



**BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS
GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR**

**TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI
KONFERENCIA**

2018. NOVEMBER 14.



MEGHÍVÓ

**A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gépészmérnöki Kara**

2018. november 14-én tartja

TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI KONFERENCIÁJÁT.

**Legtehetségesebb hallgatóink bemutatkozására Önt és minden érdeklődőt
tisztelettel hívunk és szeretettel várunk.**

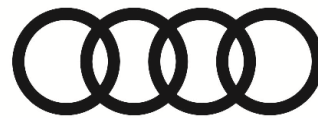
Budapest, 2018. november 5.

Dr. Czigány Tibor
dékan



A TDK KONFERENCIA FŐ TÁMOGATÓI

**Audi
Hungaria**



Energetikai Szakkollégium

Egyetemi Hallgatói Képviselő

1975-ben végzett gépészmérnökök alapítványa

Gépészkari Hallgatói Képviselő

Knorr-Bremse Vasúti Jármű Rendszerek Hungária Kft.

Prof. Dr. Kozmann György

Pro Progressio Alapítvány

A TDK KONFERENCIA SZEKCIÓI

ALKALMAZOTT MECHANIKA I.	5
ALKALMAZOTT MECHANIKA II.....	14
ANALITIKUS MECHANIKA.....	24
ANYAGTUDOMÁNY ÉS TECHNOLÓGIA 1.	34
ANYAGTUDOMÁNY ÉS TECHNOLÓGIA 2.	44
ÁRAMLÁSTAN	54
BIOMECHATRONIKA	66
ENERGETIKAI RENDSZEREK MODELLEZÉSE.....	74
ÉPÜLETGÉPÉSZET	83
FENNTARTHATÓ ENERGETIKA.....	93
GÉPÉSZETI ELJÁRÁSTECHNIKA	103
GÉPGYÁRTÁSTECHNOLÓGIA	110
GÉPTERVEZÉS	120
MECHATRONIKA	128
OPTOMECHATRONIKA	137
ORVOSTECHNIKA	147
POLIMER ANYAGTUDOMÁNY	156
POLIMER KOMPOZITOK	166
POLIMER TECHNOLÓGIA	174



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

ALKALMAZOTT MECHANIKA I.

Helyszín: MM épület fszt. 15. Nagylabor
Időpont: 2018. november 14. 9:00
Elnök: Dr. Kossa Attila, egyetemi docens
Titkár: Várszegi Balázs, tanársegéd
Tag: Dr. Dombóvári Zoltán, adjunktus

9:00 Szép Márton

Rúd ujjhegyen való egyensúlyozása vívó- és nem vívó alanyok esetében

Konzulens: Dr. Insperger Tamás, egyetemi tanár

9:20 Nagy Dalma

Érzékelési küszöbérték és észlelés emberi egyensúlyozáskor

Konzulensek: Dr. Bencsik László, tudományos munkatárs
Dr. Insperger Tamás, egyetemi tanár

9:40 Balogh Tamás

Inverz inga stabilizálása mérleghintán gördülő kocsin

Konzulens: Dr. Insperger Tamás, egyetemi tanár

10:00 Ismayilov Mirroyal

Prediktív szabályozási algoritmusok az emberi egyensúlyozásban –
angolul

Konzulens: Dr. Zelei Ambrus, tudományos munkatárs

SZÜNET

10:40 Patkó Dóra

A statikus és dinamikus egyensúlyozás energiaigényének viszonya

Konzulens: Dr. Zelei Ambrus, tudományos munkatárs

11:00 Galbács Márton

Precíziós kézfegyverek szórás képének minimalizálása

Konzulens: Pölöskei Tamás, doktorandusz

11:20 Lakatos Andor

Katapult hajítási folyamatának vizsgálata

Konzulens: Pölöskei Tamás, doktorandusz

Rúd ujjhegyen való egyensúlyozása vívó- és nem vívó alanyok esetében (Stick Balancing on the Fingertip in Case of Fencers and Non-fencers)

Szép Márton BSc
szepmarci98@gmail.com

Konzulens: Dr. Insperger Tamás, egyetemi tanár, Műszaki Mechanikai Tanszék

Testünk egyensúlyban tartása, annak természetessége, mindennapi jellegének ellenére egy alaposan kigondolt és megtervezett részegységekből álló komplex, összehangolt rendszer folyamatainak eredménye. Az egyensúlyozási stratégiák vizsgálatára gyakran alkalmazzák tesztként egy rúd ujjhegyen való egyensúlyozásának feladatát. A látszat ellenére ez egy rendkívül összetett és fárasztó feladat a kevésbé gyakorlottak számára.

Dolgozatom célja a rúd egyensúlyozás három szabadsági fokú és késleltetett visszacsatolású mechanikai modelljének (fordított inga - csúszka) mozgását leíró matematikai modell vizsgálata stabilitás szempontjából; a stabil tartományt befolyásoló tényezők, az érzékelési bizonytalanság és holtsáv hatásának vizsgálata a szabályozásban.

Az elméleti modellel való összevetés céljából reakcióidő- és egyensúlyozó készséget felmérő tesztek végeztem vívókon (akiknek a reakcióideje feltehetően rövidebb az átlagnál) illetve egyéb sportokat űző- és versenyszinten nem sportoló személyeken. A mérési eredmények segítenek az elméleti modell finomításában, hogy az a valóságot minél pontosabban tükrözze.

Érzékelési küszöbérték és észlelés emberi egyensúlyozáskor (Sensory threshold and perception during human balancing)

Nagy Dalma MSc
nagy.dalma22@gmail.com

Konzulensek: Dr. Bencsik László tud. mts, Műszaki Mechanikai Tanszék
Dr. Insperger Tamás, egyetemi tanár, Műszaki Mechanikai Tanszék

Az egyensúlyzavar okozta esések az egyik vezető okai a sérüléseknek és baleseteknek az idősök körében. Az öregedési folyamat jelentős változásokat okoz az emberi érzékszervek működésében, amelyek információt szolgáltatnak a környezetről és a testünk helyzetéről. Az egyensúlyozás közben lejátszódó neurológiai folyamatot gyakran modellezzük úgy, mint egy számítógép által irányított folyamatot. Míg a számítógépes szabályozás esetében a szabályozó működését az irányítástechnikai mérnökök tervezik meg, az emberi agy komplex szabályozó mechanizmusát máig nem ismerjük. Annak érdekében, hogy segíthessünk az egyensúlyzavarral küzdő embereken, fontos megértetünk az emberi agy szabályozó mechanizmusát és minden olyan faktort, amely az egyensúlyozásra hatással van: érzékelés és észlelés. Kísérleti megfigyelések alapján az ember egyensúlyozáskor időszakos szabályozást alkalmaz. Időszakos szabályozás az érzékelési küszöbérték miatt lép fel, azaz létezik egy határérték az érzékelésben, amely alatti értékű ingerre az ember nem tesz korrekciós műveletet.

A dolgozatban az ujjhegyen való rúdegyensúlyozást tanulmányozom. A rúdegyensúlyozás egyszerű egyensúlyozási feladat, amely segítségével az emberi egyensúlyozás fontos elemeit vizsgálhatjuk. Feltételezem, hogy az ember képes a rúd pozíciójának, sebességének és gyorsulásának érzékelése, és ezeket az adatokat felhasználja annak érdekében, hogy a rudat a függőleges helyzete körül stabilizálja. A szabályozás így arányos – deriváló - gyorsulás (PDA) visszacsatolással valósul meg. A PDA szabályozó időkéssleltetéssel működik, hiszen az embernek véges időre van szüksége, hogy az információt feldolgozza és utasítást adjon az izmoknak a beavatkozásra.

A dolgozatban meghatározok érzékelési küszöbértékeket az elmozdulás, sebesség és gyorsulás érzékelésére a szakirodalomban fellelhető ajánlások alapján, illetve mérés segítségével. Felállítom a rúdegyensúlyozás mechanikai modelljét figyelembe véve a modellezés során az érzékelési küszöbértékeket. Numerikus szimulációk segítségével vizsgálom az érzékelési küszöbérték változtatásának hatását a modellen.

Inverz inga stabilizálása mérleghintán gördülő kocsin **(Stabilization of an inverted pendulum on a cart rolling on a seesaw)**

Balogh Tamás MSc
baloghtamas2727@gmail.com

Konzulens: Dr. Insperger Tamás, egyetemi tanár, Műszaki Mechanikai Tanszék

Az emberi egyensúlyozási mechanizmus megértése fontos lehet az egyensúlyzavar miatt bekövetkező balesetek megelőzése miatt, illetve segítheti az emberi egyensúlyozással kapcsolatos eszközök (például kétkerekű öneyensúlyozó jármű) mechanikai felépítésének és szabályozásának tervezését is.

A dolgozatban egy három szabadsági fokú kísérleti modell segítségével vizsgálom az emberi egyensúlyozási mechanizmust. A kísérletben egy mérleghintán gördülő kocsin található inverz ingát egyensúlyozhatunk a mérleghintára kifejtett nyomaték segítségével.

Először a három szabadsági fokú instabil, PD szabályozóval szabályozott időkéseleltetett rendszer stabilitását vizsgálom. Meghatározom a rendszer stabilizálhatósági határát, vagyis azt a legnagyobb időkésést, amire még stabilizálható a rendszer a szabályozó együtthatóinak megfelelő megválasztásával. Ez, ha lehetséges, akkor analitikus módszerekkel történik, egyébként pedig numerikus módszerek segítségével. Az eredeti modell stabilizálhatósági határának ismeretében a modellt kis mértékben módosítom a stabilizálhatósági határ növelése érdekében, így a kísérleti modell az ember által könnyebben egyensúlyozhatóvá válik.

Végül a korábbi eredményeket a kísérleti modellen végzett mérésekkel támasztom alá.

Irodalom:

- [1] Insperger T., Stépán G.: Semi-Discretization Method for Time-Delay Systems – Stability and Engineering Applications, Springer, New York, 2013.
- [2] Walton, K., Marshall, J. E.: Direct method for TDS stability analysis, IEE Proceedings D – Control Theory and Applications, 134(2), 101–107, 1987.

Prediktív szabályozási algoritmusok az emberi egyensúlyozásban (Predictive control strategies in human balancing)

Ismayilov Mirroyal BSc
mirroyal.ismayilov@gmail.com

Konzulens: Dr. Zelei Ambrus, tud. mts., Műszaki Mechanikai Tanszék

Az emberi egyensúlyozás az élet majdnem minden területén nagyon fontos kérdés, ilyenek például a járás, a futás, a biciklizés, tárgyak mozgatása kézzel, de még ide tartozik az egy helyben állás is. Az egyensúlyozási folyamatok megértése nagyon fontos, elsősorban az idősebb emberek szempontjából. Ennek ellenére, még mindig nagyon sok nyitott kérdés vetődik fel az idegrendszer működésével kapcsolatban.

Az idegrendszeri folyamatok matematikai modellezésére fókuszálunk, amelyek az egyhelyben állás közben zajlanak. A szakirodalomban többféle megközelítés is található. Az egyik megközelítés lineáris szabályozó (mint például a PD, PID és PIDA) alkalmazása a modellben. Emellett a modell alapú prediktív szabályozók is szóba jöhetnek, melyek alapján az ember előre megtanult mozgásmintákkal avatkozik be az egyes szituációkban.

Munkánkban a kétféle szabályozási alapelvet hasonlítjuk össze stabilometriai mérőszámok segítségével, mint például az oszcilláció tipikus frekvenciája, a súlypont mozgásának átlagos sebessége és a test maximális/átlagos dőlésszöge.

A statikus és dinamikus egyensúlyozás energiaigényének viszonya (The relation of the energy of the static and dynamic balancing)

Patkó Dóra MSc
dora.patko94@gmail.com

Konzulens: Dr. Zelei Ambrus, tud. mts., Műszaki Mechanikai Tanszék

Az emberi egyensúlyozás megértése fontos feladat, az élet sok területén felhasználhatóak a kutatások során gyűjtött eredmények. Viszonylag új kutatási irány az, hogy az orvosi vizsgálatok mellett a mérnökök és matematikusok is hozzájárulnak az egyensúlyozási folyamat megértéséhez matematikai modellek megalkotásával, melyek az agyi folyamatokhoz hasonló szabályozási algoritmusokat igyekeznek alkalmazni.

