazásával jól kontrollált kapcsolást hozhatunk létre, az állapotok ellenállása pedig alacsony feszültséggel úgy olvasható ki, hogy közben nem változtatjuk meg azt. A memrisztorok egyik ígéretes alkalmazási lehetősége hardveres neurális hálózatokban mesterséges szinapszisként való használatuk, továbbá a hagyományos számítástechnikában akár olyan új architektúrájú processzor is megvalósítható belőlük, melyben az adattárolás és a feldolgozás egy helyen, nanométeres aktív tartományban történik.

Konkrét célkitűzésem különböző memrisztív rendszerek alacsony feszültségű (lineáris áram-feszültség tartományú) $1/f$ típusú zajainak megmérése és az ellenállásfüggésének vizsgálata, valamint modellek alkotása volt. A munka alapkutatási szemszögű motivációja, hogy a zajjelenségek vizsgálatán és megértésén keresztül jobban megértsem a vizsgált memrisztorok vezetési és kapcsolási mechanizmusait, míg alkalmazásokhoz kapcsolódó motivációm azt vizsgálni, hogy miként valósítható meg a zaj többszintes programozása, azaz hangolása, illetve optimális megválasztása egy-egy alkalmazás esetére.

Munkámban egyrészt összegyűjtöttem és rendszereztem a csoport által korábban vizsgált memrisztív rendszerek (Ag_2S ; Nb_2O_5 ; Ta_2O_5) eredményeit, másrészt kollégákkal közösen új méréseket végeztünk Ta_2O_5 ; $\text{Pr}_{0.7}\text{Ca}_{0.3}\text{MnO}_3$; SiO_2 ; VO_2 rezisztív kapcsolókon, melyekben széles ellenállás-tartomány lefedése volt a fő célunk. A különféle rendszerek együttesen ellenállásban több, mint hét nagyságrendet, míg relatív zajszintben több, mint 4 nagyságrendet fednek le és emellett a fundamentálisan különböző struktúrák esetén különböző trendeket is meg tudtunk figyelni, mely az alkotott modelljeink valós kísérleti eredményeken való tesztelését is lehetővé tették.

Bécsi Tamás

Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar
Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

Multiágens megerősítéses tanulás ötvözése evolúciós algoritmusokkal járműirányítási problémák megoldására

Az utóbbi évek kutatásaiban több gépi tanulási megközelítés is előtérbe került a közlekedés különböző problémáira, legyen az forgalomirányítás, magasan automatizált járművek döntéseinek támogatása komplex forgalmi szituációkban, van akár járműdinamikai irányítási feladat. Ezen belül az egyedi, és multiágens megerősítéses tanulási módszerek területén is több eredmény született. A kutatásaim során ebben az évben több területtel is foglalkoztam ezek közül. Az egyedi járműirányítás területén az RRT algoritmus és az RL kombinálásával az előbbi felfedező erejét használom ki az állapottér lefedéséhez a megfelelő tapasztalatok kialakítására az ágens számára, amely a tanító minták heterogenitását, és így egyben a tanítás hatékonyságát is növeli. A multiágens rendszerek területén több környezetet is készítettem. Az első egy szintetikus környezet, ahol a diszkrét, rácsszerű „grid-world” struktúrában kell az ágenseknek felfedező tevékenységet folytatni. A másodikban egy autópályaszakaszon önálló járművek viselkedését lehet oly módon tanítani, hogy azok akár teljesen egyedi, akár teljesen multiágens, akár hibrid módon képesek legyenek tanulni. Itt egy kiemelt cél annak a meghatározása, hogy az egyedileg, illetve szintetikus ágensekkel tanított ágens hogyan viselkedik multiágens környezetben. A harmadik környezet egy autópálya szakasz forgalmi fluktuációinak szabályozása makroszkopikus módszerekkel, míg a negyedik egy több összefüggő jelzőlámpás kereszteződésből álló közúti hálózat forgalomirányítási problémáját modellezi. A fent említett környezeteken a kutatási időszak során több tanítást futtattam és továbbfejlesztést végeztem, némelyekből már publikáció is készült. Ezek mellett elkezdtem a pályázat címében is szereplő, evolúciós algoritmusokra épülő megoldások fejlesztését, ám azok jelenleg numerikus komplexitásukban még nem megfelelőek arra, hogy hatékony tanulást lehessen velük végezni, megítélésem szerint ez a közeli jövőben azonban megvalósul. A multiágens rendszerek esetében több egyéb potenciális kutatási lehetőség nyílik meg ezekkel a környezetekkel a közlekedés területén, egy részről a kommunikáció, a mintahatékonyság, és a heterogén ágensek területén.

Békési Angéla

Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar

Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszer tudományi Tanszék

A timidilát szintáz mediálta RNS-szintű szabályozás szerepe az 5FdUR és raltitrexed kemoterápiás szerek hatásmechanizmusában.

A timidilát bioszintézis gátlása elterjedt rákterápiás stratégia, bár az alkalmazott szerek molekuláris hatásmechanizmusa nem teljesen ismert. A magasabb sejtbeli dUTP/dTTP arány miatt uracil épülhet az aktívan osztódó sejtek genomjába, ami sejtciklus feltartóztatást és sejthalált okoz. Ugyanakkor ezekre a szerekre gyakran gyógyszerrezisztencia alakul ki. A csoportunkban DNS-javításban különböző mértékben deficiens vastagbélrák sejtvonal rendszeren vizsgáljuk az antifolát raltitrexed (RTX) és a nukleotidanalóg 5-fluoro-2'-deoxiuridin (5FdUR) timidilát szintáz (TS) inhibitorok hatását többek közt újgenerációs szekvenálási eljárásokkal (U-DNA-Seq (doi:10.7554/eLife.60498) ill. RNA-seq). Olyan gyógyszer-specifikus különbségeket találtunk, melyek értékes információt adhatnak a személyre szabott terápia tervezéshez, ill. a rezisztencia folyamatok okainak megértéséhez. A magasabb koncentrációban adott 5FdUR a DNS-javításban deficiens sejtekben egyrészt C-T átalakulásokat generál a genomban, másrészt csökkent citotoxicitást eredményez az alacsonyabb dózishoz illetve az RTX bármely dózisához képest (publikálás alatt). Az 5FdUR hatására szelektíven indukálódó C-T átmenetek molekuláris hátterét a Bolyai Kutatási Ösztöndíj keretében vizsgáljuk. Az ÚNKP+ ösztöndíjjal támogatott munka fókuszában a TS enzimnek a katalitikus funkciójától elkülöníthető mRNS-kötő és transzlációt szabályozó funkciója áll. A TS fehérje képes a saját, ill. más fontos fehérjék (pl. a tumorsuppresszor p53) mRNS-ének transzlációját gátolni (TaiN_2004_FrontBiosci). A drogok kötődése in vitro interferrál az mRNS kötő képességgel (BrunnND_2014_BiosciRep), de sejtes környezetben eddig csak 5FU esetén vizsgálták (XiY_2006_BMCGenomics). Arra keressük a választ, hogy a két inhibitor különböző dózisa vajon eltérő mértékben befolyásolják-e a TS fehérje RNS-kötő funkcióját az alkalmazott sejtes rendszerünkben, és hogy ez magyarázhatja-e a nagy dózisú 5FdUR esetén megfigyelt citotoxicitás csökkenést.

Transzkriptom szekvenálási eredményeinkben azt látjuk, hogy a p53-regulált útvonalak erősebben indukálódnak az 5FdUR kezelés hatására, mint RTX-re. Továbbá a TS és p53 mRNS-ekre qPCR primereket terveztünk, amiket sikerrel teszteltünk és egyben validáltuk a TS mRNS szintjének RNA-seq adatokban kapott indukálódását (RTX: 3,7x, 5FdUR: 3x). A TS fehérje szintű jellemzéséhez az ICC és Western blot protokollokat optimáltuk. Kimutattuk, hogy a TS fehérje szinten is indukálódik, és kizárólag 5FdUR kezelés hatására a TS-nek egy magasabb molekulatömegű formája is megjelenik (Mapp=37 kD vs. 35.4 kD). Utóbbi valószínűleg a fehérje β -N-acetilglükózaminnal módosított, nemrég leírt formája lehet (VeryN_2022_Oncogene).

Az eddigi eredményeink alapján a TS gátlók hatására megfigyelt drogspecifikus különbségek érintik a TS fehérje szintjét és poszttranszlációs módosulását, illetve az általa kötött RNS-eket is. A továbbiakban tervezzük az kihúzott RNS-készlet szekvenálását, illetve a TS módosítás jellemzését.

Bordács Sándor

Természettudományi Kar
Fizika Tanszék

TbMn₆Sn₆ sávszerkezetének vizsgálata magneto-optikai spektroszkópiával

A szilárdtestfizika egyik meglepő felismerése, hogy az elektron állapotokat topológiájuk szerint osztályozni lehet. A triviális és a zérustól különböző topologikus invariánssal rendelkező állapotok (pl. vezetési) tulajdonságai minőségileg mások lehetnek és a megjelenő (kvantum) állapotok, topologikus tulajdonságaik miatt, perturbációkkal szemben robusztusak. Vékony, vezetőréteget nagy mágneses térbe helyezve az elektronok folytonos spektruma diszkrét Landau-szintekre hasad. A kialakuló kvantum Hall-effektus elméleti leírásánál az elektronsávokhoz bevezethető egy pozitív egész szám (Chern-szám), mely az egyik elsőként vizsgált topologikus invariáns. A kvantum Hall-effektus esetén a topologikus invariáns éppen az (egyik) legfontosabb mennyiséget, a Hall-vezetőképességet határozza meg.

A topológia osztályozásában a rendszer szimmetriái alapvető szerepet játszanak. Elméleti jóslatok szerint az időtükrözési szimmetriát sértő mágneses anyagokban számos érdekes topologikus fázist találhatunk. A kagome síkokból álló mágneses anyagok ígéretes rendszerek ezen jelenségek vizsgálatára, sávszerkezetükben a grafénhez hasonlóan a K-pontban Dirac elektronokat továbbá lapos sávokat is várhatunk ab-initio számítások alapján. ÚNKP pályázatomban a kagome rétegekből álló TbMn₆Sn₆ sávszerkezetét optikai és magneto-optikai spektroszkópia segítségével vizsgáltam. Korábbi alagútspektroszkópiai mérések szerint a minta felszínén a spinpálya csatolás tiltott sávot nyit a Dirac elektronok spektrumában illetve nagy mágneses térben a minta felszínén kvantált Landau nivókat figyeltek meg. Elméleti vizsgálatok szerint, a TbMn₆Sn₆-ban a kagome réteg elektronjai nem-triviális topológiájú sávokat alkotnak. Ezzel összhangban nagy anomális Hall-effektust figyeltek meg. Alagútspektroszkópiai mérésekkel szemben kísérleteim a tömbi elektronok sávszerkezetéről szolgáltatnak információt.

Czél Gergely

Gépészmérnöki Kar
Polimertechnika Tanszék

Hibrid kompozit próbatestek kifejlesztése szénszál erősítésű epoxi anyag húzó tulajdonságainak pontos meghatározására

Az elmúlt évtizedekben előtérbe került nagy teljesítményű polimer kompozit anyagok a jelenleg elérhető egyik legnagyobb szilárdság/sűrűség aránnyal rendelkeznek, ezért széles körben használják őket olyan területeken, ahol a kis tömeg és a nagy szilárdság elengedhetetlen. A legelterjedtebb szénszál erősítésű epoxi mátrixú kompozitok hátránya azonban a hirtelen, rideg tönkremenetel. Kihívást jelent továbbá a kompozitok alapvető mechanikai tulajdonságainak pontos kimérése már a legegyszerűbb felépítésű, egy irányban erősített (unidirekcionális-UD) esetben is. A szabványos szakító próbatestek a kialakuló feszültségkoncentráció miatt rendszerint a befogás közelében mennek tönkre, a vártnál alacsonyabb fajlagos nyúlás és feszültség értékeknél. Ez korlátozza a kritikus alkatrészek analitikus és numerikus méretezésének, modellezésének pontosságát és felesleges tömegnövekedést okozhat. Manapság is nyitott kérdés, hogy megbízható eredményeket szolgáltatnak-e a szabványos próbatesteken végzett mérések.

MSc hallgatómmal azon dolgozunk, hogy egy új UD szerkezetű húzó próbatest típust fejlesszünk ki, amelyben a befogás közelében a vizsgált anyagban egyáltalán nem lép fel feszültség koncentráció. Ez úgy oldható meg, hogy a szabványos próbatestek végeit a befogópofák éles felületétől védő fülek helyett, a próbatestet mindkét oldalon folytonos UD kompozit védőrétegekkel látjuk el. A koncepció működését korábban már igazoltam, jelen kutatás célja a szabványosításra alkalmas próbatestek kifejlesztése, a gyártás gyakorlati megvalósításának kidolgozása. Két fontos területet vizsgáltunk meg részletesen:

1. A rétegek (vizsgált anyag- szénszál/epoxi és védőrétegek- S-üvegszál/epoxi) egyesítésének lehetséges módszerei és ezek hatása a vizsgált anyag mért szakadási nyúlására. Három különböző vizsgálati lapot készítettünk: a) minden szükséges prepreg réteg együttes térhálósításával autoklávban, b) szén/epoxi lemezt külön térhálósítva, S-üveg/epoxi rétegeket rátérhálósítva, c) külön térhálósított szén/epoxi és S-üveg/epoxi lemezek összeragasztása útján. Utóbbi esetben különös gondot fordítottunk a lemezek pozícionálására, a ragasztás légbuborékoktól mentes kivitelezésére és az egyenletes összeszorító nyomás kialakítására. A mérések eredménye alapján javaslatot teszünk a szabványosítható próbatestek gyártási eljárására.

2. A próbatestek sikeres befogásának technikáját is kidolgoztuk. Mivel a kézi működtetésű ékpályás befogópofák általában éles körmök segítségével ragadják meg a próbatestet, ezek túlzott mértékben behatoltak a védőrétegekbe, károsították az üvegszálakat és végső soron idő előtti tönkremenetelhez vezettek. A pofák károsító hatása kiküszöbölhető a befogott területeken csiszolópapír alkalmazásával. Megállapítottuk, hogy a P40-es érdességű anyag túl nagy szemcséket tartalmaz, amik behatolnak a védőrétegbe és károsítják a szálakat, ezért finomabb szemcsés papírokat választottunk. P60, P80 illetve P100 érdesség esetén kedvező tönkremenetelt tapasztaltunk.