Az egyensúlyozás leírása igen bonyolult, az emberi mozgásszabályozásban a reakcióidők miatt időkésések lépnek fel, ezen kívül számításba kell venni nemlineáris dinamikai hatásokat és az emberi test bonyolultsága miatt nagy szabadsági fokú modellekre van szükség. A feladat komplexitása miatt a szakirodalomban használt matematikai modellek egyelőre nem teljesek, nem tudnak minden jellemzőt együttesen figyelembe venni.

Mechanikai modellek segítségével az állás illetve futás folyamata vizsgálható, értelmezhető. A feladat során arra koncentrálok, hogy a mozgásmintát elég jól megközelítő de emellett egyszerű modellt vizsgáljak. Amennyiben a modell kikerül a stabil állapotából, és nem képes visszatérni oda, vagy más stabil pályára állni, bekövetkezik az esés. Az ezt megelőző hatásokat megfigyelve és összevetve azzal az esettel, mikor sikeresen visszaállt a modell a stabil helyzetébe, az esés bekövetkezéséhez vezető tényezők megismerhetők, a korrekciójukkal az egyensúlyozás segíthető.

Az egyensúlyozás kutatásának hosszú távú célja megválaszolni, hogy milyen szabályozási modellel írható le az agyban lezajló egyensúlyozási folyamat; hogyan jósolható meg egy esés; valamint hogyan, esetleg milyen segédeszközökkel támogatható az ember az egyensúlyozásban?

A fenti kérdések egy részproblémájaként arra a kérdésre fókuszálok saját munkámban, hogy mi az egyensúly fenntartására fordított energiamennyiség viszonya futásnál és egy helyben állás közben. A kérdés megválaszolásával közelebb jutunk az egyensúlyozás mechanizmusának és a mögöttes szabályozási folyamatok megértéséhez.

Precíziós kézfegyverek szórásképének minimalizálása **(Shot grouping optimisation of precision firearms)**

Galbács Márton BSc
marci.nasa@gmail.com

Konzulens: Pölöskei Tamás, doktorandusz, Műszaki Mechanikai Tanszék

A napjaink nagytávolságú lövészetének egyik meg nem oldott problémája a fegyver elsütésekor jelentkező csőrezgések. A jelenségnek komoly hatása van a fegyver ismétlési pontosságára, azaz a szórásképre. Ennek minimalizálására számos gyakorlati tapasztalaton alapuló megoldás létezik: a cső elhangolása tömeg felszerelésével, a cső lengő hosszának beállításával vagy a löportöltet megváltoztatásával. A kutatás során egy olyan nem mérnök felhasználó által is kezelhető szoftvert készítettünk, ami pontosan tartalmazza a cső rugalmas mechanikai modelljét és a kilövés kapcsolt termodinamikai-mechanikai modelljét, és ezeket felhasználva meghatározza az optimális löportöltet tömeget.

Az analízis kettő részre bontható: először meghatároztuk, hogy mennyi idő szükséges a lövedéknek a cső elhagyásához, majd megfelelő kezdeti feltételeket választva a végeselemes modellnek, meghatároztuk, hogy ebben az időpillanatban a csőtorkolat mekkora szögelfordulásban van az egyensúlyi helyzetéhez képest. Ezt a szögelfordulást minimalizálva érhető el a fegyver pontosságának növelése és a szóráskép méretének csökkenése.

Ehhez létrehoztuk a modern precíziós kézi lőfegyvereket leíró egyszerűsített mechanikai modellt. A szoftver elkészítése során diszkretizáltuk a csövet végeselemes módszerrel. A fegyvercső csillapításának meghatározásához kísérleti modális analízist hajtottunk végre számos lőfegyveren. Származtattuk a cső végeselemes modelljének mozgásegyenletét és a lövedék csövön belüli mozgását leíró differenciálalgebrai-egyenlet rendszert.

Vizsgáltuk a lőpor égésmoделljének hatását a lövedék mozgására vonatkozóan, valamint szabványos kaliberek adatait hasonlítottuk össze a modellünkkel számított eredménnyel. A szoftverbe beépítettük a különböző összetételű lőporok eltérő égési paramétereit.

Az elkészült szoftver meghatározza tetszőleges geometriájú és anyagú csövek és hajtóanyag esetén azokat a löportöltet tömegeket, ahol a szóráskép minimális lesz. Az ideális löportöltetet beállítva, egy már a beállítás előtt is egy szögpercnél kisebb szórásképű precíziós kézfegyver pontossága tovább növelhető, mely új távlatokat nyit meg a nagytávolságú lövészetet foglalkozó lövészek számára.

Katapult hajítási folyamatának vizsgálata (Analysis of a catapult's throwing motion)

Lakatos Andor MSc
andor.lakatos.94@gmail.com

Konzulens: Pölöskei Tamás, doktorandusz, Műszaki Mechanikai Tanszék

Dinamikai problémák megoldása során többnyire merevtest dinamikai, vagy végeselemes megközelítést alkalmazunk. Előbbi merevtest rendszerek, míg utóbbi rugalmas testek rezgő mozgásának leírására alkalmas különösen. Előfordulhatnak azonban olyan műszaki kihívások is, amelyekben a rendszer bizonyos elemei nem tekinthetők merevnek. Az ilyen problémák megoldására két lehetőség közül választhatunk. Vagy alkotunk egy egyszerűsített modellt, amely kellő pontossággal írja le a valódi rendszer viselkedését, vagy ötvözzük a merevtest dinamikai és a végeselemes megközelítést. Munkám célja a két módszer összevetése volt egy egyszerű szerkezetre való alkalmazáson keresztül.

A vizsgált szerkezet egy kisméretű katapult volt. A hajítási folyamat során a hajlított karokban tárolt rugalmas energia átalakul a dob, a hozzá rögzített kar, valamint a lövedék mozgási energiájává, míg a kötelek letekerednek a doból. Ahhoz, hogy a karok tranzien rugalmas alakváltozását, valamint a lövedék mozgását is megfelelően tudjuk modellezni egy kapcsolt rendszerben, újszerű megközelítésre volt szükség.

Munkám első részében megalkottam a katapult egyszerűsített modelljét, amelyhez tömegpont szerűen viselkedő testeket, valamint rugókat és csillapításokat használtam [1]. Az így kapott, három szabadságfokú modellnek képeztem a mozgásegyenletét, majd a kezdeti feltételek megadása után szimuláltam a kilövés folyamatát.

A második szakasz első lépéseként származtattam a lineárisan változó keresztmetszetű kétdimenziós húzott-nyomott és hajlított gerendamodell tömeg- és merevségi mátrixait [2]. A csillapítási mátrixot modális analízis eredményeképpen kaptam meg [3]. Ezek felhasználásával hoztam létre a modellt, melyben végeselemesen diszkretizált rugalmas tagok, valamint merev testek egyaránt megtalálhatóak. Az így kapott modellt egy differenciál algebrai egyenletrendszer írja le, amit erre alkalmas szimulációs módszer segítségével oldottam meg.

Irodalom:

- [1] J. García de Jalón and E. Bayo, Kinematic and Dynamic Simulation of Multibody Systems. New York, NY: Springer New York, 1994.
- [2] K. J. Bathe, Finite Element Procedures. Prentice Hall, 1996.
- [3] Z.-F. Fu and J. He, Modal Analysis. Butterworth-Heinemann, 2001.



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

ALKALMAZOTT MECHANIKA II.

Helyszín: MM épület I. em. 29. Olvasóterem
Időpont: 2018. november 14. 9:00
Elnök: Dr. Insperger Tamás, egyetemi tanár
Titkár: Dr. Miklós Ákos, tudományos munkatárs
Tag: Dr. Bencsik László, tudományos munkatárs

9:00 Gáspár Dávid

Inverz paraméterillesztési eljárások vizsgálata viszkózus-rugalmas-képlékeny anyagi viselkedés esetén

Konzulens: Berezhvai Szabolcs, doktorandusz

9:20 Rigó Tamás

"Multi-patch" izogeometrikus analízis alkalmazása sík feladatok megoldásában

Konzulens: Dr. Hénaf Gábor, adjunktus

9:40 Nagy Ábel Mihály

Hiperelasztikus anyagmodellek paramétereinek optimalizálása saját fejlesztésű szoftverrel Python környezetben

Konzulens: Dr. Kossa Attila, egyetemi docens

10:00 Kiss Balázs

Kompozit rudak törésmechanikai kísérleteinek kiértékelése a J-integrál és magasabb rendű elméletek alapján

Konzulensek: Dr. Szekrényes András, egyetemi docens
Dr. Czél Gergely, tudományos munkatárs

SZÜNET

10:40 Vincze Balázs

Pingpong labda ütésének vizsgálata gyorskamerával és végesselemes szimulációval

Konzulens: Berezvai Szabolcs, doktorandusz

11:00 Horváth Ádám

Gépjármű irányíthatóságának javítása oldalanként eltérő súrlódási tényezőjű útfelületen történő fékezés esetén

Konzulensek: Dr. Takács Dénes, egyetemi docens
Szűcs Balázs Máté, funkciófejlesztő mérnök

11:20 Iklódi Zsolt

Belső furateszterga reluktancia aktuátorral történő lengéscsillapításának dinamikai analízise

Konzulens: Dr. Dombóvári Zoltán, adjunktus

11:40 Kádár Fanni

Biztonsági szelep öngerjesztett rezgéseinek analitikus és numerikus vizsgálata

Konzulensek: Erdődi István, doktorjelölt
Dr. Stépán Gábor, egyetemi tanár

Inverz paraméterillesztési eljárások vizsgálata viszkózus-rugalmas-képlékeny anyagi viselkedés esetén

(Investigation of inverse parameter fitting methods for viscous-elastic-plastic material behaviour)

Gáspár Dávid MSc
davidgaspar8@gmail.com

Konzulens: Berezvai Szabolcs, doktorandusz, Műszaki Mechanikai Tanszék

Polimerek ipari felhasználásánál mai napig az egyik legnagyobb kihívás, hogy anyagi viselkedésük nemlineáris, továbbá jelentősek a hőmérséklet- és deformációsebesség-függő tulajdonságaik is. Emiatt a feszültség-alakváltozás kapcsolat rendkívül bonyolult egyenletekre vezet, amelyeket sokszor csak speciális esetekre tudunk megoldani analitikusan, így általában ezeket az egyenleteket numerikusan kell közelíteni. Napjainkban egyre nagyobb arányban fordulnak elő polimerből készülő alkatrészek, így egyre nő az igény a hőformázási folyamatok pontos modellezésére, az elkészülő termékek gyártás utáni méreteinek pontos ismertetére, hogy csökkentsük a tervezési időt és minimális számú prototípust kelljen elkészíteni.

Szerencsére a mai számítógépek számítási teljesítménye lehetőséget ad nekünk, hogy a teljes hőformázási folyamatot numerikus szimulációval vizsgáljuk. Ehhez szükségünk van az anyagi viselkedést megfelelően leíró konstitutív egyenletre, amelyet a polimer viselkedéséhez kell kalibrálnunk. Az analitikus megoldás hiányában ez egy rendkívül komplex mérnöki feladat, melynek egy lehetséges módszere, hogy inverz paraméterillesztési eljárás segítségével, végeselemes szimulációk alapján végezzük el az anyagparaméterek illesztését.

Dolgozatomban viszkózus-rugalmas-képlékeny viselkedést is mutató mikrocellás polietiléntereftalát (MC-PET) polimer hab példáján vizsgáltam az inverz paraméterillesztési eljárás lehetőségeit. A több hőmérsékleten elvégzett egytengelyű húzómérési adatai alapján az ABAQUS kereskedelmi végeselemes szoftverben található ún. „two-layer viscoplastic” modellt illesztettem, amely egyike azon kevés anyagmodellnek, amely megfelelően leírja ezt a komplex anyagi viselkedést.

Az illesztés során több különböző matematikai elven működő illesztési algoritmust is vizsgáltam, majd statisztikai mérőszámok segítségével elvégeztem a módszerek összehasonlítását. Dolgozatom eredményeképpen elkészült egy ajánlás, hogy hasonló probléma esetén mely módszerrel, milyen súlyozás mellett, körülbelül milyen pontosságú eredményt várhatunk, és mennyi idő alatt.

Irodalom:

- [1] Dassault Systèmes. Abaqus, version 2016 URL: www.3ds.com/products-services/simulia/products/abaqus/
- [2] J. Bergstrom, 2015, Mechanics of solid polymers : theory and computational modeling, Elsevier
- [3] Berezvai, Szabolcs, Kossa, Attila. (2017). Characterization of a thermoplastic foam material with the two-layer viscoplastic model. Materials today: proceedings. 4. 10.1016/j.matpr.2017.06.040.