Csapó Tamás Gábor

Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Távközlési és Médiainformatikai Tanszék

Artikuláció-beszéd szintézis és akusztikum-artikuláció inverziós módszerek kidolgozása nyelvultrahang, ajakvideó és MRI alapon

Az artikuláció-beszéd szintézis rendszerek a beszédtechnológia egyik olyan irányát képviselik, melynek során a néma artikulációs mozgást valamilyen eszközzel felvesszük, majd ebből automatikusan beszédet generálunk; hosszútávú célja a "Silent Speech Interface", SSI, némabeszéd-interfészek kidolgozása. A kutatás elején az artikuláció-akusztikum becselő rendszereknél vizsgáltam a nyelvultrahanggal rögzített bemeneti információ reprezentációit: azaz azt, hogy a géből közvetlenül kinyert nyers formátum, vagy a megjelenítéshez mikrokonvex vizsgálófej esetén legyező formába interpolált kép alkalmasabb-e a deep learninges rendszer bemenetének.

Ezután elemeztem a nyelvultrahang beszélő- és helyzetfüggőségét, azaz azt, hogy a különböző időpontokban és személyektől készített felvételek milyen mértékben hasonlíthatóak össze. Ehhez egyrészt a beszédtechnológiában jól ismert dinamikus idővetemítésen alapuló megoldást alkalmaztam, amely a beszéd adatokon mérve a nyelvultrahang videókat is összehasonlíthatóvá teszi több beszélő esetén. Másrészt vizsgáltam, hogy az orvostudományban jól ismert koordináta-rendszer-transzformációk milyen módon használhatók fel itt, és elemeztem az STN (Spatial Transformer Network) hálózatokat is. A kutatás eredményeit hazai és nemzetközi konferenciákon ismertettem és publikáltam, valamint magyar és külföldi MSc diplomatervező és PhD hallgatókat is bevontam.

Danka István

Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar
Filozófia és Tudománytörténet Tanszék

Dialektikai racionalitás

A 2022/23-as ÚNKP Bolyai+-os kutatásaim fókuszában a direktív, szabályvezérelt racionalitás dialektikai szerepének vizsgálata áll. A kortárs érvelésemélet egyik fő irányadó elméleti keretéből, a pragma-dialektikából kiindulva kíséreltem meg kidolgozni a dialektikai helyzet társas kereteiből adódó szabályoknak terminusaiban megfogalmazódó „dialektikai racionalitás” egy új fogalmát, kötve azt a szabálykövetés wittgensteini hagyományokból építkező értelmezéseihez.

A pragma-dialektika az elmúlt húsz évben jelentős fordulaton esett át, amikor is a korábban riválisnak tartott retorikai hagyomány eredményeit elkezdte integrálni a pragma-dialektika keretei közé, a "stratégiai manőverezés" elméletéig jutva. Ezen elmélet szerint a vita menetét elsősorban az határozza meg, hogy retorikai céljaink (a vita megnyerése) hogyan hozhatók összhangba dialektikai céljainkkal (a konszenzusra jutással).

Ezzel szemben arra mutattam rá, hogy nem a retorikai és dialektikai céljaink, hanem sokkal inkább a retorikai mintázatokban és dialektikai elvekben fellelhető szabályszerűségek határozzák meg egy vita menetét. Intuitív motivációm az a felismerés, hogy a vitapartner álláspontja dialektikailag determinálja a vitázó mozgásterét, így stratégiai céljaitól függetlenül – melyek egyébiránt az előző éves kutatásaim alapján értelmezhetők stratégiai szabálykövetést elváró aktusként – van egy szabályvezérelt, direktív meghatározottság a vitában, amely alapvetőbb szerepet játszik, mint akár a dialektikai, akár a retorikai célok követése. Ez a szabályvezérelt predetermináció egyben magyarázat lehet Bolyai ösztöndíjas kutatásaim kulcsproblémájának, a prima facie feloldhatatlan nézeteltérések problémájának kialakulására is.

Mindebből következően a pragmatika és retorika dialektikába való integrálhatósága – szemben azzal, amit a pragma-dialektikai iskola állít – nem az utóbbi területek felé való elmozdulást, hanem éppen, hogy az előbbi hangsúlyosabb vizsgálatát követeli meg. Ehhez kerestem egy egységes keretrendszert a dialektikai racionalitás mintázatainak feltárására, mely a szabály- és így vitahelyzet-teremtő társas aktivitásokból, nem pedig a dialektikai és retorikai célokból indul ki.

Deme Zsófia

Gépészmérnöki Kar

Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszék

A tervezett és valós épülethasználoi viselkedés összehasonlítása energetikai szempontból

Kutatásaim során az emberi viselkedést tanulmányozom és számszerűsítom épületenergetikai számításokhoz, szimulációkhoz.

Építészmérnökként az energetikára fókuszáló kutatások során számos esetben merült fel az épületek tervezési folyamatának vizsgálata olyan szempontból, hogy az emberi tényezőt milyen mélységben veszi figyelembe. Az ÚNKP kutatásom ezekre a kérdésekre fókuszál.

A kutatás célja azon épülethasználókhoz köthető tervezési paraméterek beazonosítása, amelyek hatással lehetnek az épületek energia- és erőforráshatékony üzemeltetésére. Az emberi hatás adott paraméterek mentén történő számszerűsítésével cél az épülettervezők munkájának segítése és a tervezési folyamat optimalizálása.

A Bolyai kutatásom második éve a 2022/2023 tanév, melynek során a fő fókusz az első éves irodalomkutatást követően azon volt, hogy a kutatás módszertanát véglegesítsem, a magyarországi tervezőirodáknál végzett felmérést lefolytassam, illetve lehetőség szerint az eredményeket nemzetközi vonatkozásban is kiértékeljem.

A kutatás első fázisában a vizsgálati rendszer felállítása, a kutatási kérdések véglegesítése vette kezdetét, ezt követi a kutatás módszertanának kidolgozása, véglegesítése, hazai tervezési, típus-tervezési szakértőkkel folytatott interjúk, kérdőívek kidolgozása, hogy a kutatás hazai fókuszpontjai is a helyükre kerüljenek. A második fázisban következett az adatgyűjtés interjúk és kérdőívek segítségével, amelyet adatelemzés követett.

A kutatás eredményeképpen be lehetett azonosítani azokat az okokat, amelyek a tervezett és a valós épülethasználat közötti különbségeket eredményezik. Ezen kívül a használókkal kapcsolatos tervezési paraméterek bevett tervezési és valós értékei (pl.: szellőzés, világítás, árnyékolás, fűtés/hűtés használat, jelenlét a helyiségekben) a kutatás végére számszerűsíthetők lettek.

A felmérések segítségével becslést tudtam tenni arra vonatkozóan, hogy Magyarországon a feltárt problémák az adott épülettípusnál az épületállomány hányad részét érintik és így a hazai épületek energiafogyasztáshoz milyen mértékben járulnak hozzá.

Az ÚNKP ösztöndíj segítségével kutatási eredményeimet egy könyvfejezetben, két nemzetközi konferenciacykben, egy nemzetközi tudományos folyóiratcykben és egy hazai megjelenésű ismeretterjesztő cykben sikerült megismertetnem a szakmai közönséggel. Ezen kívül a Kutatók éjszakája tematikus rendezvény szervezésével, az Országos Magyar Épületgépészek Napján szervezett Épületszimulációs oktatási nap és szakmai workshop lebonyolításával, illetve egy szakdolgozó és egy TDK-zó szakmai munkájának koordinálásával az oktatásban is be tudtam mutatni a téma sajátosságait, a terület érdekességeit.

Demeter Gyula

Természettudományi Kar
Kognitív Tudományi Tanszék

A prospektív emlékezeti funkciók vizsgálata és rehabilitációja traumás agysérülés után

A prospektív emlékezet (prospective memory, PM) sérülése a traumás agysérült személyek (traumatic brain injury, TBI) mindennapjait gyakran megnehezítő, tartós kognitív zavar, amit saját korábbi eredményeink is alátámasztanak. A PM teszi lehetővé, hogy egy jövőre irányuló szándékot megőrizzünk, felelevenítsünk és a jövő egy adott időpontjában, kontextusában kivitelezzünk. Ez az emlékezeti rendszer szükséges mindennapi életünk különböző feladatainak sikeres elvégzéséhez, mint például találkozók észben tartása, gyógyszerek pontos bevétele, hivatalos ügyeink megfelelő időpontban történő intézése, hogy csak egy párat említsünk. Ugyanakkor jövőbeli szándékaink nem csak semleges tartalommal bírnak, lehetnek pozitív érzelmi töltetűek és negatívak is. Korábbi vizsgálatokból tudjuk, hogy egészséges személyeknél a PM teljesítmény pozitív ingerekre magasabb a negatív vagy semleges ingerekhez képest. Jelen kutatásunkban azt vizsgáljuk, hogy milyen hatással van az érzelmi valencia TBI-s személyek PM teljesítményére. Ehhez a kutatócsoportunk által fordított és adaptált komplex, klinikai orientációjú naturalisztikus PM feladat, a Virtuális Hét érzelmi változatát használjuk. A feladatban a résztvevőknek egy számítógépes társasjáték formájában egy hét három virtuális napját kell végigjátszaniuk, miközben különböző valenciájú feladatok végrehajtására kell emlékezniük. A kutatásban TBI-s személyek, és hozzájuk életkorban, nemben és iskolai végzettségben illesztett egészséges kontroll személyek vesznek részt. Feltevésünk szerint a betegcsoport PM teljesítménye főként az időalapú PM feladatokban marad el a kontroll csoporttól, és mindkét csoportban jobb lesz a PM teljesítmény a pozitív ingerekre a negatív vagy a semleges kondícióhoz képest. Ugyanakkor a pozitív valencia emlékeztetjavító hatása erősebb lesz a TBI-s csoportban. Részeredményeink felvetéseinket támogatják. Elgondolásunk szerint eredményeink hatékonyan alkalmazhatók a TBI-s személyek neuropszichológiai rehabilitációjában is. Az érzelmek lehetséges emlékeztetfokozó szerepe megteremtheti egy hatékony, a PM funkciókra fókuszáló kognitív fejlesztési tréning kidolgozását, ami hozzájárulhat az agysérült személyek életminőségének javításához.

Duleba Szabolcs János

Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar
Közlekedéstechnológiai és Közlekedésgazdasági Tanszék

Szimulációs vizsgálatok csoportos döntéshozatalra a közlekedés fejlesztési döntésekben

A közlekedés-fejlesztésre vonatkozó preferenciák összegzése nem triviális matematikai megoldást követelhet. A közlekedési döntéshozók a vizsgált sokaság együttes véleménye alapján készíthetik el a fejlesztésre vonatkozó javaslatukat, amely csak akkor lesz fenntartható, ha valóban a teljes sokaság preferenciáit tükrözi. A közlekedéstudományban ez a terület eddig kevésbé volt kutatott, a benchmark módszerek (AIP WAMM, AIP WGMM, AIJ) az egyéni preferenciák átlagát javasolják a csoport preferenciának. Ez évi ÚNKP kutatásomban két olyan módszer szimulációs tesztelését végeztem el, amelyek távolság-minimalizáláson alapulnak, azaz merőben új megközelítést adnak az aggregálásra. Az MCDM módszerek természetéből adódóan 2-től 9 dimenzióig vizsgáltam a hatékonyságot kis mintás (5 kitöltő) esettől egészen a nagymintás (1000 kitöltő) esetekig. A megfelelő konzisztenciájú preferencia-mátrixok generálásához több millió páros összehasonlítási mátrixot kellett megvizsgálni az AHP-ből ismert Saaty-skála elemeit felhasználva. A szimulációs eredmények azt mutatják, hogy mindkét távolság-alapú módszer, de elsősorban az Aitchison-távolságot használó ADBAM felülteljesítő a benchmark aggregálási módszerekkel szemben abból a szempontból, hogy az egyéni preferenciákkal kompatibilisebb csoport preferencia-vektort ad, mint a széles körben alkalmazott módszerek. Előadásomban bemutatom a szimulációs környezetet, valamint az eredményeket, amelyek jelentős mértékben segíthetik a közlekedés-fejlesztési felmérések elemzését, ezáltal pedig megbízhatóbb fejlesztési scénáriók kialakítását és megvalósítását.

Esztergár-Kiss Domokos

Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar
Közlekedéstechnológiai és Közlekedésgazdasági Tanszék

Turisztikai szempontok meghatározása és rangsorolása tevékenységi láncok optimalizálása céljából

A városokban egyre inkább növekszik a turisztikai célpontok és lehetséges tevékenységek száma. A kutatás célja a turisták helyszínválasztásával kapcsolatos döntéseinek hatékonyabbá tétele reális kritériumok figyelembevételével. A kutatás eredménye egy olyan döntéstámogató módszer alkalmazása, ami képes meghatározni a megadott szempontok sorrendjét. A módszer alkalmazása során a következő tíz szempont kiértékelését végeztük el: utazási idő, utazási költség, privát szféra, időjárás, értékelés, megközelíthetőség, balesetek, biztonság, környezeti hatások, egészségügyi hatások. A Parsimonious Analytical Hierarchy Process (PAHP) módszert alkalmaztuk, ami integrálja a közvetlen értékelések rugalmasságát az Analytic Hierarchy Process (AHP) módszertan megbízhatóságával és hatékonyságával. A kiválasztott kritériumok alkalmazhatóságát egy esettanulmányon keresztül mutattuk be Budapesten a turisztikai tevékenységtípusok figyelembevételével. Az esettanulmány során két forgatókönyvet dolgoztunk ki, az egyik esetben egyéni személygépjárművel történik az utazástervezés, míg a másik esetben közösségi közlekedéssel. Az eredmények azt mutatják, hogy a biztonsági kritérium a legfontosabb 0,567 pontszámmal, amit szorosan követ az utazási költség 0.511 pontszámmal. Ezen kívül a balesetek, az utazási idő és a megközelíthetőség számítanak fontosabb szempontoknak, míg a legalacsonyabb befolyással a privát szféra bír. A megadott pontszámok alapján kiszámolható a kiválasztott tevékenységi helyszínekhez kapcsolódó költségfüggvény, melynek optimalizálásával megfelelő tevékenységi láncok képezhetők a szempontok figyelembevételével. Az eredmények a turisták döntéshozatalát igyekeznek segíteni tevékenységeik ütemezésében.

Firtha Gergely

Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

Zárt terek sugárkövetés alapú auralizációja

A hangtérszintézis egy jelenleg is kutatás-fejlesztés alatt álló hangtér-reprodukciós technika, melynek célja egy tetszőleges virtuális hangtér főbb jellemzőinek visszaállítása egy kiterjedt megfigyelési területen, a terület-határokon elhelyezett hangszórósokaság megfelelő vezérlésével.

A reprodukcióhoz használt hangszóróeloszlás vezérlőjeleinek térbeli szűrése gyakran felmerülő probléma, főként a térbeli átlapolódási jelenségek elkerülési lehetőségeinek kérdéskörében.

A közvetlen térbeli szűrés azonban jellemzően nagy számításigénnyel jár, és speciális hardver-architecturát igényel.

A jelen előadás témája egy analitikus megoldásnak a bevezetése, amely lehetővé teszi a nehézkesen megvalósítható térbeli szűrés egy ekvivalens időtartománybeli szűrés eljárársba való transzformációját.

Ennek eredményeképp a térbeli átlapolódásgátló szűrés egyszerűen, a jelenleg is széleskörben elterjedt eszközökkel hatékonyan megvalósítható, és az átlapolódásból származó hangszíneződés kiküszöbölhető.

Az eredményeket numerikus szimulációkkal, valamint egy valós idejű hangtérszintézis szoftverben való implementáción keresztül demonstráljuk.

Fülöp Gergő

Természettudományi Kar
Fizika Tanszék

Nanoáramkörök rádiófrekvenciás diszperzív vizsgálata

Nanoáramköröket alacsony hőmérsékleten hagyományosan egyenáramú módszerekkel vizsgálnak. Egyenáramú elektromos transzporttal feltérképezhető például kvantumdot áramkörök spektruma, vagy meghatározható a kvantum Hall effektuson keresztül egy kétdimenziós minta töltéshordozó koncentrációja és mobilitása. Egyre növekvő népszerűségnek örvendenek a rádiófrekvenciás (RF) módszerek kvantumáramkörök vizsgálatára, amik új típusú kísérleteket tesznek lehetővé. Segítségükkel például ohmikus kontaktus nélküli, kapacitív érzékelést lehet megvalósítani, valamint rövidebb mérési idő érhető el, ezzel lehetőséget adnak dinamikai folyamatok tanulmányozására.

Rádiófrekvenciás méréstechnikával nagy érzékenységet lehet elérni, ha a vizsgálni kívánt nanoáramkörhöz nagy jósági tényezőjű rezonátort csatolunk. A nanoáramkör egy terhelést jelent a rezonátor számára, így a rezonanciatulajdonságok mérésén keresztül tudjuk a nanoáramkört tanulmányozni. A rezonáns áramkör alapos tervezést igényel, a megvalósítását a parazita áramköri elemek (kapacitás, induktivitás, ellenállás) nehezítik.

A kutatásomban csatolt nanoáramkör-rezonátor rendszereket tervezek, és kísérleteket hajtok végre rajtuk alacsony hőmérsékleten. A nanoáramkörök félvezető-szupravezető szerkezetekből épülnek fel, kétdimenziós indium-arszenid heterostruktúra, indium-arszenid nanopálca vagy grafén felhasználásával. A rezonátorok a veszteség minimalizálása érdekében szupravezetőből készülnek, pl. NbTiN-ből vagy alumíniumból. Különböző megfontolások alapján, kísérleti adottságok függvényében, a rezonátor készülhet a vizsgált nanoáramkörrel közös félvezető szeleten (on-chip), vagy azon kívül, de annak szoros környezetében.

Geier Norbert

Gépészmérnöki Kar

Gyártástudomány és -technológia Tanszék

A vágott erősítőkötegdetektálás hatékonyságnövelési lehetőségeinek vizsgálata szénszállal erősített polimer (CFRP) kompozitokban

Az egyirányban szálakkal erősített polimer (UD-FRP) kompozitok forgácsolt geometriai alaksajátosságainak forgácsolásindukált hibái (pl.: delamináció, sorja, szál kihúzódás stb.) mára már jól tervezhetővé váltak a szerszámgeometria, a szerszámmozgások és az erősítőszálak orientációjának ismeretében. A vágott szálkötegekkel erősített polimer (cFRP) kompozitok forgácsolása azonban nehezebben tervezhető, elsősorban a sztochasztikusan orientált és pozícionált erősítőkötegek miatt. A szálerősített kompozitok forgácsképződési, delaminációképződési és sorjaképződési mechanizmusai elsősorban a szerszám forgácsolási sebesség-irányú mozgásától és az erősítőszálak irányítottsága között bezárt szögtől (α – szálvágási szög) függ. Ezért kardinális fontosságú a cFRP kompozitokban lévő szálkötegek pozícióinak és orientációinak ismerete ahhoz, hogy a forgácsolási folyamat jól tervezhető és optimalizálható legyen.

Az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíjhoz kapcsolódó kutatási tervemben egy olyan digitális képfeldolgozó algoritmust fejleszték Wolfram Mathematica környezetben, amely képes a szuperpozícionált nyers képek alapján a szálkötegek kontúrok felismerésére. Jelen UNKP Bolyai+ pályázatom keretein belül megvizsgálom az analitikus objektumillesztés lehetőségét a detektált erősítőkötegek kontúrjaira. Ezzel a kiegészítéssel lehetőség nyílik arra, hogy a vágott erősítőcsoportok névleges alakja (téglalap) olyan releváns információkkal szolgáljon a forgácsolási folyamattervezés lépéseihez, amellyel nem csupán a forgácsolásindukált sorja-lokációk lehetnének becsülhetők, hanem a sorja – nominális furatkontúrja.

A kutatás legfőbb eredménye azon adekvát szálcsoportdetektálási algoritmusban realizálódik, amely képes a szálcsoportok névleges geometriáinak, pozícióinak és orientációinak precíz becslésére. Ez az algoritmus közvetlenül alkalmazható a későbbiekben a vágott szálcsoportok geometriai jellemzőinek meghatározására, amely kulcsfontosságú lépése lesz a szálerősített kompozitok forgácsolástechnológiai tervezésének és optimalizációjának.

Grad-Gyenge Anikó

Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar
Üzleti Jog Tanszék

A szerzői jog monopoljellegének megtörése - az európai jogfejlődés hatásai

A pályázatom megvalósítása során a címbeli Bolyai-ösztöndíjas programom első kutatási évére vonatkozóan vállalt kutatási eredmények elsősorban oktatási céllal történő disszeminációjára kerül sor. Ezt az teszi lehetővé, hogy a kutatási program a szerzői jogi szabályozás alapvető sajátosságát, a kizárólagos jogi jelleget és ennek az online világban, a legújabb technológiai eszközökkel működő üzleti modellek környezetében való fenntarthatóságát vizsgálja. Részben tehát kapcsolódik a legalapvetőbb ismeretekhez, részben azokat technológiai, üzleti kontextusban értelmezi és mutatja be a releváns változásokat.

A tervezett kutatás első szakaszában a tématerület szakirodalmának átfogó feltárására kerül sor. Ennek során részben a kizárólagos jogok dogmatikai sajátosságait tárgyaló, részben történeti, részben aktuális irodalmi források elemzésére került sor, amelynek alapján összegezhetővé vált, hogy mely szempontok fennállása esetén beszélhetünk egyáltalán kizárólagos jogról. A kutatás e területen a kizárólagos jogi jelleg kibontakozásának (szabályozás- és elmélet-) történeti vizsgálatát is adja. A kutatás második szakaszában pedig annak a vizsgálatára kerül sor, hogy a kizárólagos jog – jórészt technológiai, illetve üzleti megfontolásokból fakadóan – hányféleképpen korlátozható a jogalkotó, illetve a joggyakorlat által és ennek eredményeként a kizárólagos jog milyen módon határolható el egyáltalán a nem kizárólagos jogként tételezett alanyi jogoktól.

A Bolyai+ pályázatban a fenti kutatási eredmények disszeminációjára került sor. Az első félévben több egyetem kutatóinak összekapcsolódásával szervezett Kutatók Éjszakája programon, majd egy több jogi témájú Tudományos Diákkör közös rendezvényeként szervezett ülésen mutattam be az előzetes eredményeimet. A második félév során a Iparjogvédelmi és szerzői jogi alapismeretek című alap- és mesterszakos tárgy keretében, továbbá az alapszakos Üzleti jog II. tárgy Szellemi tulajdonjogok c. előadása keretében, ezen túlmenően pedig a szellemi tulajdonjogok üzleti vonatkozásai témakörökben vezetett Projektfeladat I. tárgy három konzultációja során kerültek bemutatásra hallgatók számára az eredmények.

Groniewski Axel

Gépészmérnöki Kar

Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

Csoportos járulék módszer alkalmazása alacsony hőmérsékletű energiaátalakító-körfolyamatok munkaközegeinek tervezéséhez

Alacsony hőmérsékletű hőforráson alapuló karbonsemleges villamosenergia-termelési eljárásoknál gyakran alkalmazott körfolyamat a víztől eltérő munkaközegű szerves Rankine-ciklus (ORC). Az energiaátalakító körfolyamat viselkedését meghatározó, az adott rendszerhez jól illeszkedő munkaközeg megválasztása számos szempont alapján történhet. A környezetvédelmi előírások szigorodása új munkaközegek létrehozását teszi szükségessé, miközben a kedvező termodinamikai tulajdonságokkal rendelkező, de környezetkárosító anyagok kivezetésre kerülnek. A negyedik generációs hűtőközegeknek mind az ózonlebontó potenciálja (ODP), mind pedig a globális felmelegedési potenciálja (GWP) nulla.

Ahhoz, hogy kedvező fizikai tulajdonságokkal rendelkező, környezetbarát közegeket lehessen készíteni, molekuláris szinten kell megtervezni az anyagokat és termodinamikai modellen keresztül becsülni azok körfolyamatra gyakorolt hatását.

Csoportjárulék módszer (Group-Contribution módszer) alkalmazásával az egyes anyagok fizikai tulajdonságai becsülhetővé válnak, így a molekulát alkotó funkciós csoportok számának megadásával a vegyületre jellemző főbb tulajdonságok meghatározhatóvá válnak. Ahhoz azonban, hogy a körfolyamatra gyakorolt hatásukra vonatkozóan is le lehessen vonni következtetéseket, szükséges a GCM eljárás valamilyen állapotegyenlettel való kiegészítése.

Kutatásom során 88 referencia állapotegyenletéből származó vegyület, közegeenként 2000 munkapontjában határoztam meg a belső energiát, entalpiát és entrópiát, majd hasonlítottam össze 25 GCM-en alapuló, köbös állapotegyenlet eredményeivel és elemeztem anyagcsoportonként, hogy megállapíthatók legyenek az eljárás korlátai, valamint anyagcsoportonként lehessen javaslatot tenni az egyes állapotegyenletek használatára.

Gyarmati Benjámin Sándor

Vegyésszmérnöki és Biomérnöki Kar
Fizikai Kémia és Anyagtudományi Tanszék

Polimerek molekulatömegének és töltésének hatása a mukoadhézióra

A „Polimerek molekulatömegének és töltésének hatása a mukoadhézióra” c. kutatási program a „Mukoadhézió kölcsönhatások felderítése szabályozott szerkezetű polimerekkel” c. Bolyai pályázathoz kapcsolódik. Szakirodalmi adatok szerint a polimer gyógyszerhordozók nyálkahártyákhoz történő tapadása, azaz mukoadhézió erősen függ a kémiai szerkezettől, elsősorban a molekulatölemtől és a molekula töltéssűrűségétől. Fontos azonban kiemelni, hogy átfogó szerkezet-tulajdonság vizsgálatok nem találhatók az irodalomban ezen a területen, ezért jelen munkaszakaszban jól definiált kémiai szerkezetű polimerek alkalmazásával vizsgáltuk meg ezen hipotézisek érvényességét. Szabályozott szerkezetű, pozitívan töltött poliaminosav-származékokat (poliaszpartamidokat) szintetizálunk, és először hagyományos kolloidkémiai módszerekkel vizsgáltuk a nyálka fő komponensével, a mucin fehérjével való kölcsönhatásukat. Dinamikus fényszórás mérés, zeta potenciál és turbiditás mérések alapján a kationos jellegű poliaszpartamidok elektrosztatikus kölcsönhatásba lépnek a mucin fehérjével, kiváltva annak kolloid aggregációját, mely nagyobb polimer-mucin tömegarányok esetén védő kolloid hatássá alakul. Az aggregáció számszerű jellemzői egyértelműen függenek a polimerek töltéssűrűségétől. A kísérletsorozatot vékony mucin rétegen bekövetkező adszorpció vizsgálatával folytattuk, melyhez kvarc kristály mikromérleget használtunk. Ezen módszer előnye, hogy az in vivo körülményeket jobban modellezi, mivel nem tömbfázisban, hanem vékonyrétegben történik a kölcsönhatások vizsgálata, illetve az alkalmazott mérési elrendezés a szervezetben előforduló nyíró (mechanikai) hatást is figyelembe veszi. A tömbfázisbeli és a vékonyrétegbeli eredmények között szoros korrelációt találtunk, de utóbbi mérések fontos többletinformációval is szolgáltak a deszorpciós sajátságokat tekintve. Emellett a mucinon történő adszorpció jelenségét fluoreszcenciás mérésekkel is elkezdtek vizsgálni különböző móltömegű kitozán polimerek segítségével. A munka lényegi elemeiből szemináriumot fogok tartani MSc hallgatóknak májusban, illetve a kutatási eredményeimet egy Elsevier által szervezett konferencián mutatom be júniusban (szóbeli előadás formájában).

Háden Gábor Péter

Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Távközlési és Médiainformatikai Tanszék

Koordinációs képességek vizsgálata élő és mesterséges ágensek összehasonlításával

Az interperszonális koordináció, vagy más néven a kölcsönös szinkronizáció kérdése kifejezetten hangsúlyossá válik, ha a szinkronizáció nem ember-ember, hanem ember-külső inger vagy ember-gépi ágens között zajlik. A szinkronicitást mozgáskövetés segítségével, mint kvantifikálható viselkedést, vagy EEG segítségével, mint agyi elektromos aktivitást követhetjük.

A szinkronizáció sikeressége befolyásolhatja egy mozgásos cselekvéssor megtanulását. Ennek komponensei lehetnek: a) az ágensektől elvárható szinkronizáció mértéke a merev ismétléstől (pl. videofelvétel vetítése) az aktív és reaktív közreműködésig, b) a résztvevő felek képességei (pl. egy mesterséges ágens akár első alkalommal, minimális késéssel képes követni) c) a feladat szabadságfoka. Elképzelésünk szerint létezik egy, feladatra is jellemző, optimális szinkronizáció, ami elősegíti a tanulást, továbbá a „mesterséges ágensek” észlelt szinkronizációs képessége (és észlelt ágenciája) befolyásolja a szinkronizációs erőfeszítést, ami szintén kihat a mozgásos tanulásra. Felnőtt résztvevő mozgástanulását teszteljük EEG és mozgáskövető segítségével. A feladatok a szinkronizáció több típusát („Vezetett Tükrözés”, „Oda-vissza”, „Utánzó”) lefedik. A „mesterséges ágensek” egy képernyőn kerülnek kivetítésre. A feladatok nehézsége a mozdulatok bonyolultságának és sebességének növelésével emelhető. A tanulás egy kísérleti alkalmon belül történik. A „mesterséges ágensek” észlelt ágenciáját az ágensek felcímkézésével, illetve az egyes feladatokban különböző mennyiségű téri és idői zaj beiktatásával manipuláljuk. Az adatok elemzés a Wavelet transform coherence (WTC) segítségével EEG-t és mozgáskövetést közvetlenül vetjük össze, nagy frekvenciatartományban és hosszabb időablakban. Az ember-ember és ember-mesterséges ágens helyzetek összehasonlításban tanulás béli különbségeket is várunk.