"Multi-patch" izogeometrikus analízis alkalmazása sík feladatok megoldásában

("Multi-patch" isogeometric analysis for solving 2D problems)

Rigó Tamás MSc
menerke@gmail.com

Konzulens: Dr. Hénop Gábor, adjunktus Műszaki Mechanikai Tanszék

Az izogeometrikus analízis (IGA) egy korszerű módszer a számítógépes mechanikában, mely a hagyományos végelem módszer (VEM) alternatívájaként szolgálhat. A gyökerei a végelem módszerben találhatók, ahhoz nagyon hasonló. A fő különbség a két módszer között abban rejlik, hogy milyen függvényekkel írjuk le a geometriát, illetve milyen függvénytérrel diszkrétizáljuk a folytonos megoldási teret. Ez VEM-ben általában Lagrange polinomokkal történik, míg IGA-ban B-spline-ok segítségével. Ez több szempontból is előnyös. Egyrészt amiatt, mert a B-spline-ok képesek tetszőleges geometriát egzakt módon leírni, a diszkrétizáció során a geometria nem torzul. Emellett, mivel a geometriát leíró függvénytér közvetlenül felhasználásra kerül a numerikus analízis során, a diszkrétizáció paraméterei (hálózás) a geometria létrehozásával definiálva vannak. További előnye a VEM-mel szemben, hogy az egyes integrálási tartományok (elemek) határain az interpolációs függvények folytonossága tetszőlegesen kontrollálható.

Egy bonyolultabb geometriát általában több "patch" segítségével lehet leírni. Ezeket egymástól független B-spline geometriáknak lehet tekinteni, amelyek valamelyik élük mentén érintkeznek egymással. Ha egy ilyen több "patch"-ből álló geometriára akarunk egy feladatot megoldani, akkor biztosítanunk kell azt, hogy két "patch" érintkezésénél a megoldásunk folytonos legyen. Ez nem jelent különösebb problémát akkor, hogyha a két "patch" konform, vagyis hogyha a geometriát meghatározó kontrollpontok egybeesnek a közös él mentén. Azonban hogyha a két "patch" nem konform, akkor külön gondot kell fordítani arra, hogy milyen kényszer segítségével tesszük az érintkezési helynél a megoldást folytonossá.

Dolgozatomban egy eljárást implementálok Mathematica környezetben, amely képes mind konform, mind nem konform "patch"-ekből definiált síkfeladatokat megoldani. Az eljárást teszt példákra (egy tengelyű húzás, vastagfalú cső) validálom. Miután megbizonyosodtam róla, hogy az eljárás helyes eredményeket ad, komplexebb geometriákon is demonstrálom annak hatékonyságát. Az eredményeket végelem módszerrel hasonlítom össze.

Hiperelasztikus anyagmodellek paramétereinek optimalizálása saját fejlesztésű szoftverrel Python környezetben

(Parameter optimization of hyperelastic material models with self-developed software in Python environment)

Nagy Ábel Mihály BSc
abel.nagy.m4tankor@gmail.com

Konzulens: Dr. Kossa Attila, egyetemi docens, Műszaki Mechanikai Tanszék

A hiperelasztikus anyagmodellek nemlineáris összefüggést adnak az anyag deformációja és a benne ébredő feszültségek között. Számos hiperelasztikus modell létezik a mérnöki gyakorlatban, amelyekben több anyagfüggő paraméter is található. Ezeknek a paramétereknek az optimalizálásához a különböző tesztekől (pl: egytengelyű húzás/nyomás, egyszerű nyírás, kéttengelyű húzás/nyomás) származó mérési adatok és a modell válaszfüggvénye között definiált hibát kell minimalizálni.

A görbeillesztésre több kereskedelmi forgalomban kapható szoftver létezik, ám ezek magas áruk miatt sokak számára nehezen hozzáférhetők, továbbá rendszerint zárt forráskódúak, így funkcionalitásuk nem bővíthető.

Dolgozatom témája egy olyan jól dokumentált, nyílt forráskódú hiperelasztikus anyagparaméter-optimalizáló szoftver fejlesztése Python környezetben, amely moduláris felépítésű, így mások által fejleszthető, bővíthető.

Kompozit rudak törésmechanikai kísérleteinek kiértékelése a J-integrál és magasabb rendű elméletek alapján

(Evaluation of fracture mechanical tests on composite beams by the J-integral and higher-order theories)

Kiss Balázs MSc
kissba8@gmail.com

Konzulens: Dr. Szekrényes András, egyetemi docens, Műszaki Mechanikai Tanszék
Dr. Czél Gergely, tud. mts., Polimertechnika Tanszék

A szálerősített, hőre keményedő mátrixú kompozitok elterjedésével egyre jobban előtérbe kerül mechanikájuk megismerésének igénye. Irányfüggő tulajdonságaik következtében nagyfokú szabadságot biztosítanak a tervezőnek, ugyanakkor komplexebb viselkedésük hátrányt is takar. Az acélokhoz és más, gyakran alkalmazott homogén mérnöki anyagokhoz képest, jelentősen eltérő tönkrementeti formák jelennek vagy jelenhetnek meg. Ezen anyagok tönkremenetelének egyik legtipikusabb és legsajátságosabb formája a rétegek közötti törés vagy más néven delamináció, amely során az egymásra laminált rétegek elválhatnak egymástól. Ezen folyamat megismerése és feltárása a mai napig egy fontos kutatási téma anyagtechnológiai és törésmechanikai szempontból is.

Dolgozatomban delaminációt tartalmazó kompozit rudak leírására alkalmas mechanikai modellek fejlesztésével és összehasonlításával foglalkozom. Az elmozdulásmezőt magasabb rendű polinomokkal közelítem és írom le a rúd keresztmetszete mentén [1]. A rendszer egyensúlyi egyenleteit a virtuális munka elvének felhasználásával vezetem le. A kapott leíró differenciálegyenletek megoldásával, pontosabb képet kapva a repedéscsúcsban megjelenő elmozdulásmezőről és feszültségi állapotról, lehetőségem nyílik a J-integrál alkalmazására. Ennek segítségével számszerűsíteni tudom a lineáris törésmechanika egyik alapvető fogalmát, az úgynevezett „repedés feszítő erőt” vagy más néven „fajlagos energiafelszabadulási rátát” [2]. Ennek kritikus értékét elérve egy adott anyagban a repedésfront megindul, a delamináció a rétegek között tovább terjed. A J-integrál alkalmazásával továbbá lehetőségem nyílik az egyes repedési kinyílási módusok (rúdszerű próbatestek esetén I-es és II-es módusok) pontosabb szeparálására, amely így az eddigi módszerekhez képest jóval egzaktabb megoldásnak tekinthető [3].

A dolgozatomban legvégén modelljeimet saját gyártású üvegszál és szénaszál próbatesteken alkalmazom, és segítségükkel meghatározom azok alapvető törésmechanikai jellemzőit.

Irodalom:

- [1] A.Szekrényes: Nonsingular crack modelling in orthotropic plates by four equivalent single layers, European Journal of Mechanics A/Solids 55 73-99, 2015.
- [2] T.L.Anderson: Fracture Mechanics - Fundamentals and Applications, Third Edition, London, 2005.
- [3] Meinhard Kuna: Finite Elements in Fracture Mechanics - Theory-Numerics-Applications, Springer, 2013.

Pingpong labda ütésének vizsgálata gyorskamerával és végeselemes szimulációval

(Numerical and experimental investigation of ping-pong ball and racket impacts)

Vincze Balázs BSc
v.balazs.balazs@gmail.com

Konzulens: Berezvai Szabolcs, doktorandusz, Műszaki Mechanikai Tanszék

Napjainkban a versenysportokban használt felszerelések, eszközök ugrásszerű technikai fejlődésen mentek keresztül, megjelentek és meghatározóvá váltak például a kompozit kerékpárvázak, az egész testet fedő úszódresszek. Ezek célja ugyanaz: a sportoló teljesítményének még hatékonyabb kiaknázása, hiszen akár 1-2%-os teljesítményjavulás a győzelmet jelentheti. Ez a technikai fejlődés természetesen az asztaliteniszből is megtalálható. A profi sportoló saját maguk készítik el ütőiket, melyekhez a gumilapot és a szivacsot is külön szerzik be. Ezen borításokat mechanikai tulajdonságaik szerint válogatják össze, így készülhetnek el támadóbb, illetve védekezőbb stílusú pingpongütők.

A dolgozatban pingpong labda és ütő ütközési tényezőjét vizsgáltam kísérleti úton és numerikus szimulációval. Gyorskamerás mérési sorozatokat végeztem különböző becsapódási sebességeknél ejtési kísérletek és egy átalakított airsoft golyólövő segítségével. Az elkészült videók kiértékelését saját Python környezetben készített képfeldolgozó algoritmussal elemeztem. A labda ütközés előtti és utáni sebességének, valamint a kamera síkjára merőleges szögsebesség meghatározását követően, megállapítottam a pingpong labda és az ütő ütközési tényezőjének sebességfüggését.

A kísérleti eredményeket végeselemes szimulációk segítségével ellenőriztem. Az ütő anyagának pontos mechanikai leírásához, a pingpongütő két rétegén (gumilap és szivacs) relaxációs vizsgálatokat végeztem, majd illesztettem az alapanyag mechanikai viselkedését legjobban jellemző, ún. időfüggő viszko-hiperelasztikus anyagparamétereket [1, 2]. Végül, az ABAQUS kereskedelmi végeselemes szoftverben [3] vizsgáltam az ütközés egyszerűsített végeselemes szimulációját, amelyek eredményét a gyorskamerás felvételek alapján értékeltem.

A dolgozat eredményeként becslést adhatunk a pingpong labda és ütő közötti ütközés lefolyására, amely segítséget nyújthat abban, hogy megfelelően válasszuk meg az ütő geometriai méreteit és a felhasznált anyagokat, ezáltal fontos teljesítménynövekedést érjünk el a játék során.

Irodalom:

- [1] Berezvai, Sz., Kossa, A.: Closed-form solution of the Ogden–Hill’s compressible hyperelastic model for ramp loading, *Mechanics of Time-dependent Materials* , 21, pp. 263-286, 2017
- [2] Lionel Manin, Renaud Rinaldi, Clément Bonnard, Adeline Drillon, Hugo Lourenco, et al.. Non Linearity of the Ball/Rubber Impact in Table Tennis: Experiments and Modeling. *Procedia Engineering*, Elsevier, 2016, 147, pp.348 - 353.
- [3] Dassault Systèmes. Abaqus, version 2016. URL: www.3ds.com/products-services/simulia/products/abaqus/

Gépjármű irányíthatóságának javítása oldalanként eltérő súrlódási tényezőjű útfelületen történő fékezés esetén

(Improving vehicle controllability during braking on road with split coefficient of friction)

Horváth Ádám MSc
horvath0adam@gmail.com

Konzulens: Dr. Takács Dénes, egyetemi docens, Műszaki Mechanikai Tanszék
Szűcs Balázs Máté, funkciófejlesztő mérnök, Knorr-Bremse Fékrendszerek Kft.

Napjainkban, amikor napról napra több jármű közlekedik az utakon, a közlekedésbiztonság egyre nagyobb figyelmet kap. Haszongépjárművek esetén a könnyű irányíthatóság, a kiszámítható járműviselkedés, és a minél hatékonyabb vészfékezés kiemelt jelentőségű, mivel ezek a járművek legtöbbször nagy össztömeggel közlekednek az utakon. Ahogy a szomorú példák mutatják, ha egy több tíz tonnás jármű irányíthatatlanná válik, annak legtöbbször végzetes következményei lesznek.

A rossz útviszonyok folyamatos veszélyt jelentenek, és sokszor olyan járművezetői képességeket igényelnek, melyeknek az adott sofőr a szükséges pillanatban nincs birtokában, akár tapasztalatlansága, akár a fáradtság miatt megnövekedett reakcióideje miatt. Emellett bizonyos helyzetekben még egy jól képzett, jó képességekkel rendelkező, figyelmes sofőr sem képes irányítását visszanyerni a jármű felett.

A legtöbb autóvezető került már olyan helyzetbe, hogy fékezés közben az egyik oldali kerekek jeges, lefagyott útfelületre futottak. Ekkor hirtelen megváltoznak a tapadási viszonyok, és ez azonnali, gyors beavatkozást igényel a jármű vezetőjétől. Ez veszélyes helyzetet teremt. A vezetőnek egyszerre kell irányítását visszanyerni a jármű felett, és odafigyelni a veszélyre, ami miatt fékezésbe kezdett.

Dolgozatomban erre a problémára keresek megoldást. Célom egy olyan vezetéstámogató rendszer tervezése, mely eltérő súrlódási tényezőjű útfelületen történő fékezés esetén támogatja a jármű vezetőjét, hogy az minél egyszerűbben képes legyen irányítani a járművet, miközben a jármű minél nagyobb lassulással fékez.

Fontosnak tartom, hogy a megoldás olyan rendszeren keresztül avatkozzon be, mely minden jármű alapvető része, és működése során csak olyan jeleket használjon fel, melyek már elérhetőek az elektronikus rendszereken keresztül. Ha a működéshez semmilyen extra felszereltségre nincs szükség, akkor a megoldás részét képezheti minden személy- és haszongépjárműnek piaci ártól függetlenül.

A dolgozatban szakirodalmi forrásokra támaszkodva a jelenség leírására alkalmas járműmodellt készítettem, melynek segítségével megvizsgáltam, hogy milyen szabályzási stratégiával támogatható a jármű vezetője, hogy képes legyen kezelni a kialakult veszélyhelyzetet.

A Knorr-Bremse Fékrendszerek Kft. támogatásával lehetőségem nyílt az általam összeállított szabályozási algoritmust egy modern elektronikus haszongépjármű fékrendszer szabályzó szoftverébe integrálva tesztelni mind szimulációs, mind pedig valós körülmények között. Kiértékeltem a mérési eredményeket, hogy további fejlesztési lehetőségekre mutassak rá.

Belső furateszterga reluktancia aktuátorral történő lengéscsillapításának dinamikai analízise

(Dynamic analysis of magnetic vibration attenuation for boring bars)

Iklódi Zsolt BSc
iklodi.zs@gmail.com

Konzulens: Dr. Dombóvári Zoltán, adjunktus, Műszaki Mechanikai Tanszék

Nagy pontosságot igénylő, nagyméretű, furatok sok esetben kizárólag belső furatesztergálás segítségével állíthatók elő. Ezen megmunkálási mód azonban jelentősen korlátozott, hiszen a folyamat stabilitása a szerszám geometriájával kapcsolatos korlátokba ütközik. Túlzottan karcsú szerszám használata esetén az ún. stacionárius forgácsolás könnyen instabillá válik, ami megmunkálási hibákhoz, sőt gyakran szerszámtöréshez vezet. Hosszú, vékony furatok előállítása különösen nehéz, mivel ekkor a forgácsoló élt tartó szerszámszár hossza átmérőjének sokszorosa kell, hogy legyen.

A belső furatesztergálás kritikus paramétere tehát a hossz-átmérő viszony (l/D), ami különböző aktív és passzív rezgéscsillapítási stratégiákkal növelhető, ám a jelenleg használatos módszerek mellett jelentősen korlátozott. Egy újfajta megközelítési módja a problémának, hogy a rezgéscsillapítást egy lengésfojtóként üzemelő mágnesesen lebegtetett tömeg végzi, mellyel javítható a maximális stabilan használható átmérő-hossz arány.

Az általunk javasolt módszer tehát, az eszterga rezgéseit reluktancia aktuátorral lebegtetett tömeg segítségével csillapítja. A reluktancia aktuátor beépítése azonban erős nemlinearitást okoz, valamint szabályozatlan esetben instabillá teszi a rendszert. Előnye viszont, hogy jól szabályozható, mind áram-, mind feszültségvezérléssel. Elengedhetetlen tehát egy olyan szabályozási módszer megtervezése, amely segítségével a megmunkálási folyamat stabilan és nagy pontossággal üzemeltethető.

Ennek megvalósításához először létrehoztuk az önálló mágneses lengésfojtó egyszerűsített, de valóságot még kellő pontossággal leíró nemlineáris modelljét. A mechatronikai rendszer linearizációja után megvizsgáltuk, milyen szabályozó paraméterek mellett lesz önállóan stabil. Az önálló lengésfojtó és az egyszerűsített esztergálás regeneratív modelljének kombinálásával megalkottuk az aktívan szabályozott belső furatesztergálás egy megfelelően egyszerű matematikai leírását.

Az így megalkotott modell linearizált alakja segítségével szabályozási stratégiát dolgoztunk ki az eszterga szerszám rezgésének minimalizására, majd ezt numerikusan teszteltük az eredeti nemlineáris modellen.

Biztonsági szelep öngerjesztett rezgéseinek analitikus és numerikus vizsgálata

(Analytical and numerical investigation of the self-excited oscillations of a safety valve)

Kádár Fanni MSc
kadarfannigml@gmail.com

**Konzulens: Erdődi István, doktorjelölt, Hidrodinamikai Rendszerek Tanszék,
Dr. Stépán Gábor, egyetemi tanár, Műszaki Mechanikai Tanszék**

A biztonsági szelepek fő feladata a nyomás alatt álló rendszerek védelme a nyomás veszélyes mértékű megnövekedése ellen. A direkt rugóterhelésű nyomáshatároló szelep egyszerű mechanikai felépítésének, alacsony karbantartási igényének köszönhetően elterjedt eszköze a nagy nyomású rendszerek túlnyomás elleni védelmének. A tapasztalat szerint azonban ezek a szelepek rezgésre hajlamosak. A szelep rezgése akadályozza a leeresztési folyamatot, így végső esetben a rendszer katasztrofális tönkremeneteléhez vezethet. Rezgés közben létrejöhet ütközés a zárótest és a szeleplék között, ami a szelep mechanikai károsodásához vezethet. Az ilyesfajta instabil működés minden körülmények közt elkerülendő, hiszen egy biztonsági szelep rendellenes működése nem csak a jelentős anyagi kár kockázatát hordozza magában, hanem emberi életet is veszélyeztet. Kiemelten fontos tehát a stabilitás határainak ismerete, és megfelelő méretezési eljárások kidolgozása.

A nyomáshatároló szelepek instabilitásainak kutatása a Hidrodinamikai Rendszerek Tanszéken évek óta folyik. A megelőző kutatások eredményeit felhasználva, azokra építve, egy tartányból és egy közvetlen rugóterhelésű nyomáshatároló szelepből álló rendszert vizsgálok numerikus és analitikus módszerekkel. Bemutatom a rendszert leíró, dimenziótlan matematikai modellt. A zárótestre ható erő meghatározása a szakirodalomban elterjedt, jól mérhető és alkalmazható effektív felület segítségével történik.

A numerikus szimuláció segítségével vizsgálható a szelep viselkedése és tartály nyomásának változása az időben, az ütközések figyelembe vételével. Az elkészített numerikus szimulációval térfogatáram söprést végezve kerestem azokat a térfogatáram tartományokat, amelyekben az egyensúlyi helyzet stabil. Itt a szelep viselkedése is stabil. Bizonyos térfogatáram tartományokban egy-, illetve két periódusú, stabil határciklus, illetve stabil káosz fedezhető fel. Adott határok között együtt létező megoldásokra, azaz matematikai értelemben bistabil megoldásokra bukkantam. Mindezekhez mérnöki értelemben instabil szelepviselkedés társul, amely mindenképpen elkerülendő. Ezek a megoldások jól szemléltethetők fázistérben, illetve az amplitúdó-térfogatáram diagramon az állandósult állapot időjele alapján. Analitikus úton kielégítő becslés adható a stabil szelepviselkedés megjelenésének alsó határára, illetve a berezgési frekvenciára. Ehhez a rendszert linearizálva a karakterisztikus polinom végeztem a stabilitásvizsgálatot Routh-Hurwitz kritériummal, illetve a karakterisztikus polinom gyökei alapján megállapítottam a berezgési frekvenciát. Ezzel a numerikus módszer ellenőrizhető, illetve a stabil szelepviselkedés alsó határához tartozó bifurkációs pont helye pontosabban megállapítható. A vizsgálatokat egy általam, az iparban alkalmazott módszer szerint méretezett tányérszelepen végeztem egy konstans, egy lineáris és egy másodfokú függvényvel leírt effektív felület esetére. Előbbi egy becslő eljárást takar, amikor a zárótestre ható erőt minden nyitásnál a csőkeresztmetszet és a nyomáskülönbség szorzataként áll elő, utóbbi kettő a valóságot jobban közelítő feltételezés.



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

ANALITIKUS MECHANIKA

Helyszín: MM épület I. em. 26. Tanszékvezetői iroda
Időpont: 2018. november 14. 9:00
Elnök: Dr. Csernák Gábor, egyetemi docens
Titkár: Dr. Antali Máté, MTA Prémium posztdoktori kutató
Tag: Dr. Bachrathy Dániel, adjunktus

9:00 Lelkes János

Harmonikusan gerjesztett megmunkáló szerszám késleltetett differenciálegyenletének vizsgálata

Konzulens: Dr. Kalmár-Nagy Tamás, egyetemi docens

9:20 Horváth Hanna Zsófia

Vontatmányok kigyózása, pattogása, felborulása

Konzulens: Dr. Takács Dénes, egyetemi docens

9:40 Hubay Csanád Árpád

Nemlineáris dinamikai rendszerek megoldásának közelítése és stabilitásvizsgálata Carleman linearizálási módszerével

Konzulens: Dr. Kalmár-Nagy Tamás, egyetemi docens

10:00 Lelkes János

Nemlineáris aeroelasztikus rendszer vizsgálata

Konzulens: Dr. Kalmár-Nagy Tamás, egyetemi docens

SZÜNET

10:40 Lovász Zoltán

Szerszámfej nem mérhető állapotváltozóinak becslése Kálmán-szűrő és modális illesztő segítségével

Konzulens: Dr. Dombóvári Zoltán, adjunktus

11:00 Szaksz Bence Máté

Inga paraméteres gerjesztése nehézségi erő kompenzációval

Konzulens: Dr. Stépán Gábor, egyetemi tanár

11:20 Fodor Gergő

Sztokasztikus folyamat illesztése mért jelekre

Konzulens: Sykora Henrik, doktorandusz

11:40 Kilián Dániel, Ferenczi Ivett

Nagy sebességű 3D nyomtató rezgéstani analízise

Konzulensek: Dr. Bachrathy Dániel, adjunktus
Erdősné Sélley Csilla, mesteroktató

Harmonikusan gerjesztett megmunkáló szerszám késleltetett differenciálegyenletének vizsgálata

(Analysis of harmonically excited delay differential equation for machine tool vibrations)

Lelkes János MSc
jani1234321@gmail.com

Konzulens: Dr. Kalmár-Nagy Tamás, egyetemi docens, Áramlástan Tanszék

Egy megmunkáló szerszámra különböző gerjesztések hatnak. Ezen gerjesztések forrása lehet a megmunkált munkadarab kiegyensúlyozatlansága, excentrikussága, vagy maga a forgácsképződés.

A dolgozatban a klasszikus egyszabadságfokú szerszámgép modellt [1] vizsgáltuk, amelyet egy késleltetett differenciál egyenlet ír le négyzetes és köbös nemlinearitásokkal. Ezen egyenletet harmonikus gerjesztéssel egészítettük ki.

A multiple scale [2] módszert alkalmazva meghatároztuk a rezgés amplitúdóját és fázisát leíró elsőrendű differenciálegyenleteket.

Ezen differenciálegyenleteknek elvégeztük a két paraméteres bifurkáció vizsgálatát Matcont [3] segítségével. A vizsgálat során szub- és szuperkritikus Hopf, nyereg-csomó, Bautin és Bogdanov-Takens bifurkációkat figyelhettünk meg.

A lokális és globális bifurkációkat fázisportrékkal és az eredeti egyenlet numerikus integrálásával is szemléltettük. Ezen analízissel bemutattuk a rendszer gazdag dinamikai viselkedését.