Hégely László

Gépészmérnöki Kar

Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszék

Desztillációs műveletek optimalizálása hibrid optimalizálási módszerekkel

A desztilláció a legfontosabb, folyadékelegyek szétválasztására szolgáló módszer, melynek energiaigénye (és így környezeti hatása is) azonban igen magas. A desztilláló oszlopok optimális tervezésének és működtetésének ezért nagy jelentősége van. Számos iparágban (pl. gyógyszeripar) a desztillációt jellemzően szakaszos üzemmódban végzik.

A szakaszos desztilláció dinamikus folyamat, ezért modellezése a folyamatos desztillációénál bonyolultabb és időigényesebb. A folyamatszimulátorok beépített optimalizáló algoritmusai dinamikus folyamatokat nem tudnak kezelni, így külső, deriváltmentes optimalizálási modulok fejlesztésére, és azoknak a szimulátorral való összekapcsolására van szükség. A közelmúltban általam is használt evolúciós algoritmusok (például genetikusan algoritmus, GA) képesek a globális optimum megtalálásra, ám hátrányuk, hogy a célfüggvényt nagyon sokszor kell kiértékelni. Ez, különösen dinamikus folyamatok esetén, nagyon időigényessé teszi az optimalizálást. Gyorsabb optimalizálást tesznek lehetővé a különböző deriváltmentes helyi keresési módszerek (pl. Nelder-Mead szimplex), amelyek azonban lokális optimumokhoz konvergálhatnak.

Jelen kutatás során hibrid optimalizáló algoritmusok desztillációs műveletek optimalizálására történő alkalmazását vizsgálom. E hibrid algoritmusokat egy GA (mint globális módszer) és helyi keresési (lokális) módszerek (Nelder-Mead szimplex, Box-féle komplex) kombinációiként hoztam létre. A kutatás célja egy olyan hibrid algoritmus létrehozása a módszerek kombinációjával, amely ötvözi a GA és a lokális módszerek előnyeit, azaz a globális optimumkeresést és a kis számításigényt. Hasonló algoritmusokat ugyan más területeken javasoltak, ám desztillációs műveletek optimalizálására jellemzően nem alkalmazták őket; szakaszos desztilláció esetén egyáltalán nem vizsgálták alkalmazásukat.

A hibrid algoritmusokat egy szakaszos extraktív desztillációs művelet profitjának maximalizálására alkalmazom. A művelet során metanolt nyernek vissza egy ötkomponensű, gyógyszeripari hulladék-oldószerkeletből. Az optimalizálást többször megismételtem GA-al, különböző generációs számokkal (max. 100), majd az így kapott legnagyobb profitú pontokból indítom a szimplex, illetve komplex algoritmussal történő optimalizálást. A modellezéshez a Chemcad folyamatszimulátort alkalmaztam; az Excel VBA-ban írt optimalizáló algoritmusok ezt a modellt hívják meg a célfüggvény kiértékeléséhez. A komplex algoritmussal végzett számítások még jelenleg is folynak, azonban a GA és a szimplex kombinációjával (GA+szimplex) kapott eredmények alapján már így is lényeges következtetések vonhatók le. A legjobb GA+szimplexszel kapott profit 4 %-al nagyobb a legjobb GA-val kapott értéknél, miközben számításigény az utóbbiaknak csak 15 %-a volt. A GA+szimplex alkalmazása esetén a legjobb eredményeket többnyire a GA-ban a maximumnál kevesebb generációt alkalmazva értem el, azaz a GA generációs számának függvényében a célfüggvény értékének gyakran maximuma volt.

Horváth Miklós

Gépészmérnöki Kar

Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszék

Épületek hőellátásának elektrifikációjához kapcsolódó üzemeltetési hatások elemzése

Az épületek energiaigényének meghatározásánál nehézséget jelent, hogy az üzemeltetést gyakran átlagos épülethasználat feltételezésével, az előírt komfortkövetelmények figyelembevételével modellezik, így az átlagostól eltérő, valamint egy alacsonyabb komfortszintet tartó épület energiafogyasztási adatairól nem rendelkezünk pontos információkkal. Ennek megfelelően a kutatás során az épület üzemeltetési szokásokfűtési és hűtési igényekre gyakorolt hatásának vizsgálata volt az elsődleges cél. Fűtésnél a belső hőmérséklet változtatásának hatását vizsgáltam az előírt 20 °C-os hőmérséklethez képest. A vizsgálatoknál az alulfűtés, valamint a túlfűtés okozta energiafogyasztás változását számszerűsítettem. A második lépésben a szakaszos fűtés hatását vizsgáltam figyelembe véve különböző megengedett legalacsonyabb hőmérsékletet. Harmadik lépésben azt az esetet vizsgáltam, amikor az épületnek csak egy része fűtött, a többi helyiségben legfeljebb temperáló fűtést alkalmaznak. Az egyes esetek eredményeit összehasonlítottam az átlagos épülethasználatot feltételező modell eredményeivel. Nyári időszakra vonatkozóan fontos megvizsgálni, hogy a különböző hűtési megoldásoknak és stratégiáknak milyen hatása van a belső komfortra, valamint az energiafogyasztásra. Nyári esetben az éjszakai, valamint nappali hűtés hatékonyságának a vizsgálata kerül a fókuszba. A hűtési igényeknél a szabványosnak tekinthető 26 °C-os hőmérséklet mellett megvizsgáltam alacsonyabb és magasabb belső hőmérsékletek tartásával kapcsolatos energiamegtakarítást, illetve többlet energiafogyasztást is.

Höltzl Tibor

Vegyésmérnöki és Biomérnöki Kar
Szervetlen és Analitikai Kémia Tanszék

Nanorészecskék reaktivitása

Az üvegházhatású gázok kibocsátásának folyamatos növekedése miatti globális felmelegedés napjaink egyik legfontosabb kihívása. A probléma kezelésének egyik lehetősége az, ha a kibocsátott szén-dioxidra mint nyersanyagra tekintünk, melyből megújuló energiaforrások segítségével hasznos vegyületek állíthatók elő. Ehhez hatékony, a kívánt termékekhez vezető katalizátorra van szükség. Munkánk során kisméretű fémrészecskékből, ún. fémklaszterekből álló katalizátorok kutatásával foglalkozunk. Ezek szerkezetét, tulajdonságait és reaktivitását kémiai szimulációk segítségével határozzuk meg.

A fémklaszterek nanométer körüli átmérővel rendelkező, megszámlálható (tipikusan legfeljebb néhány ezer) fématombból álló részecskék, melyek tulajdonságai jelentősen függenek a méretüktől. Kutatásunkat a CatCHy konzorcium (www.catchy-etn.eu) tagjaival együttműködve végezzük, így számításaink közvetlenül kapcsolódnak a kísérleti munkákhoz.

Kis méretű gázfázisú klaszterek segítségével az összetétel, részecskeméret és töltés reaktivásra gyakorolt hatását tiszta körülmények között lehet tanulmányozni, így katalizátorok modelljei lehetnek. A kísérletek során a klaszterek reaktivitását általában tömegspektrometria, illetve infravörös spektroszkópia segítségével vizsgálják. A kvantumkémiai számítások kiválóan alkalmasak a klaszter geometriai szerkezetének meghatározására, továbbá a számított és mért infravörös spektrum alapján a tiszta klaszter és a szén-dioxiddal való reakció termékeinek azonosítására. Így, együttműködő partnereinkkel közösen határoztuk meg pl. a szénnel dópolt rézklaszter-anionok szén-dioxiddal való reakcióit.[1]

A kiszámított reakciómechanizmusok és az erre épülő mikrokinetikai modell segítségével előre jelezhetjük a klaszterek reaktivitását. Számítások segítségével kimutattuk, hogy a Cu_3X klaszterek ($\text{X}=\text{Sc}, \text{Ti}, \dots, \text{Cu}, \text{Zn}$) esetén a szén-dioxid aktiválása erősen függ a dópoló atomtól.[2] A számításokhoz általában sűrűségfukcionál elméletet alkalmazunk; a megfelelő funkcionált csatolt klasztereken alapuló számítások alapján választjuk ki. Nagyobb klaszterek esetén kihívást jelent a nagyszámú lehetséges reakciócentrum, melynek szisztematikus vizsgálatához a csoportban kifejlesztett programot alkalmazunk.

A fémklasztereket felületre leválasztva elektrokatalizátorok készíthetők. Az elektrokémiai folyamatok kvantumkémiai leírására számításos hidrogén elektród modellt[3], vagy pedig nagykanonikus sűrűségfukcionál elméletet alkalmazhatunk. Mindkét esetben fontos az elektrolit figyelembevétele, melyhez a viszonylag kis számításigényű, folytonos szolvatációs modell mellett explicit módon is figyelembe vehetjük az oldószermolekulákat.

1 Lushchikova, O. V., Szalay, M., Höltzl, T., & Bakker, J. M. (2023). *Faraday Disc.*, 242, 252.

2. Szalay, M., Buzsáki, D., Barabás, J., Faragó, E., Janssens, E., Nyulászi, L., & Höltzl, T. (2021). *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 23(38), 21738.

3. Barhács, B., Janssens, E., & Höltzl, T. (2022). *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 24(35), 21417.

Józsa Viktor

Gépészmérnöki Kar

Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

Térfogati tüzelés feltételeinek vizsgálata gáznemű és folyékony tüzelőanyagok esetén

Az emberiség teljes energiafelhasználásának 84%-a kötődik tüzeléshez. Ide értendő a közlekedés, az ipar és a háztartási fogyasztás is az energiatermelés mellett. Mivel a háztartási felhasználáson kívül a többi nagy terület esetén számos olyan alkalmazás van, ahol a tüzelésre nincs jelenleg gazdaságosan megvalósítható alternatíva, ezért szükséges a tüzelőrendszereinket fejleszteni a hatékonyabb és a nem fosszilis energiahordozókon alapuló üzem elérése érdekében. Ezért a kutatócsoportunk által kifejlesztett, Keverékhőmérséklet-szabályozott (KHSz) tüzelési koncepció átfogó kísérleti vizsgálatára nagy szüksége van az iparnak és a kutatói közösségnek is, hiszen a mérési eredmények alapján készíthetők el azok a numerikus modellek, melyek lehetővé teszik a térfogati égés szimulációs vizsgálatát. Elkészítettünk egy megjelent WoS Q1 publikációt különböző biodízelek átfogó tüzeléses vizsgálatára kapcsán. Az eredmények alapján beláttuk, hogy a tüzelőanyag fizikai-kémiai tulajdonságai határozzák meg elsősorban az elérhető üzemi viszonyokat. A 2021 nyarán a Brno Műszaki Egyetemmel közösen végzett méréseinkből a Schlieren technikával készített felvételeket statisztikai módszerekkel értékeltük, az eredményekből egy WoS Q1 folyóiratcikket jelentettünk meg. Az eredmények rámutattak, hogy a térfogati tüzelés koherens struktúrái ferde pálcikák sorozata, melyek összegében biztosítják a kiváló lángstabilitást. A kutatócsoportunk célja a KHSz tüzelési koncepció átválttatása gáztüzelésre is, ahol az ammónia és a hidrogén a legnagyobb potenciállal rendelkező tüzelőanyag, mivel ezek karbonsemlegesek. Így első lépésben ammónia-metán tüzelés numerikus szimulációját végeztük el, hogy a modellezés kapcsán gyűjtsünk elégséges tapasztalatot. Az eredményekből egy WoS Q1 publikáció jelent meg. A következő lépés ammónia-hidrogén elegyek vizsgálata, mely jelenleg folyamatban van, az előzetes eredményekből készítettünk egy konferenciaticket a 11. European Combustion Meeting (ECM) konferenciára, ahol mintegy 500 fő nemzetközi résztvevő várható. A szimulációs eredményeket azóta jelentősen bővítettük, a vonatkozó folyóiratcikk benyújtása április közepén várható. A szintén 2021 nyarán készített Fázis Doppler Anemométeres mérések eredményeiből egy további konferenciaticket nyújtottunk be az ECM-re. Szintén erre a konferenciára készítettünk egy anyagot a részecskekép alapú sebességmérési eljárással (PIV) rögzített mérési eredmények első eredményei alapján. A PIV méréseket jelenleg csak térfogati tüzelésre tudtuk elvégezni, más lángok esetén a lézer beállításainak finomhangolása szükséges, melyet a támogatási időszak 2. félévében fogunk megtenni. Végezetül pedig a térfogati égés spektrométeres mérésének eredményeit és a láng online szabályozhatóságának kérdéskörét tekintjük át egy újabb anyagban, mely jelenleg benyújtás előtt áll, a cikk összeállt, a szerzők éppen most nézik át és egészítik ki a kéziratot. Az anyag benyújtása április elején esedékes.

Kelemen Zsolt

Vegyésszmérnöki és Biomérnöki Kar
Szervetlen és Analitikai Kémia Tanszék

Karborán kondenzált 2D aromás rendszerek kötésszerkezeti vizsgálata

Az elmúlt időszakban sikeresen előállítottuk a megfelelő klórfoszfán prekursorokat, melyeket reagáltattunk különböző Lewis-savakkal és különböző ezüst sókkal. Tributilfoszfánnal való reakció során piros színű oldatot kaptunk, ami megegyezik a várt termék TD-DFT számításokkal jósolt színével. Ugyanakkor a reakció nem szelektív, valamint a termék már szobahőmérsékleten is bomlást szenved. Egy mellékterméket sikerült azonosítanunk egykristály röntgen diffrakciós méréssel. A foszfán mint jó nukleofil, felnyitotta a karborán klasztert, így az irodalomban nem teljesen ismeretlen (de egyértelműen ritka) pseudoklozo szerkezetet létrehozva. A kísérletekkel párhuzamosan számítási kémiai módszerekkel vizsgáltuk a cél vegyület reakcióját kis molekulákkal szemben. Egyértelmű trendet sikerült megállapítani a hidrogénnel való reakció és a kiindulási szerkezet stabilitása közt. Az eddigi eredmények alapján további gyűrűs rendszerek szintézisébe kezdtünk bele, melyek többsége öttagú gyűrűket tartalmaznak.

Klapcsik Kálmán

Gépészmérnöki Kar

Hidrodinamikai Rendszerek Tanszék

Akusztikus kavitáció szabályozása

A vegyipar fontos szerepet játszik a gazdasági fejlődésben. A szektorban az áttörés egyik lehetséges jelöltje a folyadék ultrahanggal történő besugárzása a különféle kémiai reakciók kihozatalának növelése érdekében. Ezt az újszerű megközelítést szonokémiának nevezik. Fizikai háttere az akusztikus kavitáció, amely a folyadék nagyfrekvenciás (néhány kHz-től MHz-ig) és nagy intenzitású ultrahanggal történő besugárzása. Az ultrahangos besugárzás hatására a folyadékban több ezer, mikron méretű, sugárirányban pulzáló buborék keletkezik. A pulzáló buborékoknak az összeroppanása különféle kémiai reakciókat indukálhat, amelyeket számos szonokémiai alkalmazásban fel lehet használni.