Irodalom:

- [1] Kalmár-Nagy, T., Stépan, G. (2001) Subcritical Hopf bifurcation in the delay equation model for machine tool vibrations. *Nonlinear Dynamics* 26, 121-142 (2001)
- [2] Nayfeh, A. H. (2008) Order reduction of retarded nonlinear systems - the method of multiple scales versus center-manifold reduction. *Nonlinear Dynamics*, 51(4), 483-500.
- [3] Dhooge, A., Govaerts, W., Kuznetsov, Y. A., Meijer, H. G. E., Sautois, B. (2008) New features of the software MatCont for bifurcation analysis of dynamical systems. *MCMDs* 2008, Vol. 14, No. 2, pp 147-175

Vontatmányok kigyózása, pattogása, felborulása (Snaking, rocking and rollover of towed vehicles)

Horváth Hanna Zsófia MSc
horvath.hanna.zsofia@gmail.com

Konzulens: Dr. Takács Dénes, egyetemi docens, Műszaki Mechanikai Tanszék

A vontatmányok (pl. haszongépjármű pótkocsik, utánfutók) stabilitásvesztése a közúti közlekedésben komoly veszélyforrást jelent. Bizonyos körülmények esetén (pl. rosszul megválasztott rakomány elhelyezés, túl nagy sebesség) az egyenes vonalú mozgás lineáris stabilitásvesztésének következtében úgynevezett kigyózó mozgás jelenik meg (ld. [1]), amely mozgás akár a vontatmány pattogó mozgásához is vezethet. Az egyik kerékről a másikra történő pattogás egyik potenciális kimenetele a vontatmány felborulása. A jelenség nagyban hasonlít a kétkerekű bőröndök pattogó mozgására (ld. [2-3]), mindemellett a vizsgálathoz szükséges mechanikai modellek is nagy hasonlóságot mutatnak.

A dolgozat célja, hogy a korábbi kutatásokban használt pattogó bőrönd mechanikai modelljét felhasználja a vontatmányok stabilitásvesztésének vizsgálatára. Ehhez, a bőrönd esetén alkalmazható pontszerű kerék-talaj kapcsolatot a Pacejka gumikerék modelljével (ld. [4]) helyettesítjük. Mindemellett természetesen a kerékfelfüggesztés rugalmasságát és csillapítását is figyelembe vesszük a modellben.

A vontatmányok mozgásának vizsgálatát az teszi izgalmassá, hogy a különböző mozgásállapotok (egyik, ill. másik keréken való gördülés, két keréken való gördülés, valamint a kerék-talaj kapcsolat nélküli eset) leírásához más-más mozgásegyenlet szükséges, így egy nem-sima rendszerről beszélhetünk. Az egyes mozgásállapotok között kapcsolások szimulációs környezetben való megvalósítása komplex feladat.

A dolgozatban a mozgásegyenletek levezetése és implementálása után, numerikus szimulációk segítségével határozzuk meg a kezdeti feltételek, valamint egyes paraméterek (tömegközéppont helye, vontatmány szélessége és hosszúsága, stb.) hatását a stabilitásra. Célunk, hogy felderítsük azon veszélyes paramétertartományokat, melyekben a stabil egyenes vonalú mozgás mellett a vontatmány felborulásával járó nagy amplitúdójú mozgás is megjelenhet.

Irodalom:

- [1] Troger, H. and Zeman, K.: A nonlinear-analysis of the generic types of loss of stability of the steady-state motion of a tractor-semitrailer. In: Vehicle System Dynamics 13(4), 161–172. 1984.
- [2] Suherman, S., Plaut, R.H., Watson, L.T., Thompson, S.: Effect of Human Response Time on Rocking Instability of a Two-wheeled Suitcase. In: Journal of Sound and Vibration, 207 (5). 617-625. 1997.
- [3] Facchini, G., Sekimoto, K., Courrech du Pont, S.: The rolling suitcase instability: a coupling between translation and rotation. In: Royal Society, 473(2202). 2017.
- [4] Pacejka, H.B.: Tyre and Vehicle Dynamics, Elsevier Butterworth-Heinemann, Oxford, 2002.

Nemlineáris dinamikai rendszerek megoldásának közelítése és stabilitásvizsgálata Carleman linearizálási módszerével

(Stability analysis of nonlinear dynamical systems and their approximate solutions via Carleman embedding technique)

Hubay Csanád Árpád MSc
hubay.csanad@gmail.com

Konzulens: Dr. Kalmár-Nagy Tamás, egyetemi docens, Áramlástan Tanszék

A TDK dolgozat középpontjában egy a 19. század első felében publikált [1] linearizálási módszer áll, az ún. Carleman linearizáció. Ennek lényege, hogy az adott (analitikus nemlinearitásokkal rendelkező) autonóm rendszert leíró differenciálegyenlete(ke)t felbonthatjuk egy végtelen számú közönséges lineáris differenciálegyenletből álló egyenletrendszerre. Elsőként, az eljárás alapos megértése érdekében Steeb [2] munkáit tanulmányoztuk, és ezek alapján sikerült a Duffing oszcillátor viselkedését leíró egyenlet, valamint egy öngerjesztett nemlineáris rendszert közelítenünk.

Tsiligiannis és Lyberatos a fent leírt módszert továbbfejlesztette és lineáris algebrai eszközök felhasználásával két tételt vezettek be és bizonyítottak [3]. A Hopf bifurkáció kialakulásának szükséges és elégséges feltételét sikerült megfogalmazni ezekben a tételben, adott rendszerhez tartozó Carleman mátrix tulajdonságaira vonatkozóan. Eredményük szerint a vizsgált rendszer első Poincaré-Ljapunov konstansa, a Carleman mátrix általánosított nullvektorában megjelenik. Ennek nyomán sikerült megállapítanunk, analitikus számításokkal, hogy a Carleman mátrix (többszörös) nulla sajátértékének algebrai és geometriai multiplicitása kapcsolatban van a Poincaré-Ljapunov konstansok értékével (megegyeznek-e nullával vagy sem). Ezután Carleman mátrix segítségével a rendszer megoldásának közelítését vizsgáltuk meg, melyben ugyancsak megjelennek a Poincaré-Ljapunov konstansok (a közelítés rendjétől és a konstansok értékétől függően).

A dolgozat kidolgozása során számos kérdés merült fel a módszerrel kapcsolatban, valamint széleskörű alkalmazási lehetőségeket fedeztünk fel, ezek alapján számos célt határoztunk meg a jövőre nézve. Többek között szeretnénk tanulmányozni és alkalmazást nyújtani nemhiperbolikus egyensúlyi pontokkal rendelkező rendszerek vizsgálatára. Emellett alkalmazni szeretnénk a Carleman linearizációt további esetek, különböző bifurkációinak (nyeregpon, pitchfork, Hopf) vizsgálatára.

A fentebb leírtak alapján azt gondoljuk, hogy a Carleman linearizáció egy elfeledett, azonban hasznos módszer. Egyszerűen használható nemlineáris rendszerek közelítő megoldásainak előállítására és bifurkáció analízisre egyaránt.

Irodalom:

- [1] Carleman, T. Application de la théorie des équations intégrales linéaires aux systèmes d'équations différentielles non linéaires. Acta Mathematica, vol. 59, no. 1, 63–87 (1932).
- [2] Kowalski, K. and Steeb, W.-H. Nonlinear dynamical systems and Carleman linearization. (World Scientific, 1991).
- [3] Lyberatos, G. and Tsiligiannis, C. A. A linear algebraic method for analysing Hopf bifurcation of chemical reaction systems. Chemical engineering science, vol. 42, no. 5, 1242–1244 (1987).

Nemlineáris aeroelasztikus rendszer vizsgálata (Analysis of nonlienear aeroelastic system)

Lelkes János MSc
jani1234321@gmail.com

Konzulens: Dr. Kalmár-Nagy Tamás, egyetemi docens, Áramlástan Tanszék

A dolgozatban egy két szabadsági fokú nemlineáris aeroelasztikus rendszert vizsgáltunk [1]. Az aerodinamikai erőket szakaszosan lineáris, köbös vagy magasabb fokú függvényekkel modelleztük. Ezen aeroelasztikus rendszeren megfigyeltük a flutter jelenségét, mely során hajlító- és csavarórezgésbe kerülő szárny, az áramlástól kölcsönzött energiával gerjesztődik. Meghatároztuk a stabilitásvesztéshez tartozó kritikus szélesebséget.

A kritikus szélesebség értékének növelése, illetve a nemkívánatos öngerjesztett rezgések amplitúdójának csökkentése érdekében lineáris, nemlineáris és ütközéses (vibro-impact) rezgéscsillapítókat alkalmaztunk és elemeztük a hatékonyságukat [2,3].

A dolgozat az Emberi Erőforrások Minisztériuma UNKP-18-2-I kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült.

Irodalom:

- [1] Kalmár-Nagy, T., Csikja, R., & Elgohary, T. A. (2016). Nonlinear analysis of a 2-DOF piecewise linear aeroelastic system. *Nonlinear Dynamics*, 85(2), 739-750.
- [2] Lee, Y. S., Vakakis, A. F., Bergman, L. A., McFarland, D. M., Kerschen, G., Nucera, F., & Panagopoulos, P. N. (2008). Passive non-linear targeted energy transfer and its applications to vibration absorption: a review. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part K: Journal of Multi-body Dynamics*, 222(2), 77-134.
- [3] Tripathi, A., Grover, P., & Kalmár-Nagy, T. (2017). On optimal performance of nonlinear energy sinks in multiple-degree-of-freedom systems. *Journal of Sound and Vibration*, 388, 272-297.

Szerszámfej nem mérhető állapotváltozóinak becslése Kálmán-szűrő és modális illesztő segítségével

(Prediction of the non measurable state variables of the cutting tool with Kalman-filter and modal fitting)

Lovász Zoltán MSc
infohazileadas@gmail.com

Konzulens: Dr. Dombóvári Zoltán, adjunktus, Műszaki Mechanikai Tanszék

Jelen dolgozatban az előző TDK dolgozataimban szereplő témákat (Kálmán-szűrő alkalmazása mechanikai rendszerekben, Út az automatikus görbeillesztés felé) fuzionálva, egy olyan becslő algoritmust kerül fejlesztésre, amely képes a szerszámfej, forgácsolás közben nem mérhető helyén, annak állapotváltozóira (elmozdulás, sebesség, gyorsulás) jó becslést adni, mindezt Kálmán-szűrőbe épített modális illesztő algoritmus segítségével.

Kálmán-szűrő a legismertebb lineáris szűrő jó tulajdonságai és könnyű algoritmizálhatósága miatt. Jó tulajdonságai közé tartozik egyrészt, hogy általa az elméletileg elérhető legjobb becslés tehető a rendszer állapotváltozóira, ugyanis a szűrő a négyzetes hibák összegét minimalizálva teszi meg a becslést az állapotváltozók új értékeire. Másrészt a Kálmán-szűrő a nem mérhető állapotváltozókat is becsli, mindezt szintén az elméletileg elérhető legpontosabban. A Kálmán-szűrő algoritmus működéséhez dinamikai modellre és mérésre van szükség. Ebben az esetben a modell a szerszámfejen végzett modális analízis, majd a modális illesztővel felépített dinamikai modell, amely leírja a szerszámfej különböző pontjain végzett erő gerjesztés és az állapotváltozók válaszainak kapcsolatát (receptancia, mobilitás, inertancia), beleértve a szerszámfej azon helyeit, amelyek forgácsolás során nem mérhetők. Az így kialakított modellt, valamint a forgácsolás során a szerszámfej mérhető helyein a gerjesztéseket mérve, olyan Kálmán-szűrő algoritmus építhető, amely képes a nem mérhető helyeken a szerszámfej állapotváltozóinak becslésére a forgácsolási folyamat során.

Az ily módon becsült állapotváltozókat egy megfelelően felépített szabályozó körön keresztül visszacsatolva olyan szabályozás valósítható meg, amelyben a szerszámfej végén szabályozásra kiválasztott állapotváltozó hangolható úgy, hogy az a forgácsolási folyamatot kedvezőbbé, jobbra tegye.

Irodalom:

- [1] Kalman Rudolph Emil, A New Approach to Linear Filtering and Prediction Problems, Transactions of the ASME-Journal of Basic Engineering, Vol. 82, Series D, Pages 35-45, 1960.
- [2] Mark H. Richardson & David L. Formenti, Parameter estimation from Frequency Response Function Using Rational Fractional Polynomials, 1st IMAC Conference, 1982

Inga paraméteres gerjesztése nehézségi erő kompenzációval **(Parametric excitation of a pendulum subjected to weight compensation)**

Szaksz Bence Máté MSc
szaksz.bence@gmail.com

Konzulens: Dr. Stépán Gábor, egyetemi tanár, Műszaki Mechanikai Tanszék

Ismert népi játék az ingás jóslás, amikor egy fonálra akasztott gyűrű mozgását figyelik, miközben a fonál végét a vizsgált személy kezében hosszan kell, hogy megtartsa. Az inga egy idő után elkezd lengeni, és vagy síkbeli ingaként, vagy körív mentén, gömbingaként mozog. Az, hogy melyik mozgás alakul ki, melyik stabilizálódik, véletlenszerűnek tűnik. Ez a jelenség adta az ötletet egy matematikai modell felépítéséhez, amivel megpróbáljuk leírni, hogyan is működhet agyunk mozgásszabályozása egy olyan esetben, amikor kezünknek egy tehetetlen tömeget kell egy adott pontban tartania.

A gömbinga az egyik legegyszerűbb rezgő szerkezet, viszont megfelelő gerjesztés esetén mozgása akár kaotikus is lehet. Ez például akkor fordulhat elő, amikor az inga felfüggesztési pontját paraméteresen gerjesztik, ami a szakirodalomban már ismert jelenség. A jelen dolgozatban emberi gerjesztés hatására rezgő ingát vizsgálók.

Az emberi pozicionálás legegyszerűbb matematikai modelljeként a PD szabályzót szokták alkalmazni. Az inga felfüggesztési pontját tartó ember a szabályozást gravitációs térben végzi, így nehézségi erő kompenzáció is szükséges. A nehézségi erőterben való pozicionálást leíró differenciálegyenletben figyelembe veszem, hogy az ember csak késéssel tud reagálni, és érzékszervei sem tökéletesek, véges pontosságúak, bizonytalansági tartománnyal rendelkeznek.

Dolgozatom első részében ismertetem a szakirodalomban fellelhető súlykompenzálást tartalmazó pozíciószabályozási módszereket. Kiválasztom a legegyszerűbb alkalmazható szabályzót, amelynek meghatározom stabilitási diagramjait az emberi reakcióidő figyelembe vételével. A stabilitási határokat numerikus szimulációval ellenőrzöm. A modellbe illeszttem az érzékelési bizonytalanságot jellemző, holttérből adódó nemlinearitást is. Végül meghatározom a gömbinga nemlineáris mozgásegyenletét felfüggesztési pontjának parametrikus gerjesztése esetén.

A dolgozat második részében összezsomolom a két rendszert és megvizsgálom az inga mozgását emberi gerjesztés hatására. Mivel a rezgések nemlineárisak, ezért numerikus szimulációt készítek a leírásukhoz.

Irodalom:

- [1] Gábor Stépán, John G. Milton, Tamas Insperger: Quantization Improves Stabilization of Dynamical Systems With Delayed Feedback, Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science, 27, 114306 (2017)
- [2] László Bencsik: Position Control of the ACROBOTER platform, TDK dolgozat (2010)
- [3] Leung A. Y. T, Kuang J. L., On the Chaotic Dynamics of a Spherical Pendulum with a Harmonically Vibrating Suspension, Nonlinear Dynamics, 43, 3, 213-238. (2006)

Sztochasztikus folyamat illesztése mért jelekre **(Stochastic process fitting on measured signals)**

Fodor Gergő BSc
fodorgera@gmail.com

Konzulens: Sykora Henrik, doktorandusz, Műszaki Mechanikai Tanszék

A mérnöki munka szerves része, hogy folyamatokat jellemezzünk, modellezünk. Sokszor ezt determinisztikus modellekkel tesszük (pl.: determinisztikus differenciálegyenletek), valamint méréseket végzünk, hogy a különböző paraméterekről információt szerezzünk. A paraméterek értékét ezen mérések átlaga adja és ettől az átlagtól mért eltéréseket a mérési pontatlanságnak tekintjük. De mit tehetünk, ha azt feltételezzük, hogy a mért jel zajossága nem mérési hiba, hanem a mérendő mennyiség jellemzője?

Ebben az esetben célszerű a vizsgált mennyiséget egy időben változó folyamattal közelíteni és azt a folyamatra jellemző paraméterekkel leírni. Ennek a zajfolyamatnak a leírására a legtöbb esetben szükség van valamilyen zajmodellre.

Ha veszünk egy véletlen változót, amelynek értéke időben változik, akkor azt már függvényként értelmezzük és sztochasztikus folyamatnak nevezzük. Egy ilyen folyamat jól jellemezhető az eloszlásával, várható értékével, szórásával és teljesítményspektrumával, melyek stacionárius - és ergodikus folyamatok esetén jól meghatározhatók.

A TDK munka során ezeket az ismereteket használjuk fel, hogy szimulált és mért jelekre sztochasztikus (zajjal terhelt) folyamatot illesszünk és értékeljük ennek sikerességét.

Nagy sebességű 3D nyomtató rezgéstani analízise
(Vibration analysis of high speed 3D printer)

Kilián Dániel MSc, Ferenczi Ivett MSc
dani35610@gmail.com, iwy1721@gmail.com

Konzulensek: Dr. Bachrathy Dániel, adjunktus, Műszaki Mechanikai Tanszék
Erdősné Sélley Csilla, mesteroktató, Gép- és Terméktervezés Tanszék

A dolgozatunk egy nagy sebességű 3D nyomtató gép vizsgálatáról szól, melynél nagyobb sebességeken rezonancia jelenségeket lehet megfigyelni. A gép főként spirális alak nyomtatásakor tért el az előre definiált nyomtatási úttól. A dolgozat célja elsősorban egy megfelelő mechanikai modell megalkotásának, és a gép teljes körű rezgéstani vizsgálatának bemutatása.



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

ANYAGTUDOMÁNY ÉS TECHNOLÓGIA 1.

Helyszín: MT épület ATT Anyagvizsgáló laboratórium
Időpont: 2018. november 14. 9:00
Elnök: Dr. Orbulov Imre Norbert, egyetemi docens, tanszékvezető helyettes
Titkár: Kovács Dorina, doktorandusz
Tag: Dr. Katula Levente Tamás, adjunktus
Dr. Éva András, c. egyetemi docens

9:00 Szabó András, Toldi Ákos

Középkori horvát kések metallográfiai vizsgálata

Konzulens: Dr. Thiele Ádám, adjunktus

9:20 Kemény Dávid Miklós, Károly Péter Balázs

Mágneses erővel felülethengerelt C45 acél korróziós vizsgálata

Konzulensek: Károly Dóra, tanársegéd,
Kovács Zsolt Ferenc, doktorandusz (GTT)

9:40 Szabó Annamária

Nitridált acélok rétegvizsgálata különböző maratási eljárásokkal

Konzulens: Kovács Dorina, doktorandusz

10:00 Kis Szabolcs, Kincses Domonkos

A töltőanyag és a gyártási paraméterek hatása a szintaktikus fémhabok szerkezeti és mechanikai tulajdonságaira

Konzulens: Szlancsik Attila, doktorandusz

10:20 Szünet

10:40 Kemény Alexandra, Leveles Borbála

A hőmérséklet és az alakváltozási sebesség hatása különböző üvegek töretfelületére

Konzulens: Dr. Katona Bálint, tudományos munkatárs

11:00 Babocsán Dániel

Maradék ausztenit mennyiségének meghatározása korrózióálló szerszámacélokban

Konzulens: Dr. Berecz Tibor, adjunktus

11:20 Tolnai Ferenc

Újrahevítés hatása duplex acél hegesztett varrataira

Konzulens: Varbai Balázs, tanársegéd

11:40 Hajas Miklós, Nagy András

Ponthegeztő berendezés áramkarakterisztikájának meghatározása különböző anyagminőségek esetén

Konzulens: Dr. Májlinger Kornél, adjunktus

Középkori horvát kések metallográfiai vizsgálata (Metallographic inspection of medieval Croatian blades)

Szabó András BSc, Toldi Ákos BSc
szaboandras97@gmail.com, toldiakos@gmail.com

Konzulens: Dr. Thiele Ádám, adjunktus (ATT)

Ha betekintést akarunk nyerni a kovácmesterség rejtelseibe, meg kell vizsgálnunk annak fejlődését. Erre kiváló módszer az archeológiai leletek metallográfiai vizsgálata a múltból, így megismerhetjük a korabeli gyártási eljárásokat, felhasznált anyagokat.

Ezen TDK témája a középkori Turopolje régió három lelőhelyéről származó kések metallográfiai vizsgálatával foglalkozik. Turopolje Zágrábtól délre fekvő régió, melyen több középkori településfeltáró ásatást végeznek. Érdekesség, hogy egyik lelőhelyen sem találtak eddig kovácműhelyt, viszont a vasgyártás során keletkező salakanyagot több ásatási gödörben is találtak. A nagy számú lelet közül egy előzetes röntgenvizsgálat után kilenc kés került kiválasztásra további metallográfiai vizsgálatra.

A pengék fokából és éléből egy-egy mintadarabot választottunk le, melyeket egymás mellé helyezve a teljes keresztmetszetet lefedik. A mintadarabokból bevett eljárást alkalmazva határoztuk meg a kések anyagi jellemzőit, melyekből a kések gyártási eljárásaira és minőségére is következtethetünk.

A kapott eredményeket a korabeli európai országokkal összevetettük. A késeken talált mesterjegyek alapján a kések készítőire is következtethetünk. A régészeti feltárás jelenleg is folyik, ezért a jelenlegi eredmények alapján még nem alkothatunk teljes bizonyossággal képet a térség korabeli pengekovácsolásáról.

Mágneses erővel felülethengerelt C45 acél korróziós vizsgálata (Corrosion test of magnetic force-surface-rolled C45 steel)

Kemény Dávid Miklós MSc, Károly Péter Balázs BSc
kemenydauid@gmail.com, peti.karoly@gmail.com

Konzulens: Károly Dóra, tanársegéd (ATT), Kovács Zsolt Ferenc, doktorandusz (GTT)

A korrózió mint természetes folyamat rövidíti szerkezeteink és gépeink élettartalmát. Habár léteznek korrózióálló anyagok és sokféleképpen tudunk védekezni a korrózió ellen, ezek mind egyre drágábbak és bonyolultabbak. Egy újonnan kifejlesztett szerszám -mágneses síkfelülethengerlő (MABB-Magnetic Assisted Ball Burnishing)- segítségével növelhető a felület keménysége és csökkenthető annak érdessége.

Mivel általánosan elfogadott tény, hogy a felületi és lyukkorrózió kialakulásának egyik legfontosabb tényezője a felületi érdesség és a keménység, így a MABB szerszám alkalmas a korrózióállóság növelésére. A kutatás során vizsgálandó, hogy a síkhengerlés milyen mértékben képes javítani síkmarás után a korrózióállóságot C45 acél esetében. Erre a célra potenciosztátot alkalmazunk, amelynek segítségével a Tafel-görbét tudjuk meghatározni, amelyből pedig kiszámíthatjuk a korróziósebességet.

Nitridált acélok rétegvizsgálata különböző maratási eljárásokkal (Examination of nitrided steels by variable etching techniques)

Szabó Annamária BSc
annamaria.szabo97@gmail.com

Konzulens: Kovács Dorina, doktorandusz (ATT)

Napjainkban a nitridált acélok fázisösszetételének meghatározására első sorban röntgendiffrakciós vizsgálatot alkalmaznak, az egyszerűbb és költséghatékonyabb maratást inkább csak a nitridált réteg vastagságának, a nitridálás sikerességének ellenőrzésére használják. Ennek egyik fő oka a kevés vagy elégtelen kutatás a marószerek hatásainak összehasonlításában, a különféle acélok és maratási idők függvényében.

A kutatásom során hagyományos és elektrokémiai módszerekkel marattam – több, különböző marószert felhasználásával, változó maratási idővel, áramerősséggel és feszültséggel – a felületet. Ezután optikai mikroszkóppal, pásztázó elektronmikroszkóppal, energiadiszipatív röntgenspektroszkópiával és keménységméréssel elemeztem a szövetszerkezetet. Több anyagot is vizsgáltam: ötvöztelen acélt, nemesíthető acélt és ausztenites rozsdamentes acélt.

A kutatás célja olyan marószert, illetve maratási eljárást kidolgozása, amellyel biztonsággal elkülöníthető a diffúziós zóna, az ε - γ' fázisok, ausztenitesített acéloknál pedig a felületi nitrogénben telített ausztenit.