A szonokémiában a legnagyobb kihívást az ipari/kereskedelmi méretre történő skálázás jelenti. A skálázhatóság fő akadályai közül a jelen pályázat a nem-egyenletes kavitációs aktivitással és a sűrűn rendeződött buborékok miatti hanghullám csillapításával (akusztikus árnyékolás) néz szembe. Egy lehetséges megoldás a buborékok helyzetének szabályozása az akusztikus mező (nyomás gradiens) alkalmazás közbeni manipulálásával, könnyen változtatható paraméterek (pl. nyomás amplitúdó) folyamatos hangolásával.

A paraméterek változása módosítja az akusztikus mezőt és ezáltal a nyomás gradienst, amely befolyásolja a buborékok transzlációját. Ha ez a szabályozás megvalósítható, akkor homogén buborékeloszlást érhetünk el és/vagy csökkenthetjük a reaktorban kialakuló passzív zónákat, és minimalizálhatjuk a hangtér csillapítását a sűrű szerkezetű buborék klaszterekben.

Mivel a hangolható paraméterek az idő tetszőleges függvényei lehetnek, az ilyen függvények keresése a buborék helyzetének szabályozására túlmutat az emberi intuíción. Ezért a kívánt függvényeket megerősítéses tanulással (reinforcement learning) numerikus szimulációk alapján keressük. A klaszterszerkezet megfelelő szabályozása fontos előrelépés lehet, hogy a termelést a valódi ipari alkalmazásokhoz is alkalmassá tegyük.

Kovács Róbert Sándor

Gépészmérnöki Kar

Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

Nagy kiterjedésű heterogén közegek hővezetési tulajdonságainak vizsgálata

A korszerű gyártástechnológiáknak köszönhetően a mérnöki alkalmazásokban olyan anyagok-anyagszerkezetek jelentek meg, amelyek leírása a klasszikus és jól ismert Fourier-törvénnyel már nem feltétlenül végezhető el a kívánt pontossággal. Ilyen anyagok a vékonyrétegek (mikro-, és nanométer skálák megjelenése), kompozitok (irányított heterogenitások), porózus és habos anyagok (3D nyomtatott testek, kolloidok, kőzetek, kerámiák). Ezek kísérletileg igazoltak. A kísérletek úgynevezett hőimpulzus („flash”) kísérletek, amely egy standard eljárás a testek hőfokvezetési tényezőjének meghatározására.

A korábbi kutatások kimutatták, hogy a hőimpulzus kísérlet kiértékeléséhez szükséges lehet a Fourier-törvény kiterjesztésére a pontosabb anyagjellemzők meghatározásához. A mérési elrendezés azonban igen korlátozott, a próbatestek vastagsága néhány milliméterben limitált (3-6 mm), melyek bizonyos heterogén szerkezetek esetén nem nagyobbak, mint maguknak a heterogenitásoknak a méretskálája. Ebből fakadóan a kísérletek során nem feltétlenül a vizsgált anyag reprezentatív méretéről kapunk információt, azaz gyakorlatilag a termikus paraméterek méretfüggését figyelhetjük meg egyaránt a Fourier és nem-Fourier esetekben.

Erre példa a 3D nyomtatott beton elemek, falszerkezetek, esetleg nagy porozitású habszerkezetek termikus viselkedésének meghatározása. Szintén ide tartozhatnak azok a feladatok, ahol biológiai rendszereknek (szöveteknek) kell a termikus viselkedését meghatározni, de az jellegénél fogva nem oldható meg a hagyományos úton.

A kutatási program célja tehát egy olyan kísérleti elrendezés kidolgozása, amely mobilis, helyszínen roncsolásmentesen végrehajtható. Ennek egy lehetséges kísérleti elrendezése az, hogy egy kis felületen folyamatosan melegítjük a nagy kiterjedésű testet, és a felület hőmérsékletének időbeli változásából meghatározzuk a test termikus paramétereit. Ehhez ki kell dolgozni egy kiértékelési módszertant, egyaránt a Fourier és a Fourier-n túli modellekre, kiemelten az úgynevezett Guyer-Krumhansl-egyenletre.

Az előadás során tárgyaljuk a mérési elrendezés hátterét, valamint a kidolgozott kiértékelési módszert, bemutatva a Fourier és a Fourier-tól eltérő viselkedés kísérleti meghatározásának lehetséges módjait.

Madas Balázs Gergely

Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar
Fizikai Kémia és Anyagtudományi Tanszék

Mutációk kialakulásának szövetszintű modellezése

A sugárvédelmi szabályozás egyik alapvető kérdése, hogy a különböző mértékű sugárterhelések milyen egészségkárosodást okoznak. A szabályozás szempontjából az egészségkárosodások közül is elsősorban azoknak az úgynevezett sztochasztikus hatásoknak a dóziszfüggése érdekes, amelyek nem szükségszerű következményei a besugárzásnak. E hatások közül a legfontosabbak a különböző daganatos megbetegedések.

Ha szeretnénk a kis dózisok hatását megérteni és egészségi kockázatukat megbecsülni, akkor az egyik lehetőséget az olyan kísérleti rendszerek jelentik, amelyeknél emberből elkülönített sejteket, esetleg ezekből előállított szöveteket vizsgálunk. Ezek azt a kihívást állítják eléünk, hogy a különböző szerveződési szinteken megfigyelhető jelenségek között találjunk kapcsolatot. Az első lépések egyike, hogy megvizsgáljuk, hogy a sejtszintű hatások milyen szövetszintű következményekkel járnak. Kutatásunk célja annak megbecsülése, hogy hogyan változik a mutációk átlagos száma a dózis függvényében egy szövetben, ha figyelembe vesszük, hogy az ionizáló sugárzás nemcsak közvetlenül okoz mutációkat abban a sejtben, amellyel kölcsönhatásba lépett, hanem közvetett módon is olyan sejtekben, amelyek osztódásra kényszerülnek, hogy pótolják az ionizáló sugárzás miatt a környezetükben elpusztult sejteket (1).

Eredményeink azt mutatják, hogy a mutációszám a dózis függvényében monoton növekedik, kis dózisoknál azonban lassabban, mint nagyobb dózisoknál. A kis dózisoknál megfigyelhető hiperszenzitivitás hatékonyan csökkentheti a mutációk számát a sejtpopulációban. Ennek alapján van olyan dózistartomány, amelyben az élő rendszer hatékonyan tud védekezni a mutációk kialakulásával szemben. További vizsgálatokat igényel az a kérdés, hogy hogyan befolyásolja a mutációk számát az, ha a sejtek közül nem véletlenszerűen kerülnek ki azok, amelyek az elpusztuló sejteket pótolják.

Referencia

(1) Madas, B. G. & Balásházy, I. Mutation induction by inhaled radon progeny modeled at the tissue level. *Radiat. Environ. Biophys.* 50, 553-570 (2011).

Mayer Martin János

Gépészmérnöki Kar

Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

Napelemparkok hálózati integrációjának elősegítése a tervezési paraméterek megválasztásával

A napelemparkok legfontosabb tervezési paraméterei a napelemek dőlésszöge és tájolása, valamint az inverterek és a napelemek névleges teljesítményének aránya. Ezen paraméterek optimalizálása hagyományosan a termelt energia és a gazdasági megtérülés maximalizálását célozta. A csökkenő beruházási költségek és növekvő napelemes beépített teljesítmény hatására azonban mára a megújulók hálózati integrációja vált központi kérdéssé, ami magában hordozza a termelés és a fogyasztás minél jobb egyidejűségének biztosítását. Ez új szemléletmódot hoz be a napelemparkok optimalizálásába is, amely szerint a termelt energia mennyisége helyett a napelemek által ellátott igények maximalizálása a cél.

Kutatásom során a Magyarországi napelemparkok optimális tervezési paramétereit és területi eloszlását vizsgáltam azt célozva, hogy az országos villamosenergia-igények közvetlen ellátáshoz a napelemparkok minél nagyobb mértékben hozzá tudjanak járulni. Első lépésben egy 0,25°-os rácsháló Magyarországra eső 177 rácspontjára töltöttem le órás felbontású sugárzás mérési adatokat a műhold alapú SARA adatbázisból, valamint hőmérséklet és szélsősebesség adatokat az ERA5 reanalízisből. A napelempark termelését az időjárási adatok függvényében és a főbb tervezési paraméterek figyelembevételével egy részletes fizikai modellsor használatával számítottam ki minden rácspontra. Az termelési adatokat országos szinten összegeztem, és összevetettem a rendszerterheléssel, így meghatározva a hasznosítható és túltermelésként elvesző energia mennyiségét.

A bemutatott módszer segítségével meghatároztam, hogy adott országos szintű beépített napelem kapacitás esetén milyen az erőművek legkedvezőbb területi eloszlása, mi a javasolt dőlésszög és tájolás, valamint milyen teljesítményarány szerint érdemes méretezni az invertereket. Az eredmények ezen túl megmutatják, hogy adott beépített teljesítmény mellett a napelemek az országos villamosenergia-igények legfeljebb mekkora részét tudják közvetlenül fedezni, valamint az órás profilok alapján meghatározható, hogy az év mely időszakában jellemző a napelemes túltermelés vagy épp teljesítményhiány, ami fontos bemeneti adat a jövőbeli energiatárolással kapcsolatos kutatásokhoz.

Mészáros László

Gépészmérnöki Kar
Polimertechnika Tanszék

A határfázisok szerepe a polimer mátrixú hibridkompozitok tulajdonságainak alakulásában

Napjainkra a polimer mátrixú, szálerősített kompozitok alkalmazása a műszaki életben számos területen megkerülhetetlenné vált. A fejlesztéseknek új lendületet adott a nanorészecskék felfedezése, amelyek alkalmazása kompozitok esetén kifejezetten akkor előnyös, ha a nano-erősítés mellé hagyományos szálerősítés is társul. Az ilyen hibridkompozitoknál a mechanikai tulajdonságok tekintetében gyakran szinergikus hatások is fellépnek, amelyet a korábbi kutatásaim során számos helyen tapasztaltunk is. A hibridkompozitok azonban a kereskedelmi fogalomban kapható termékek esetén még nem jelentek meg olyan mértékben, mint az eddig elért kutatási eredmények alapján az indokolt lenne. Ennek egyik oka, hogy a kompozitoknál megszokott tervezési elvek (sokszor éppen a szinergikus hatások miatt) nem mindig alkalmazhatóak. Ahhoz azonban, hogy a tervezhetőség jobb legyen, fel kell tárni az anyagok szerkezeti jellemzőit. A korábbiakban hallgatóimmal sikeres kísérleteket végeztünk amorf polimer mátrixú hibridkompozitok szerkezetének feltárására, amelyhez differenciális pásztázó kalorimetriás vizsgálatokon túl új módszerként kisszögű neutronsórást (SANS) is alkalmaztunk. Vizsgálatainkat korábban csak amorf polimer mátrixú hibridkompozitokon végeztük el. A műszaki életben használt hőre lágyuló mátrixú kompozitok döntő többségében a mátrix anyag részben kristályos. Jelen kutatás során a célunk a kristályos részek szerkezetmódosító hatásainak feltárása volt. Kimutattuk, hogy részben kristályos mátrixú hibridkompozitokban, a nanorészecskék környezetében kialakulhat egy rideg amorf határfázis, illetve, ha az erősítőanyagok kristálygócképzőként viselkednek, azokat részben kristályos határfázis veszi körül, amihez kívülről egy további rideg amorf határfázis csatlakozik.

Nagy Brigitta

Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar
Szerves Kémia és Technológia Tanszék

Gyógyszeripari gyártási adatsorok elemzése a Pharma 4.0 elveinek támogatásához

Napjainkban a negyedik ipari forradalom (Ipar 4.0) zajlik, aminek egyik fő célja a digitalizáción keresztül a termelési adatok gyűjtése, a gyártási folyamatok automatikus vezérlése, az előrelátó karbantartás, automatikus hibamegelőzés és végeredményben a hatékonyabb termelés elérése. Ezek a törekvések a gyógyszeriparban is egyre inkább megjelennek a Pharma 4.0 keretén belül, mivel a gyógyszergyártásban különösen fontos a jó és állandó termékminőség biztosítása. Azonban még nagyon kevés kutatási eredmény érhető el arról, hogy a gyógyszergyártás során rutin-szerűen regisztrált adatok információtartalma valóban alkalmas-e ezekre a célokra, illetve milyen adatelemzési módszerek használhatók az óriási mennyiségű gyártási adatból a termékminőség hatékony meghatározására.

Ezért kutatásom célkitűzése volt egy valós gyógyszergyártási folyamatról gyűjtött adatkészlet elemzése, a gyártási adatok alapján a termékminőség és a gyártási problémák matematikai úton történő előrejelzése. Céлом volt a gyártási adatok információtartalmának felmérése, valamint a számításokhoz használható – elsősorban mesterséges intelligencia-alapú – matematikai módszerek teljesítőképességének szisztematikus összehasonlítása. Munkámban ehhez egy nyílt elérésű adatkészletet használtam (Žagar, J., Mihelič, J., Sci Data 9, 99 (2022)), ami egy tabletta készítmény 3 évnyi (1005 gyártási tétel) gyártási adatát tartalmazza (47 független változó, pl. kiindulási anyagok jellemzői, másodpercenként regisztrált tablettázási paraméterek stb.). Felmértem, hogy a rendelkezésre álló adatok alapján előrejelezhetők-e a sarzsonkénti változások a tablettázhatóságban és a tabletta minőségben (pl. kioldódás, törési szilárdság). Teszteltem a különböző paraméterekkel épített modellek teljesítőképességét, illetve összehasonlítottam különböző modellezési módszereket, pl. előrecsatolós és rekurrens neurális hálózatokat, többváltozós lineáris regressziós módszereket.

A kutatás során nyert eredmények a jövőben jelentősen hozzájárulhatnak hasonló gyártási adatok minőségellenőrzésre való alkalmazásához, így a gyógyszeripari digitalizáció és a Pharma 4.0 elveinek gyakorlati megvalósításához, valamint közvetlenül átültethetők lehetnek akár más adatban gazdag iparágra is.

Palotás Krisztián

Természettudományi Kar
Elméleti Fizika Tanszék

Felületi atomi szerkezetek elméleti vizsgálatai

Új fizikai jelenségek felfedezése és megértése anyagi felületeken, határfelületeken, és atomi skálájú mesterségesen előállított szerkezeteken jövőbeli technológiák alapjait teremtik meg. Ezekhez elengedhetetlenül fontosak elméleti és számítógépes szimulációs kutatások, melyek során a jelen munkában első elvű elektronszerkezeti (sűrűségfunkcionál elmélet) és pásztázó alagútmikroszkópiai (STM) számítási módszereket használtunk spintronikai, kvantuminformatikai, és katalízis alkalmazások szempontjából érdekes felületi nanoszerkezetek és ezekhez kapcsolódó változatos felületfizikai problémák vizsgálatára, többnyire nemzetközi együttműködések keretében.