A töltőanyag és a gyártási paraméterek hatása a szintaktikus fémhabok szerkezeti és mechanikai tulajdonságaira

(The effect of space holders and the manufacturing parameters on the structural and mechanical properties of metal matrix syntactic foams)

Kis Szabolcs BSc, Kincses Domonkos BSc
14dkisszabolcs996@gmail.com, domonkos1028@gmail.com

Konzulens: Szlancsik Attila, doktorandusz (ATT)

A kompozit anyagok mára szinte mindenki számára a kimagasló tulajdonságok szinonimái lettek. A fémhabok is ezt a vonalat képviselik, nagy fajlagos szilárdságukkal, kis sűrűségükkel és kiváló energiaelnyelő-képességükkel.

Dolgozatunkban a különböző töltőanyagú szintaktikus fémhabok gyártási módját és annak paramétereinek változtatásával elért különböző mintákat vizsgáljuk. Gyártási eljárásnak a mára már viszonylag elterjedt nyomásos infiltrálást használtuk, amelyhez egy 40x50mm-es zártszelvénybe töltöttük előre az töltőanyagot és a nyomás létrehozásához inert gázként argont használtunk. Minden öntéshez azonos alumínium ötvözetet (Al99,5), töltőanyagként pedig, fém gömbhéjat, kerámia gömbhéjat, perlitet és duzzasztott agyagkavicsot használtunk. Kutatásunk fő tárgya, hogy hogyan befolyásolja az olvadék hőmérséklete és az töltő anyag előmelegítése a fémhab térkitöltési tényezőjét és ezáltal annak szerkezeti és mechanikai tulajdonságait.

A mechanikai tulajdonságokat az ISO13314 szabványban leírtak alapján zömítéssel eljárással mértük. A makro- és mikro szerkezeti tulajdonságokat, mint a kapcsolatot a töltőanyag és a mátrix között, a nem várt porozításokat, vagy a sérült gömbhéjakat pedig fénymikroszkóppal és sztereomikroszkóppal vizsgáltuk. A mátrix és az töltő anyag között az alumínium ömledék reakcióképességéből adódóan létrejöhet egy oldódási átmeneti réteg, amelynek az összetételét és vastagságát pásztázó elektron mikroszkóppal mértük.

A gyártás sikeres volt. A minták sűrűsége a várt változatossággal 1,4-2,2 g/cm³ tartományba esett az alkalmazott töltőanyagnak megfelelően. A zömítő vizsgálatok alapján a plató feszültség a sűrűséggel arányosan 50 MPa-tól 110 MPa-ig terjedt és szoros összefüggésben állt az töltőanyagok tulajdonságaival.

A hőmérséklet és az alakváltozási sebesség hatása különböző üvegek töretfelületére

(Effects of the temperature and the strain rate on the fracture surfaces of different glasses)

Kemény Alexandra MSc, Leveles Borbála BSc
alexandra.kemeny@edu.bme.hu, levelesb@gmail.com

Konzulens: Dr. Katona Bálint, tudományos munkatárs (ATT)

A hétköznapokban számos területen találkozunk üvegből készült alkatrészekkel, tárgyakkal. Ezen anyagok tulajdonságainak vizsgálatával több okból is fontos foglalkozni. Egyrészt biztonságtechnikai célból érdemes vizsgálni különböző üvegek törési mechanizmusait és a kialakult töretfelületeket, amelyre jó példa az autóüvegek viselkedésének vizsgálata esetleges balesetek bekövetkezésekor. Másrészt bűnügyi oldalról is hasznos ismerni az üvegek jellemző tönkremeneteli formáinak megjelenését, amelyből akár következtetni lehet egy-egy eset történéseire [1-2].

Napjainkban a leggyakrabban edzett üveget alkalmazzuk az iparban. Ilyen alapanyagból készülnek nagysebességű vonatok szélvédői, építészeti tartószerkezetek, de akár a mobiltelefonok védelmére szolgáló üvegfóliák is. Sok esetben valamilyen kompozit struktúrát hoznak létre a mechanikai tulajdonságok javítása érdekében [3]. Az üveg mint alapanyag általában nagy nyomószilárdsággal rendelkezik, azonban igen rideg, tehát maradó alakváltozást nem szenved tönkremenetel előtt. Ez azt jelenti, hogy lényegében érzékelhető előjel nélkül következik be a törés.

Dolgozatunkban eltérő tulajdonságú üveg próbatesteket vizsgálunk statikus és dinamikus mérési módszerekkel egyaránt. Hárompontos hajlítóvizsgálatot végzünk különböző hőmérsékleteken, valamint dinamikus terhelésre történő változását is vizsgáljuk az anyagoknak. A méréseket pásztázó elektronmikroszkóppal, sztereomikroszkóppal és nagysebességű kamerával végzett felvételek alapján értékeljük ki.

Irodalom:

[1] Feng ZD et al.: Dynamic damage and fracture of a conductive glass under high-rate compression: A synchrotron based study, *Journal of Non-Crystalline Solids*, vol 494, 40-49 (2018)

[2] Huang J et al.: A study on correlation of pedestrian head injuries with physical parameters using in-depth traffic accident data and mathematical models. *Accident Analysis and Prevention*, vol 119, 91-103 (2018)

[3] Peng Y. et al.: Investigation of the fracture behaviors of windshield laminated glass used in high-speed trains. *Composite Structures*, vol. 207, 29-40 (2019)

Maradék ausztenit mennyiségének meghatározása korrózióálló szerszámacéloknál

(Determination of the amount of retained austenite in stainless tool steels)

Babocsán Dániel BSc
babocsand@gmail.com

Konzulens: Dr. Berecz Tibor, adjunktus (ATT)

Az általam vizsgált dohányipari szerszámok esetén rendkívül fontos a méretpontos gyártás, mivel ezek közvetlenül a töltött, végtelenített cigarettákat sodorják, ragasztják, úgy, hogy közben a cigaretta bennük akár 400m/perc sebességgel fut át, így a legkisebb méreteltérés is nagymennyiségű selejttermeléshez, leálláshoz vezet, ami rendkívül költséges.

Ezen szerszámok, úgynevezett „format” alkatrészek korrózióálló szerszámacélokból készülnek, amiknek az edzésekor a magas ötvöztartalom miatt az Mf (martenzit finish) hőmérséklet a szobahőmérséklet alatt van, így a martenzites átalakulás nem tud a megszokott körülmények között lezajlani, maradék ausztenit fázis lesz jelen a hőkezelés után a munkadarabban. Ez a maradék ausztenit (γ) fázis a felhasználás során fellépő igénybevételek hatására átalakulhat „alakítási martenzitté” (α'), azaz a felületen középpontos köbös (FKK) rácsból térben középpontos köbös (TKK) lesz, ezáltal hozzávetőlegesen 9%-os térfogati növekedés lép fel. A növekedés mértéke makroszkopikusan is jelentős, a szerszám használhatatlanná válik. Szakirodalmi források szerint mélyhűtéssel csökkenthető a maradék ausztenittartalom a hőkezelési folyamat részeként, így az átalakulás nem a felhasználónál, hanem kontrolált keretek között zajlik le.

A tanulmányban a cél a három különböző minőségű szerszámacél (Böhler K110, Böhler M390, Crucible CPM420V) esetén a mélyhűtés konkrét hatásának vizsgálata a maradék ausztenittartalomra. Három elterjedt vizsgálati mód létezik, a metallográfiai vizsgálat, a mágneses vizsgálat, ahol a ferrit és martenzittartalom ferromágneses tulajdonságát kihasználva meghatározható az ausztenittartalom, illetve a röntgendiffrakciós eljárás. A tanulmányban a legkisebb műszerezettségi igénye miatt a metallográfiai vizsgálatot választottam.

A tanulmány során kiderült, hogy ezekhez az anyagokhoz a Nital nem megfelelő marószert, nem fedi fel a szövetszerkezetet, így szakirodalmi forrásokra alapozva a Beraha's CdS színes maratószerrel folytattam a vizsgálatot, aminek eredményeképpen kiderült, hogy mindhárom alapanyagtípus esetén csökkenti a mélyhűtés a maradék ausztenittartalmat.

Pontosabb vizsgálati eredményekért a mágneses és a röntgendiffrakciós eljárásra is szükség van a jövőben, hogy tervezni is lehessen a méretváltozással, ezen tanulmány hatására nagymennyiségű szerszám gyártástervezésébe fel lett véve a mélyhűtőszekrény alkalmazása.

Újrahevítés hatása duplex acél hegesztett varrataira (Effects of reheating for welded seams of duplex)

Tolnai Ferenc BSc
ferenctolnai1@gmail.com

Konzulens: Varbai Balázs, tanársegéd (ATT)

Napjainkban egyre nagyobb szerepet kapnak a duplex acélok az anyag szerkezetében rejlő tulajdonságaik miatt [1]. A duplex acélok szövetszerkezete 30-60 százalékban ferritből, míg a fennmaradó rész ausztenitből épül fel. Ez az arány jó szilárdságot biztosít a ferrit tartalma, kedvező szívóssági tulajdonságot és kis átmeneti hőmérsékletet az ausztenit jelenléte miatt [2].

Számos ötvöző található a duplex acélokban. Ezen ötvözők mennyiségének változtatásával érhetőek el egyre jobb és jobb tulajdonságok. Ugyanakkor az acél hegesztésekor a különböző hőmérsékletek miatt egyes ötvözők kiválhatnak, ami a későbbiekben nem kívánt hatásokat idézhet elő.

Kutatásom során én is ezen kiválások egyikét, a nitridek megjelenését és azok hatásait vizsgáltam. Továbbá megvizsgáltam a hegesztés mentén a szövetszerkezeti változásokat, valamint a szövetszerkezet és a nitrid kiválási helye közötti összefüggést. A varraton belüli és a hőhatásövezetben a hűlési sebességre és kiértékelésének módjára is nagy hangsúlyt fektettem.

Az elektrokémiai maratásról, mint a nitrid megmutatásának legegyszerűbb és legjobb módjáról, valamint a különböző oldatokról és azok alkalmazhatóságáról is szót ejtek.

**Ponthegesztő berendezés áramkarakterisztikájának meghatározása
különböző anyagminőségek esetén**
**(Determination of current characteristics of spotwelding equipment for
different material grades)**

Hajas Miklós BSc, Nagy András BSc
hajasmiki@gmail.com

Konzulens: Dr. Májlinger Kornél, adjunktus (ATT)

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Anyagtudomány és Technológia Tanszékének ellenálláshegesztő laboratóriumában található egy ponthegesztő berendezés, melyhez egy PEI-POINT PX1500P típusú áramforrás tartozik. Ezen áramforráshoz a gyártó nem ad meg konkrét kimeneti áramértékeket, illetve nem is azok állíthatók be, hanem csupán a teljesítményt tudjuk állítani egy 0-99-ig tartó relatív skálán. Emiatt a tényleges áramértékek hegesztéskor nem ismertek, pedig ezek elengedhetetlenek a technológiai paraméterek megadásakor.

Elsődleges célunk volt a korábban felvett áramkarakterisztika görbék felülvizsgálata egy pontosabb műszer segítségével. A mérési feladatot egy a REHM Kft. által rendelkezésünkre bocsátott ipari számítógéppel ellátott mérőberendezés segítségével végeztük el. A mérés folyamán a korábban kapott és az újonnan felvett karakterisztika görbéket hasonlítottuk össze, valamint a korábbi méréssorozat kibővítéseként a hegesztési feszültséget is mértünk. Az így meghatározott feszültségértékek birtokában már lehetőségünk van az ellenállás ponthegesztés során a hőbevitel számítására.

Második célunk volt az első mérési sorozatunk kiterjesztése. Korábbi méréseinket S235JR anyagminőségű, 1-4 mm-es lemezvastagságok esetén végeztük. Az így felvett áramgörbék, bár a jelleget jól mutatják, mégsem szolgálnak elégséges mennyiségű információval, hiszen a berendezésen végzett hegesztési feladatok túlnyomó része ettől eltérő anyagminőségű és lemezvastagságú alanyon történik. Ezért az aktuális mérési sorozatunkba 0,5; valamint 0,8 mm-es lemezvastagságú és ötvöztet alanyagokon készült mérések is helyet kaptak.

Az áramforrás teljesítményét mérési pontonként 5 osztásértékkal növeltük az 1-es pontról indulva mivel értelemszerűen a 0 álláshoz a 0 áramérték tartozik, így nem folyik áram. Az áramméréssel egybekötve történt a hegesztési feszültségértékek rögzítése is.