Szupravezető/mágnes hibrid szerkezetek a kvantumszámítógép megvalósításának ígéretes anyagi kombinációi. Elemi szupravezetőkre helyezett átmeneti fémet tartalmazó atomi szerkezetek [Beck et al. Comm. Phys. beküldve] és molekulák mágneses alapállapotait, ill. a kialakuló ún. Yu-Shiba-Rusinov (YSR) állapotokat vizsgáltuk a fent említett módszerekkel. Ennek során pl. az STM tűjének segítségével végzett sorozatban kémiai módosításokat egy mágneses molekulán német partnerünk (Ilmenai Műszaki Egyetem), és a molekula mágneses momentumának a szupravezető ólom felülettel való kölcsönhatását tanulmányoztuk. A kísérleti eredmények értelmezéséhez elméleti számításokkal járultunk hozzá. Megmutattuk, hogy mindössze 8 pikométeres távolságváltozás a molekula kobalt mágneses centruma és az ólom hordozó között számottevő változást eredményezett a molekula alagútspektrumában, mely eredmény pl. ultraérzékeny detektorok kifejlesztéséhez járulhat hozzá. A felfedezésről készült illusztráció a Nano Letters folyóirat címlapjára került. [Schulte et al. Nano Lett. 23, 1622 (2023)]. További munkák vannak folyamatban szupravezető felületére helyezett mágneses atomi klaszterek YSR állapotaira vonatkozóan.

A projekt másik részében, ugyanezzel a német kísérleti csoporttal együttműködve, szén-monoxid molekulák és réz atomok STM vizsgálatát végezzük réz(111) hordozón. Ilyen építőkövekkel számos mesterségesen előállított szerkezet hozható létre. Elméleti módszerünk egyedülálló módon lehetőséget biztosít arra, hogy az STM tű hegyét tetszőlegesen elforgatva számoljuk az alagútáramot, amitől a kísérleti eredmények pontosabb magyarázatát várjuk.

A projekt futamideje alatt, további munkaként, nanomintázatot mutató hexagonális bór nitrid felületet vizsgáltunk ródiom(111) hordozón, és elméleti számításokkal megmutattam, hogy a ródiom és arany fémes atomi szerkezetek egymástól eltérően viselkednek ezen a felületen, mind atomi adszorpciót, szigetképződést, és atomi interkalációt tekintve [Vári et al. Appl. Surf. Sci., 157041 (2023)].

Pekár Adrián

*Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék*

Gépi tanulás-vezérelt hálózat forgalmi események valós idejű észlelése és osztályozása internetes interaktív alkalmazásokhoz

A számítógépes hálózatok megértésében és kezelésében az adatforgalom mérése és osztályozása mindig is stratégiai szerepet játszott. A hálózati mérési adatokból származó információ lehetőséget teremt a gépi tanulási modellek fejlesztésére a hálózati teljesítmény tanulmányozásához és szavatolásához. Azonban, a mai hálózati forgalom adatvédelemi érzékenysége miatt, a jelentős adatmegosztás korlátozott. A kutatás egy olyan szövetségi tanulási hajtotta hálózati forgalom osztályozási keretrendszerre céloz, amelyben több kliens vesz részt a tanulási feladat végrehajtásában egy koordináló szerver irányítása alatt, közvetlen adatcsere nélkül. A prototípus értékelése azt mutatja, hogy a szövetségi modell hasonló teljesítményt nyújt a központi modellhez képest, illetve a szövetségi forgalom osztályozó pontossága eléri a 96%-ot. A bemutatott megoldás célja, hogy a meglévő gépi tanulási folyamatokat könnyen át lehessen helyezni egy szövetségi tanulási beállításba, lehetővé téve az alkalmazott kutatást, valamint támogassa a jövőbeni fejlesztéseket a forgalomazonosítás, forgalom osztályozás és a kognitív hálózatkezelés területén.

Pósa László

Természettudományi Kar
Fizika Tanszék

VO2 fázisváltó memóriák alkalmazása mesterséges neuronként

Az eddigi ösztöndíjas időszakom során folytattam a VO2 rezisztív kapcsolók tanulmányozását, amely kiterjed a bennük lejátszódó fizikai folyamatok megértésén át a megbízhatóbb eszközök gyártásán keresztül a neuromorfikus adatfeldolgozásban történő alkalmazásukig. A VO2 alapú kapcsoló egy olyan elektronikai eszköz, melynek elektromos ellenállását két jól definiált állapot között tudjuk változtatni a két kivezetése közé kapcsolt feszültség impulzusok segítségével. Az eszköz illékony tulajdonságot mutat, azaz az elektromos jel levételét követően mindig visszatér az eredeti állapotába. A kapcsolás alapján Mott fázisátmenet adja, félvezető monoklin kristályszerkezetből fémes tetragonális szerkezetbe alakul át. A fázisátalakulás elektromos stimulus mellett termikusan vagy mechanikai feszültséggel is kiváltható.

Az eszközökben lejátszódó fizikai folyamatok megértését megcélzó kutatásaim keretében folytattuk az MFA Vékonyréteg-fizika Laboratóriummal való együttműködésünket, amely során sikerült a kapcsolás folyamatát megfigyelnünk in-situ TEM vizsgálatok segítségével. A jövőben tökéletesítjük a mérés folyamatát és részleteiben vizsgáljuk a kapcsolás során fellépő kristályszerkezeti változásokat. Másrészt folytattuk a kapcsolás során felfedezhető holtidő vizsgálatát, részletesebb statisztikát vettünk fel a holtidő hosszát befolyásoló paraméterek függvényében. Ezentúl elméleti modellel igyekezzük magyarázni a megfigyelt tendenciákat.

Az eszközök megbízhatóságának növelése és kapcsolási paramétereinek szórásának csökkentésének érdekében különböző elektróda geometriával rendelkező eszköz működését tanulmányoztam. Meghatároztam, hogyan függ az eszköz aktív tartományának méretétől a kapcsolási feszültség és teljesítmény. Továbbá különböző módszerrel előállított VO2 rétegből (termikus oxidáció, atomi rétegleválasztás és epitaxiális kristálynövesztés) készítettem eszközöket és hasonlítottam össze őket a releváns paramétereikben. Továbbá teszteltem ezen eszközök tartósságát, azaz hány alkalommal lehetséges őket kapcsolni.

A VO2 rezisztív kapcsolók alkalmazása terén folytattam a mesterséges neuronok megbízhatóbb előállításával kapcsolatos munkámat. Továbbá segédkezek számos, VO2 eszközök alkalmazását megcélzó munkában is, mint például erősen zajos környezetben eltemetett feszültség impulzusok detektálása, több MHz frekvenciával működő VO2 oszcillátor létrehozása vagy rezgő nyelven kialakított VO2 kapcsolók gyártása, amely érzékeny lehet a rezgés amplitudójára és frekvenciájára.

Szabó Edina

Vegyésszmérnöki és Biomérnöki Kar
Szerves Kémia és Technológia Tanszék

Bomlástermékek vizsgálata amorf szilárd diszperziókban

A gyógyszeripar egyik nagy kihívása napjainkban az egyre növekvő számú, rossz vízoldhatóságú hatóanyagok formulációja. Orális bevételre szánt készítmények esetén ugyanis elengedhetetlen a jó kioldódás elérése a gasztrointesztinális traktusban, hiszen ez teszi lehetővé a megfelelő biológiai hasznosulást. A kioldódás javítására egy gyakran alkalmazott gyógyszer technológiai módszer az amorf szilárd diszperziók előállítása, melynek során egy vagy több hatóanyagot ágyaznak be legtöbbször valamilyen polimer mátrixba különféle oldadékos, oldószeres, oldadék-oldószeres, vagy egyéb eljárással. Az amorf formának köszönhetően a kioldódás jelentősen növelhető, azonban ezt a rendezetlen struktúrát fenn kell tartani a gyógyszer szavatossági idejének a végéig. Sokszor éppen ezért a kutatások és fejlesztések középpontjában a fizikai stabilitás, az amorf-kristályos átmenetnek állnak. A gyógyszer biztonságosság szempontjából azonban fontos azzal is foglalkozni, hogy a hatóanyag kémiai is stabil maradjon, a bomlástermékek keletkezését el kell kerülni.

A kutatómunka célja ezért az volt, hogy különböző hatóanyagot és polimert tartalmazó amorf szilárd diszperziókban vizsgáljuk a bomlástermékeket és azok keletkezésének okait. Az egyik modell hatóanyagként spironolaktont használtunk, míg polimerként poli(vinil-pirrolidon)-vinil-acetát kopolimert. Kísérleteink rávilágítottak arra, hogy a hatóanyag bomlási hőmérséklete az amorf szilárd diszperziós rendszerekben csökken. A csökkenés mértékét pedig nagyban befolyásolja a hatóanyag-polimer arány. Mindemellett megállapítottuk, hogy oldószeres eljárással előállított amorf szilárd diszperzióknál az oldószer is kis mértékben hatással lehet a bomlási hőmérséklet eltolódására. A kutatómunka során használt másik modell hatóanyag a cinnarizin volt, melynél vizsgáltuk, hogy különböző polimerek hogyan befolyásolják a bomlási hőmérsékletet.

Eredményeink rávilágítottak arra, hogy a gyógyszerészeti amorf szilárd diszperziók fejlesztésénél már a kutatás-fejlesztések korai szakaszában érdemes nagy hangsúlyt fektetni a fizikai stabilitás vizsgálata mellett a kémiai stabilitás felmérésére is. Ezekben a rendszerekben ugyanis a hatóanyag bomlása könnyebben megindulhat, mint a hatóanyag kristályos formája esetén.

Szabó Levente

Építészmérnöki Kar
Középülettervezési Tanszék

EMLÉKEZET ÉS ÉPÍTÉSZET. EMLÉKEZETALAKÍTÁS A KÖZÖSSÉGI ÉPÍTÉSZET KORTÁRS GYAKORLATÁBAN

A 2020-2023 közötti időszakra másodízben elnyert Bolyai Ösztöndíj keretében végzett munkám disszeminációját tűzte ki célul a megpályázott Bolyai+ ösztöndíj.

A kutatásom hipotézise, hogy az emlékezetalakítás tudatos gesztusai, így egykori emlékhelyek újraértelmezése, valamint progresszív újak születése az épületrekonstrukciók és a kortárs építészet terén megfigyelhető fejleményekkel azonos gyökerű folyamatok, ezért e stratégiák integrált, az emlékezetdiskurzus felőli tárgyalása újszerű eredményekre vezethet.

A vezetésem alatt működő tanszék Építészet és emlékezet stúdiója három éve alakult azzal a céllal, hogy összekösse egymással a graduális, ill. a doktori képzés résztvevői és a tanszék oktatóinak e csoportban végzett alkotói-kutatói munkáját, építve a nyilvánvaló szinergiákra. Az így felálló vertikális műhely fejlesztése ösztöndíjam legfontosabb eredménye: a különböző tervezési és elméleti kurzusok, diplomamunkák, TDK-munkák és doktori kutatások háttérének tartalomfejlesztése, kelet-közép európai nemzetközi közegben való megjelenítése.

A kutatási tervben vállalt egyetemi kurzus az idén először meghirdetett Az emlékezet helyei című, amelyet aktuálisan 67 építészhallgató hallgat. A kurzus során meghívott előadók, tematikus bejárások, szemináriumok alkalmak sor kerül az építészeti írás módszertanának megismertetésére is a hallgatókkal.

A kurzus mellett a kutatási tervben vállalt TDK-témavezetéseim közül az alábbi munkák kaptak díjazást a kari konferencia egyes szekcióiban:

kortárs építészet/elmélet/kritika-szekció:

- Csanády Anna: Mintakönyvvé váló Nyugat? Mimikri jelenségek a kortárs építészetben, TDK I. helyezés
- Érsek Máté: ...mégis új és magyar. Nagy Tamás szakrális épületeinek referenciái, TDK. I. helyezés, Kari Tudományos Külföldi
- Macsek Kata: A Genius loci és Róma tereinek interferenciái - A filmvászonon és azon túl, TDK dicséret
- Nagy Angéla: Néma falak mögött. Janáky István Schaár Erzsébet Múzeumának tervezéstörténete és értelmezése, III. helyezés

művészeti szekciók:

- Koloszar Ella: Vissza a legelőre, TDK II. díj
- Trajter Éva: Épp elég. A Hármashatár hegyi alsó hangárral szemben tanúsított empátia, TDK III. díj

Szádeczky Tamás

Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar
Menedzsment és Vállalkozásgazdaságtan Tanszék

Ipar 4.0 alkalmazások biztonságmenedzsmentje

A Bolyai kutatás első évében, avagy a jelen ÚNKP Bolyai+ kutatás keretében sikerült megvalósítani a tervezett németországi vendégkutatói tevékenységet. A HWR Berlin egyetem könyvtárában felmértem az ipar 4.0 biztonsága, illetve biztonságmenedzsment területén született és az egyetemről elérhető legújabb irodalmakat, ez alapján elkészítettem doktorandusz hallgatóim segítségével egy tanulmányt a témából.

A kutatás második részében a terv szerint a hallgatói konzultációkra helyeztem a hangsúlyt, ilyen módon kettő alapszakos hallgatóm dolgozik a fenti kutatási témámmal a graduális Projektmunka tárgy keretében, illetve MBA mesterszakos hallgatók közül négyen választottak a témámhoz kapcsolódó területet a Digitális Transzformáció Projekt tárgy keretében.

Doktori képzésben a BME GSZDI-re felvett leendő doktoranduszom munkahelyi elfoglaltságok miatt sajnos nem kezdte meg tanulmányait, viszont az OE Biztonságtudományi Doktori Iskolájában kettő új hallgató kezdte meg témavezetésemmel a tanulmányait, akik ezt a témát dolgozzák fel.

Emellett egyetemünkön a GSZDI-ben Dr. Nemeslaki András témavezetése alatt dolgozó Kulcsár Imre doktorandusz hallgatóval szerveztünk kutatói szemináriumot a német vendégkutatás eredményei alapján.

A jelen pályázatban vállalt kutatási feladatokat, illetve az eredmények disszeminációját terv szerint teljesítettem, és tervezem, hogy a Bolyai kutatás következő évére is hasonló módon egy disszeminációra koncentráló ÚNKP pályázatot be fogok nyújtani.

Szalmáné Csete Mária

Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar
Környezetgazdaságtan és Fenntartható Fejlődés Tanszék

Fenntarthatósági átmenet innovatív megközelítésben: a kihívás alapú tervezés

A jelenkori környezeti kihívások, azon belül a klímaváltozás korunk egyik legnagyobb és legösszetettebb jelensége, amely jelentős nyomást helyez a társadalomra, a gazdaságra és a természeti környezetre egyaránt. A komplex és szerteágazó problémakör megoldásához valószínűsíthetően nem szokványos, hagyományos megoldások szükségesek, hanem jellemzően interdiszciplináris szemléletű javaslatok. A kreatív problémamegoldás és a különféle innovatív megoldások is egyre inkább előtérbe kerülnek a lehetséges válaszok, megoldások számba vétele és azok értékelése során. A fenntarthatóság és a klímaváltozás számos ponton összefügg, s körkörös kapcsolatban állnak egymással, már csak abból adódóan is, hogy a fejlődés várható iránya és jellemzői alapvetően befolyásolhatják a klímaváltozás alakulását, de az éghajlatváltozás várható hatásainak bekövetkezése is hatással van a fenntarthatóság felé történő elmozdulás esélyeire, mitigációs és adaptációs szempontból egyaránt.

A zöld gazdaságfejlesztési, fenntarthatósági és digitalizációs átmenet megvalósíthatóságának vizsgálatában fontos elemként jelenhet meg a tervezés, mely esetben érdemes különbséget tenni a probléma és a kihívás alapú tervezés között, mely az alapvető kiinduló pontja a tervezett kutatásnak. A kihívás alapú tervezés témakörének fenntarthatósági átmenettel való összefüggéseinek értékelése során ágazati és vállalati, valamint térségi szempontú vizsgálatokra is sor került az ÚNKP kutatás keretében. A klímaváltozáshoz, valamint egyéb környezeti hatásokhoz kapcsolódó problémák megoldásának kulcsa többek között az innovatív megoldások előtérbe kerülésében rejlik, mely a fenntartható helyi gazdaságfejlesztés egyik hajtó erejévé is válhat. A fenntartható ágazati, ill. térségi fejlesztési eszközök és módszerek értékelése a kihívás alapú tervezés felé történő elmozdulás lehetőségeire is képes rávilágítani a kutatási eredmények alapján.

Szlancsik Attila

Gépészmérnöki Kar

Anyagtudomány és Technológia Tanszék

Durva szemcsés vékony fémlemezek képlékeny alakváltozásának végeselemes szimulációja

Kutatásom során a durvaszemcsés, vékony fémlemezek képlékeny alakváltozásával foglalkoztam, mivel ezáltal a kisméretű próbatestekben előforduló jelenségeket felnagyítva tudom vizsgálni. Ehhez első lépésben a vizsgálandó próbatesteket előállítását kellett megoldanom. A vizsgálataimhoz 99,5% tisztaságú alumínium szalagból indultam ki, amelyet első lépésben lágyító hőkezelésnek vettem alá. Ezt 570 °C-on végeztem 1 órán keresztül. Ezt követően hidegen alakítottam (nyújtottam) a próbatesteket az Instron 5965 elektromechanikus univerzális anyagvizsgáló gépen. Különböző megnyújtásokat alkalmaztam annak érdekében, hogy különböző szemcseméretű próbatesteket tudjak előállítani. Ezek a 11, 12, 14, 16, 18, 20 és 24%-os megnyújtások voltak. Ahhoz, hogy különböző szemcseméretű próbatesteket kapjak, egy újrakristályosító hőkezelésre is szükség volt, amelyet szintén 570 °C-on végeztem 1 órán keresztül. Ezt követően 5 különböző keresztmetszetű lapos szakító próbatestet munkáltam ki a szalagokból. A vastagságuk adott volt, mivel 1 mm vastagságú szalagból indultam ki, a szélességét a szalagnak viszont módosítottam, az eredeti 10 mm-ről lemunkáltam 2, 3, 4, 5 illetve 6 mm szélességre.

Az így kialakított próbatesteket először megmarattam – alumínium makromarósszerrel – hogy a szemcseszerkezetet láthatóvá tegyem. Ez azért fontos, mert a szakirodalomkutatásom alapján nyilvánvalóvá vált, hogy a próbatest vastagsága (t) és a szemcseméret (d) hányadosa az egyik legfontosabb paraméter, amely befolyásolja az anyag mechanikai tulajdonságait. A maratás után megmértem az átlagos szemcseméretet, így már meg tudtam határozni a vizsgált próbatest t/d arányát. Az így előkészített mintákat 2 mm/perc sebességgel szakítottam el. A szakítás során regisztráltam az erő-elmozdulás diagramot, amelyet átszámoltam mérnöki feszültség – mérnöki alakváltozás diagramra a vizsgálandó mérőszámok miatt. A szakirodalomban a legtöbb esetben csak a folyáshatár függését vizsgálták a t/d aránytól, de én kiterjesztettem ezt a vizsgálatot a szakítószilárdságra és a szakadási nyúlásra is. Ezt azért tettem, mert ahhoz, hogy pontosan ismerjük az anyag viselkedését, és megfelelő módon tudjunk következtetni egy tömbi anyag mechanikai tulajdonságaira, nem elegendő ismerni a folyáshatárt, a többi mechanikai mérőszámra is szükségünk van. Az így meghatározott eredményekből megállapítható, hogy a Hall-Petch összefüggés nem érvényes a kis t/d viszonyú próbatestek esetén. Ehelyett a szakítószilárdság és a szemcseméret között egyenes arányosság figyelhető meg, ugyanilyen trend figyelhető meg a szakadási nyúlás és a szemcseméret között is.

A jövőben érdemes lenne kiterjeszteni a vizsgálatokat, más anyagú és különböző vastagságú anyagokra is, hogy bizonyítani lehessen a t/d aránytól való függést azokban az esetekben is.

Tábi Tamás

Gépészmérnöki Kar
Polimertechnika Tanszék

Háromkomponensű biopolimer keverékek vizsgálata

Napjainkban a körforgásos gazdaságra való áttérés és környezettudatos gondolkodásmód kapcsán egyre inkább előtérbe kerülnek a megújuló, növényi erőforrásból előállítható és egyben életciklusuk végén biológiai úton lebontható műanyagok, az úgynevezett biopolimerek. Az elérhető biopolimerek közül jelenleg a politejsav (PLA – Poly(Lactic Acid)) a leginkább elterjedt az elérhető ára és a hagyományos, kőolaj alapú műanyagokhoz hasonló tulajdonságai miatt. Sőt, a PLA a tömegműanyagokhoz képest nagyobb szilárdsággal (~60-65 MPa) és modulusszal (3,0-3,5 GPa) rendelkezik, viszont rideg, azaz kicsi a szakadási nyúlása (3-5%) és az ütőszilárdsága (2-3 kJ/m² Charpy-féle bemetszett ütőszilárdság). Mindezek alapján inkább merevfalú alkalmazásokban terjed el jelenleg, azzal a korlátozással, hogy a termék esetleges tönkremenetele rideg törést formájában következhet be. Hajlékonyabb termékek kiváltására viszont mindenképpen módosítani szükséges a PLA-t, amelyre további, önmagukban is gumyszerűen szívós és nagy nyúlású, valamint nagymértékű rugalmas deformációra képes, ugyanakkor költséges biopolimerek állnak rendelkezésre (önmagukban nem vagy csak nagyon költségesen alkalmazhatóak). Ezek módosító adalékként történő alkalmazásával összességében a kifejlesztett PLA alapú társított alapanyag „zöld jellege” nem csorbul; továbbra is alkalmas teljes egészében a biológiai úton való lebontásra. Munkámban PLA alapú, háromkomponensű bioműanyag keverékek tulajdonságait vizsgáltam kétféle módszerrel előállítva. Az egyik esetben az alapanyagok fizikai keverékét közvetlenül használtam próbatestek gyártására (fizikai keverék), a másik esetben előzetesen ömledékállapotban úgynevezett kompaundálási lépésben elkevertem („kompaundált” keverék). Ezen felül vizsgáltam a PLA fázis kristályosságának hatását. A kutatásom fő célja, hogy megvizsgáljam, hogy a háromkomponensű biopolimer keverékek segítségével milyen anyagtulajdonságok érhetőek el és az anyagösszetétel, a gyártástechnológia és a tulajdonságok közötti összefüggések birtokában céltan kiterjeszthessem a biopolimerek alkalmazhatóságának határait.

Takács Dénes

Gépészmérnöki Kar
Műszaki Mechanikai Tanszék

Egynyomú járművek stabilizálása

A kutatás során az egynyomú járművek (motorkerékpár, kerékpár, roller) kormányzott gumikerekén megjelenő deformációk pontos leírásával foglalkoztunk. Egészen pontosan azt vizsgáltuk, hogy miként becsülhető a gumikerék és a talaj közötti súrlódási tényező a kormányzott keréken mért gumikerék deformáció okozta visszatérítő nyomaték értékéből. Mindehhez mechanikai modellt és számítási algoritmust állítottunk fel.

A szakirodalomban található legelterjedtebb gumikerék modellek nem alkalmasak a jármű álló helyzetbeli vagy kis sebességű haladása során jelentkező gumikerék deformációk leírására. Ezért a korábbi kutatásainkban fejlesztett emlékező gumikerék modellt alkalmaztuk. A kormányzás során megjelenő visszatérítő nyomatéokra analitikus formulát határoztunk meg a kormányzásban bekövetkező irányváltások és a súrlódási tényező függvényeként. A formula által teremtett implicit egyenletet numerikus úton megoldva meghatározható a kormányyszög múltbeli időfüggvényének szélsőértékei alapján, hogy milyen súrlódási viszonyok uralkodnak a kerék-talaj kapcsolatban. Kísérleti összeállítást építettünk a súrlódási tényező azonosítására felállított modell vizsgálatára. A valóságos gumikerék viselkedést nyilvánvalóan csak közelítve leíró mechanikai modellünk pontatlanságának kiküszöbölésére tudományos gépi tanulási módszert alkalmaztunk. Az eredmények korrigálását egy a mérési adatsor segítségével feltanított neurális hálóra bíztuk. Az így összeállított becslő algoritmust validációs adatokon teszteltük és igazoltunk módszerünk használhatóságát.

Tamás-Bényei Péter

Gépészmérnöki Kar
Polimertechnika Tanszék

Újrahasznosított szénszállal társított elasztomerek fejlesztése

Az egyre növekvő energiaárak, valamint a környezettudatos gondolkodás következtében egyre nagyobb teret nyernek a fenntartható forrásból származó nyersanyagok felhasználása, amely kiterjed a műanyagiparra is, magába foglalva az elasztomer alapú termékek piacát. A kaucsukkeverékekben hagyományosan kormot használnak szerves erősítőanyagként, amely bizonyos esetekben kiváltható szilikával, ami azonban a szervetlen erősítőanyagok családjába tartozik. A kompozitiparban eredményesen alkalmazott szénszál elveikben alkalmas lenne a kaucsukok erősítésére is, azonban elterjedését eddig a szénszál magas ára, valamint nagy ökológiai lábnyoma korlátozta. Mindkettő problémára megoldást nyújt az újrahasznosított szénszálak felhasználása. A szénszál - kémiai felépítését tekintve - közelebb áll a koromhoz, mint a szilika, valamint a visszanyert szálak alkalmazása környezetvédelmi szempontból is előnyösebb, emellett az áruk is töredéke az új szálakénak.

A kutatás során hallgatóimmal megvizsgáltunk a pirolízissel visszanyert szénszálak felületét, értékelve a fajlagos felület változását. Optikai mikroszkópi vizsgálattal meghatároztunk az őrölt szénszálak szálhosszeloszlását. Kidolgoztunk egy jó olajállóságú, akrilnitril-butadién kaucsuk (NBR) alapú receptúrát, amely alkalmas lehet autóiipari felhasználásra. Intermix típusú belső keverő felhasználásával különböző mennyiségű őrölt szénszálat tartalmazó kaucsukkeverékeket készítettünk. Minden egyes keverék esetében felvettük a vulkanizációs görbét és meghatároztunk a karakterisztikus hőmérsékleteket. A keverékekből préssel készítettünk lemez formájú vulkanizátumokat, amelyekből pneumatikus kivágó felhasználásával munkáltuk ki a mechanikai jellemzők meghatározásához szükséges próbatesteket. Elemeztük az őrölt szénszál mennyiségének hatását a Shore A keménységre, a szakítószilárdságra és a szakadási nyúlásra, valamint a továbbszakító szilárdságra is. Pásztázóelektronmikroszkópi felvételekkel megvizsgáltuk az előállított vulkanizátumokban az erősítőanyag kapcsolódását az alapkaucsukhoz. Értékeljük az ipari gyakorlatban potenciálisan alkalmazható adhéziójavítás módjait, valamint megvizsgáltuk az őrölt szénszál és a szén nanocső együttes alkalmazásának lehetőségeit is.

Toka László

*Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Távközlési és Médiainformatikai Tanszék*

Mesterséges intelligencia szolgáltatások a hálózatos felhőben

At the dawn of autonomous driving, vehicular communications and coordination become more vital than ever. Fast information gathering, processing and sharing creates the basis of safety and efficiency, the main promises of conceding the control of vehicles from humans to machines. In this presentation I propose to deploy an information gathering and distributing system that aims exactly at minimizing the latency of delivering the essential information to the end clients. I specifically tackle the crowd-sourced maintenance of high definition maps, i.e., road maps with extremely high accuracy and environmental fidelity containing dynamic information about the traffic as well, via a federated analysis scheme, and by broadcasting those maps through a 5G network. The system is designed for minimizing the latency of information delivery: analytical models based on queuing theory and optimization are proposed, and a wide range of system parameters are evaluated in numerical simulations. I find that the latency of delivering timely high quality information to end clients can be reduced with careful dimensioning of the system. According to my measurements, high-speed 5G data connection is a must, as we reach the optimal latency by building map segments with 1 km in diameter via Gb/s uplink speeds in densely populated central metropolitan settings.

Tóvári Endre

Természettudományi Kar
Fizika Tanszék

Szupravezető kvantumelektronika felszínközeli elektrongázban

A kvantumszámítógép alapvető építőköve a kvantum bit (qubit). Ennek megvalósításában az Andrejev qubit a legígéretesebb elképzelések közé tartozik. Andrejev kötött állapotokon (ABS) alapszik, melyek két szupravezető elektróda közé helyezett félvezető szakaszban (Josephson átmenetben, JJ-ben) jönnek létre.

Az Andrejev qubit ideális működéséhez egyetlen, nagy transzmissziójú, hangolható vezetési csatornára van szükség. Ezt az ideális munkapontot indium arzenid (InAs) alapú felszínközeli két-dimenziós elektrongázban (2DEG) próbálom elérni, kvantum pont kontaktus (QPC) kialakítása révén. 2DEG-ben két dimenzióban, azaz síkban mozognak az elektronok; ebben a síkban a QPC-hez szükséges keskeny vezető régió a föléje készített kapuelektródák elektromos terével hozható létre. Továbbá a sekély 2DEG, mivel közel van a kristály felületéhez, hatékonyan kontaktálható ki szupravezető elektródákkal. Ezt a rendszert kiemelkedő minősége, sokoldalúsága és hangolhatósága ideális alapanyaggá teszi ABS-ek létrehozására.

A tervezett kutatásnak két célja van. Az első, hogy kombináljam a QPC-t és a JJ-t, és ellenőrizsem a QPC viselkedését, valamint a szuperáram jelenlétét. A rendszerben kvantált, kapufeszültséggel hangolható normálállapotú vezetőképesség, és vezetési csatornánként nagyságrendileg 5 nA szuperáram várható. A kritikus áram mágnesestér-függésének analízise révén pedig ellenőrizhető a QPC keresztmetszete mentén az áramsűrűség keskeny profilja.

A második cél, hogy kimérjem a QPC-vel ellátott JJ áram-fázis relációját. Ebből meghatározható a QPC transzmissziója, és annak kapufeszültségtől való függése. Az eredmények segítségével szükség szerint fejleszthetem a fabrikáció lépéseit, például a QPC kapuelektródák geometriáját. A transzmisszió az ABS diszperziós relációját befolyásolja, így előzetes információt ad a rendszerről, mielőtt az ABS-t közvetlen módszerrel, mikrohullámú gerjesztéssel vizsgálnám, ami kutatásom távlati célja.

Török Árpád

*Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar
Gépjárműtechnológia Tanszék*

Autonóm rendszerek forgalmi folyamatainak biztonsági vizsgálata az eltérő hálózati struktúrák átjárhatóságának tükrében

Jelen kutatás során az intelligens rendszerek által összehangolt közlekedési folyamatokat leképező gráfstruktúrák biztonsági vizsgálata területén felmerült releváns kérdések (autonóm rendszerek hálózati és járműszintű vegyes irányítása és modellezése) vizsgálata kerül megvalósításra. A kutatás során elvégeztem a magasan automatizált közlekedési rendszereket leíró modellek által alkalmazott különböző gráfelméleti megközelítések vizsgálatát, ez alapján meghatározom azokat a legfontosabb fejlesztési irányokat, melyek lehetőséget biztosítanak a különböző gráfstruktúrák hatásának vizsgálatára. Ezt követően elvégeztem egyes elterjedtebben alkalmazott gráfstruktúrák vizsgálatát. A kifejlesztett modell segítségével a különböző gráfstruktúrák értékelése alapján új hatékonyabb struktúrákat dolgozok ki. A kifejlesztett új gráfstruktúrákat a biztonság, a hatékonyság és a számítási bonyolultság szempontjait leképező indikátorok vizsgálatán és összehasonlításán keresztül értékeltem. Az összehasonlítást követően kiválasztottam a többkritériumú értékelés alapján leginkább előnyös gráfstruktúrákat.

Török Gergely Tihamér

Építőmérnöki Kar

Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék

Folyószabályozási művek morfodinamikai hatásvizsgálata évszázados léptékben

A folyószabályozási művek alkalmazásának oka általában valamilyen mederváltozás által kiváltott, egy adott emberi tevékenység szempontjából problémás folyamat orvoslása. Ilyen például a hajózhatóság szempontjából problémás, alacsony vízmélységű folyószakaszokon a sarkantyúk folyómederbe történő beépítése, amiktől a vízmélység növekedése várható. Az utóbbi évszázadban világszerte gyakran alkalmazott folyószabályozási mű rövidtávú (pár éves, évtizedes) hatása folyamatos monitoring segítségével mérhető (pl. vízszint és vízmélység folyamatos rögzítése), amik rámutatnak a beavatkozás hatásosságára. Azonban a hosszabb távú hatás (évszázados lépték) továbbra sem ismert, amik kedvezőtlen jelenségeket indukálhatnak, pl. a tetőző árvízszintekre. Ez a kérdés merült fel a Mississippi esetében a "Great Flood of 1993" néven elhíresült, árvízszint-rekordot megdöntő árhullám kapcsán. Bár e történelmi árvíz kialakulásának okait számos, elsősorban statisztikai alapokon nyugvó eljárással vizsgálták, továbbra sem tisztázott, hogy vajon mekkora szerepet játszik a sarkantyúzás az árvízszintek emelkedésében, illetve mennyi ideig várható még a vízszintek emelkedése, valamint mekkora a várható legmagasabb árvízszint. Ezen kérdések vizsgálatához olyan módszertan szükséges, ami évszázados idő-, és teljes folyólépték figyelembevételére képes.

A nagy tér-idő léptékben való hatásvizsgálatra a 2D és 3D numerikus modellvizsgálatok részletes paraméter- és nagy számítási igényük miatt nem alkalmazhatók, azonban az 1D modellezés egy optimális alternatíva. Jelen vizsgálat célja egy olyan 1D modellkoncepció megalkotása, ami a kívánt tér-idő léptékben képes számításba venni a sarkantyúk morfológiai és hidraulikai szempontú hatását is. Kulcsfontosságú, hogy nem csupán az áramlásra gyakorolt hatást kell vizsgálni, hanem a mederváltozást is. A vizsgálatok a Mississippi folyóra kerülnek elvégezve, hiszen a sarkantyúk hatásvizsgálata kapcsán az az egyik legnagyobb figyelemmel vizsgált folyó és onnan áll rendelkezésre a legtöbb adat.

Az eredmények azt mutatják, hogy a tapasztalható vízszintváltozást elsősorban nem a műtárgyak által indukált hozzáadott ellenállás okozza, hanem a mederszintváltozás. A beavatkozás hatására az áramlás olyan új medergeometriát alakít magának, amiben az ellenállás az eredeti értéket közelíti. Vagyis, a műtárgyak csak átmenetileg okoznak jelentős ellenállásnövekményt. A beavatkozás hatására az árvízszintek kezdetben jelentősen nőnek, de pár évtized után eléri a maximális értékét. Ezt követően egy lassú csökkenési fázis várható, ami évszázadokig is tarthat és az új egyensúlyi állapotban kialakuló vízszintek a kezdeti értékeket közelítik.

A vizsgálat rámutat arra, hogy a fejlesztett 1D modellkoncepció alkalmas nagy tér-idő léptékben a tervezett műtárgyak morfodinamikai hatásvizsgálatára.

Vető Bálint

Természettudományi Kar
Sztochasztika Tanszék

Irányított polimermodellek határeloszlásai

A felületnövekedés fizikai folyamata látható a halmazállapot-változáskor kialakuló határvonal, a tűz terjedési vonalának vagy egy papírlap nedvesedésének megfigyelésekor. A Kardar-Parisi-Zhang (KPZ) univerzalitási osztály modelljei a felületnövekedés fizikai folyamatra adnak matematikai leírást. A kutatás célja ezen matematikai modellek hosszú távú skálázási és fluktuációs tulajdonságainak megismerése. A kapott határeloszlások a kezdeti feltételtől függenek, de az univerzalitási sejtés szerint a modell részleteitől függetlenek.

A Dauvergne, Ortmann és Virág által megkonstruált irányított környezet (directed landscape) egyszerre adja meg a KPZ univerzalitási osztályba tartozó modellek skálalimeszt minden megengedett kezdeti feltétel esetén. A konstrukció központi fogalma az irányított véletlen távolság, amelyet különböző first passage percolation (FPP) vagy irányított polimermodellekben vizsgáltunk. A Bernoulli-exponenciális first passage percolation (FPP) modellben az elérési idő eloszlására Barraquand és Corwin bizonyított karakterizáló formulát és Tracy-Widom-féle határeloszlást a főátlótól makroszkopikus távolságra.

Virág Bálinttal közös eredmény, hogy a főátló közelében a Tracy-Widomtól különböző új határeloszlást kapunk.

Összeolvadó bolyongások trajektóriáit felhasználva véletlen távolságot definiálunk a síkon, amelyet bolyongási távolságnak nevezünk, és amelyben az összeolvadó trajektóriák irányított élei 0 súlyúak, a többi él egységnyi súlyú. A modell a Bernoulli-exponenciális FPP modellhez hasonló, az exponenciális súlyokat eggyel helyettesítjük. Fő eredményünk Virág Bálinttal, hogy a sík diffúzív skálázása esetén a bolyongási távolság erős értelemben a Brown-hálón értelmezett egész értékű távolsághoz, az ún. Brown-távolsághoz tart. A bolyongási távolság és a Brown-távolság is a KPZ univerzalitási osztály modelljeitől eltérő skálázási exponensekkel rendelkezik, mégis egy bizonyos határátmenetben a KPZ osztályra jellemző Tracy-Widom-eloszláshoz tartanak.

Weiner Mihály

Természettudományi Kar
Analízis Tanszék

Operátor-algebrák és mátrix-analízis a kvantumfizikában illetve kvantuminformációelméletben

Valószínűségek a kvantumon túl és konvex geometria

Jól ismert, hogy a kvantumos jelenségekkel kapcsolatos statisztikák nem kezelhetők a klasszikus valószínűségszámítás keretein belül – ezért jött létre a kvantumvalószínűségszámítás. Pillanatnyilag nincs olyan statisztikai adat, mely ezzel ne lenne értelmezhető. Mégis, értelmesnek tűnik megvizsgálni, hogy milyen "egyéb" valószínűségi modellek létezhetnek még.

Az úgynevezett "Általános Valószínűség Elmélet" (General Probability Theory, vagy ahogy leggyakrabban rövidítve szerepel: GPT) kiindulási pontja egy tetszőleges konvex test, mely hipotetikus fizikai rendszerünk állapotterét modellezi. Ezen test geometriájától függ a rendszer összes információ-elméleti tulajdonsága. Ha ez a test egy szimplex, akkor a klasszikus valószínűségszámítást, ha pedig az $n \times n$ -es komplex sűrűségmátrixok tere egy valamilyen n -re, akkor a kvantumos valószínűségszámítást kapjuk vissza.

Klasszikusan igaz, hogy bármely két tiszta állapota tökéletesen megkülönböztethető. A kvantumvalószínűségszámítás keretein belül ez nem teljesül, de továbbra is igaz marad, hogy ha állapotok egy gyűjteménye páronként tökéletesen megkülönböztethető, akkor a gyűjtemény együttesen is tökéletesen megkülönböztethető. Azonban a GPT keretein belül általában ez sem teljesül. A néhány hónappal ezelőtt írt cikkemben beláttam: tetszőleges megkülönböztethetőségi struktúrához választható olyan konvex test, hogy abban – mint GPT modellben – realizálható a kérdéses struktúra. Mint kiderül, egy GPT modell két állapota pontosan akkor különböztethető meg tökéletesen, ha a két állapot az állapottér úgynevezett antipodális pontjai. Ez egy geometriai fogalom; egy konvex test két pontja akkor antipodális, ha a test beszorítható két párhuzamos hipersík közé úgy, hogy az egyik hipersík az egyik, a másik pedig a másik adott pontban érinti a testet. Egy híres klasszikus eredmény szerint – mellyel kapcsolatban Erdős is tett fel kérdéseket – d dimenzióban egy konvex testnek legfeljebb 2^d pontja választható ki úgy, hogy azok páronként antipodálisak legyenek. Ennek egy általánosítása lenne meghatározni, hogy egy d dimenziós állapottérben általában legfeljebb hány állapot választható ki úgy, hogy azok közül tetszőleges k együttesen tökéletesen megkülönböztethető. Legújabb, még leírás alatt lévő munkámban szerzőtársaimmal erre vonatkozólag különböző, d -ben exponenciális alsó és felső korlátokat adunk.

Werner Miklós Antal

Természettudományi Kar
Elméleti Fizika Tanszék

Disszipatív és kölcsönható kvantumrendszerek vizsgálata

Környezetüktől tökéletesen izolált kvantumrendszerek a valóságban nem léteznek, még a legközeltekintőbben tervezett kísérleti rendszerben is elkerülhetetlen a környezettel való gyengébb vagy erősebb kölcsönhatás. A környezethez való csatolás a vizsgált kvantumrendszer nem unitér időfejlődéséhez vezet, a rendszer kvantumállapota pedig kevert állapotba kerül. A disszipáció az alkalmazások szempontjából általában leküzdendő nehézségként jelentkezik (pl. kvantumszámítógépek esetén), de a disszipáció vezethet új, érdekes fizikai jelenségekhez, melyek önmagukban is figyelmet érdemelnek. A nyílt kvantumrendszerekről való ismereteink azonban csekélyek, ha az izolált (zárt) kvantumrendszerekkel vetjük őket össze. Az elmúlt évtizedben egyre nagyobb a kutatói érdeklődés övezi a területet, köszönhetően a gyorsan fejlődő kísérleti technikáknak, gondoljunk akár a különféle kvantumbit realizációkra, vagy a hideg atomi rendszerekre.

Az előadásomban bemutatott kutatási projektben az egydimenziós Hubbard-lánc dinamikáját vizsgáljuk egy olyan elrendezésben, ahol az igen hosszú lánc végpontján disszipatív módon távolítunk el részecskéket. A rendszer kezdőállapota a végtelen hőmérsékletű állapot, amikor a rendszer sűrűségmátrixa az egységmátrixszal arányos. Ez az állapot rendkívül egyszerűen reprezentálható mátrixszorzat-állapotok segítségével, a rendszer Linblad-egyenletet követő dinamikája pedig a tiszta állapotokra sikerrel alkalmazott időfejlesztő blokkdecimálás (TEBD) segítségével szimulálható. A rendszer $SU(2) \times U(1)$ szimmetriával rendelkezik, mely nemabeli szimmetriát a szimuláció során kihasználva a rendszer állapota hosszú időig precízen követhető.

A disszipatív részecskenyelő bekapcsolása után a lánc kiürülésének dinamikája ballisztikus, azonban a töltésfront sebessége a taszító kölcsönhatás hatására lelassul. Amennyiben azonban túllépünk a lokális betöltöttség vizsgálatán, érdekes eredményre jutunk: bár a töltések transzportja lelassul a rendszerben, a kvantuminformáció egy része továbbra is a nemkölcsönható rendszerben mért terjedési sebességgel propagál a lánc belseje felé. A kétféle sebesség megjelenését demonstráltuk az úgynevezett operator-összefonódási entrópiában, a kvantumos kölcsönös információban, továbbá különféle korrelációs függvényekben is.

Impresszum

Kiadja: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Felelős kiadó: **Dr. Czigány Tibor**, rektor

Felelős szerkesztő: **Dr. Csákány Anikó**, tudományos és innovációs igazgató

Szerkesztő: **Várterész Flóra**, ügyvivő szakértő

Tördelés és borító: **Faragó Dénes**

Támogató: Kulturális és Innovációs Minisztérium,
Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap

A kézirat lezárva: 2023.05.05.

További információ: unkpkonferencia.bme.hu

ISBN 978-963-421-913-2