Az így kapott adatokat kiértékeljük és a mért pontokra statisztikai görbéket illesztettünk mellyel megkaptuk az áramforrás által ténylegesen leadott áram - beállított érték karakterisztikát. Ezen grafikonok, nomogramok alapján, a különböző lemezvastagságokra meghatározható az adott gépbeállításához tartozó ténylegesen a munkadarabon átfolyó áram nagysága. Így az említett berendezés minden a hegesztés szempontjából lényeges technológiai változójához, melyeket az eddigiekben csak százalékos vagy periódus értékben tudtunk szabályozni, numerikus, valós SI mértékegységben meghatározható értéket tudunk rendelni, valamint a feszültségértékek birtokában hegesztési hőbevitel számítására is van lehetőségünk.



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

ANYAGTUDOMÁNY ÉS TECHNOLÓGIA 2.

Helyszín: MT épület ATT Könyvtár
Időpont: 2018. november 14. 9:00
Elnök: Prof. Szabó Péter János, egyetemi tanár, tanszékvezető
Titkár: Varbai Balázs, tanársegéd
Tag: Dr. Májlinger Kornél, adjunktus
Dr. Reé András, c. egyetemi docens

9:00 Renkó József Bálint, Kóti Dániel

Melegen hengerelt 5182 alumíniumötvözet mechanikai tulajdonságainak változtatása többirányú kovácsolás alkalmazásával

Konzulensek: Prof. Krállics György, egyetemi tanár (Miskolci Egyetem),
Dr. Bereczki Péter (Arconic-Köfém Kft.)

9:20 Kemény Alexandra

Plazmanitridálás hatása különböző fémek korróziós tulajdonságaira

Konzulensek: Kovács Dorina, doktorandusz,
Károly Dóra, tanársegéd

9:40 Renkó József Bálint

Gömbgrafitos öntöttvas színes maratásának valós idejű megfigyelése

Konzulensek: Dr. Bonyár Attila, egyetemi docens (ETT)
Dr. Szabó Péter János, egyetemi tanár
Kovács Dorina, doktorandusz

10:00 Kemény Dávid Miklós

A VVER-1200-as reaktortartály acél ötvözoinek és szennyezőinek szerepe az anyag öregedésben és a mechanikai tulajdonságaiban

Konzulens: Dr. Orbulov Imre Norbert, egyetemi docens

10:20 Szünet

10:40 Kemény Dávid Miklós

Additívan gyártott alapanyagok korróziós vizsgálata különböző ipari környezetekben

Konzulens: Károly Dóra, tanársegéd

11:00 Pálfi Nikolett

Többkomponensű Al₁₆Ti₁₆Ni₁₆Cu₁₆Ag₁₆Sn₁₆ ötvözet mikroszerkezetének és korróziós tulajdonságainak vizsgálata

Konzulensek: Dr. Berecz Tibor, adjunktus
Dr. Fazakas Éva, kutató

11:20 Kiss László

A szabályozott anyagátvitelű hegesztő eljárások csoportosítása az alkalmazhatóságaik alapján, valamint a PMC eljárás esetében a beolvadás stabilizátor funkció vizsgálata hosszirányú hernyóvarratos csiszolaton

Konzulens: Dr. Májlinger Kornél, adjunktus

11:40 Tóth Tamás Krisztián

A technológiai változók mikroszerkezetre gyakorolt hatásának vizsgálata Direct Metal Laser Sintering típusú additív gyártás esetén

Konzulens: Pammer Dávid, tanársegéd

Plazmanitridálás hatása különböző fémek korróziós tulajdonságaira (The effects of plasma nitriding on the corrosion properties of different metals)

Kemény Alexandra MSc
alexandra.kemeny@edu.bme.hu

Konzulensek: Kovács Dorina, doktorandusz (ATT), Károly Dóra, tanársegéd (ATT)

Nitridált alkatrészeket széles körben alkalmaznak az iparban. A nitridálás során kialakuló kemény, kopásálló réteg fogaskerek, dugattyúk, görgők és orvostechnikai eszközök alkalmazásánál is fontos szereppel bír az élettartam növelésében. A plazmanitridálás egy termokémiai felületkezelő eljárás, amely számos előnnyel rendelkezik a hagyományos nitridálási eljárásokhoz képest. A pozitív töltésű ionok a munkadarab felé gyorsulnak, majd a felületbe csapódás során átadódó energia felmelegíti a munkadarab felületét, így a részecskék fénykisülés mellett abszorbeálódnak.

Kutatásom során korróziós méréseket végeztem plazmanitridált 42CrMo4 valamint Ti-6Al-4V ELI alapanyagú próbatesteken. A korróziós ellenállás mérésére általában potenciodynamikus méréseket végeznek. Ezek során adott oldatban adott feszültséget vezetnek a próbatestre, majd a kimenő adatokat úgynevezett Tafel-görbén ábrázolják. Az alkalmazott oldatok igen széles skálán mozognak, emberi nyáltól kezdve, fiziológiás sóoldaton át egészen akár a salétromsavig vagy kénsavig is terjedhetnek. Nyilvánvalóan a felhasznált oldat kiválasztásánál fontos szerepet játszik, hogy milyen alkalmazási területre szánják később a vizsgált anyagot. Különböző módszerekkel előkészített anyagok korróziós tulajdonságai azonos körülmények között végzett potenciodynamikus mérésekkel jól összehasonlíthatók [1,2].

Jelen dolgozatomban a különböző módokon kezelt próbatestek korróziós viselkedését vizsgálom a szabványnak megfelelő paraméterekkel. Referenciaként nem nitridált próbatestek korróziós tulajdonságait is megvizsgálom. A mérések kiegészítéseképpen sztereomikroszkópos és pásztázó elektronmikroszkópos felvételeket is készítek a minták felületéről.

Irodalom:

- [1] Samanta A, Bhattacharya M, Ratha I, et al. Nano- and micro-tribological behaviours of plasma nitrided Ti6Al4V alloys. J Mech Behav Biomed Mater. 2018;77:267-294.
- [2] Zhang Y, Addison O, Yu F, et al. Time-dependent enhanced corrosion of Ti6Al4V in the presence of H2O2 and albumin. Sci Rep. 2018 Feb 16;8(1):3185.

**A technológiai változók mikroszerkezetre gyakorolt hatásának vizsgálata
Direct Metal Laser Sintering típusú additív gyártás esetén
(Investigation of effects of technological parameters on the microstructure
in Direct Metal Laser Sintering Additive Manufacturing)**

Tóth Tamás Krisztián MSc
toth.tomi94@gmail.com

Konzulens: Pammer Dávid, tanársegéd (ATT)

Az elmúlt évtizedekben megnőtt az igény, különösen a repülőgép- és az űriparban, az autópárházban és az orvostechikában, a komplex struktúrájú, esetenként drága és nehezen megmunkálható alapanyagokból készülő alkatrészek gazdaságos gyártására. Az additív gyártás (additivemanufacturing: AM) lehetőséget kínál bonyolult geometriájú, sokszor egyedi vagy kis darabszámban gyártott alkatrészek gazdaságos előállítására. A hagyományos, anyagleválasztással dolgozó forgácsoló eljárásokkal szemben az anyagveszteség közel nulla, mivel csak minimális utómunkálatra van szükség, ami különösen a drága és nehezen forgácsolható anyagok esetében teszi rövidebbé és költséghatékonyáa termelést.Ez kimondottan a repülőgépiparban, az úgynevezett nagy BTF (buytofly) aránnyal bíró alkatrészek esetében kritikus. A BTF arány megmutatja, hogy a szükséges kiinduló tömbi anyag tömege hányszorosa a végtermékének. Ez a kis tömegű, de nagy merevséggel bíró, rács- vagy méhsejtszerű alkatrészek esetében elérheti a 15-20-at, azaz nyersdarab 90-95 %-a kerül elforgácsolásra. Továbbá a klasszikus értelemben vett szerszám nélküli gyártásnak köszönhetően lehetőség van olyan geometriák előállítására, amely hagyományos úton, öntészeti vagy képlékenyalakító eljárások alkalmazásával nehezen, vagy egyáltalán nem megoldható. A technológia során egy CAD fájl alapján, vékony anyagrétegek egymás utáni összeolvasztással történik a munkadarab előállítása.

Az additív gyártás számos eljárása közül a kutatásunk során az úgynevezett poralapú (PBF: powder bed fusion) azon belül is a direct metal laser sintering (DMLS) nevű változattal dolgoztunk. A kísérletek során a két legalapvetőbb technológiai változó, a lézerteljesítmény és a pásztázási sebesség került megváltoztatásra. A munkánk célja az volt, hogy meghatározzuk ezen paraméterek mikroszerkezetre gyakorolt hatását. Az eredmények felhasználásával lehetőség nyílik arra, hogy egy adott munkadarab különböző részei vagy rétegei célzottan készüljenek eltérő módon, ezzel befolyásolva annak szilárdsági és felületi tulajdonságait. A különböző gyártási változók használatával például akár egy korrózióállóbb, finomszemcsésebb vagy jobb szilárdságú, esetleg kifáradással szemben jobban ellenálló kéreg előállítására van lehetőség.

Irodalom:

[1] W. O'Neill, C. J. Sutcliffe, R. Morgan, A. Landsborough, K.K. B Hon: Investigation on Multi-Layer Direct Metal Laser Sintering of 316L Stainless Steel Powder Beds

A szabályozott anyagátvitelű hegesztő eljárások csoportosítása az alkalmazhatóságaik alapján, valamint a PMC eljárás esetében a beolvadás stabilizátor funkció vizsgálata hosszirányú hernyóvarratos csiszolaton
(Classification of controlled material transfer welding processes based on applicability, and procedure testing of PMC's penetration stabilizer function on overlay welded joint's macro section)

Kiss László MSc
laci93811@gmail.com

Konzulens: Dr. Májlinger Kornél, adjunktus (ATT)

Az elmúlt években egyre több és több eljárásváltozata jelent meg a huzalelektródás védőgázos ívhegesztésnek, több cég is fejleszt különböző előnyökkel rendelkező technológiákat. Gyakran okoz gondot még akár a hegesztési szakmában jártas mérnököknek is az egyes eljárásváltozatok megkülönböztetése, vagy adott gyártási feladtnál a célnak megfelelő eljárás kiválasztása. Dolgozatom egyik célja ezért a szabályozott anyagátvitel fogalmának tisztázása, valamint több eljárásváltozat bemutatása, alkalmazhatóságuknak összefoglalása.

A szakirodalmi összefoglaló mellett a dolgozatom másik témája a Fronius által kifejlesztett PMC eljárásnál a beolvadás stabilizátor funkció vizsgálata volt. Huzalelektródás ívhegesztésnél a szabadhuzalhossz befolyásolja a kialakuló áramerősséget, és ennek következtében a beolvadási mélységet. A PMC (Pulse Multi Control) eljárásnál a huzalelőtolási sebesség változtatásával állandó értéken lehet tartani az áramerősséget, így a beolvadási mélység is állandó marad. Vizsgálataim célja a Froweld kft. megbízásából a beolvadás stabilizátor ellenőrzése volt PMC Universal, valamint PMC Dynamic eljárásoknál. Mindkét eljárásváltozattal készítettem próbadarabokat egyszer kikapcsolt beolvadás stabilizátorral, és egyszer bekapcsolt stabilizátorral. A hegesztés során a szabadhuzalhosszt egyenletes sebességgel növeltem, az emberi tényezők befolyásoló hatásainak kizárása érdekében a hegesztést egy hegesztőrobottal végeztem. A beolvadási mélység méréséhez felrakóhegesztéssel készített hernyóvarratok hosszirányú csiszolatát vizsgáltam.

A VVER-1200-as reaktortartály acél ötvözőinek és szennyezőinek szerepe az anyag öregedésben és a mechanikai tulajdonságaiban

Kemény Dávid Miklós (Gépészmérnöki mesterképzési szak képzés, mesterképzés (MA/MSc) szak)

Konzulens: Dr. Orbulov Imre Norbert, egyetemi docens (ATT)

Földünk népességszáma napról napra emelkedik, és ezzel együtt párhuzamosan a technológia is folyamatosan fejlődik. Az új technológia egyre több felhasználóhoz eljut, amelynek köszönhetően az energiaszükséglet is nő. Ennek egyik megoldása, atomerőmű létesítése. Ennek segítségével nagy mennyiségű villamosenergiát tudunk generálni, ezáltal kielégítve a fogyasztók egyre növekvő igényét. Amellett, hogy egy folyamatos energiaellátást biztosít az atomerőmű, a környezetvédelem szempontjából is igen kedvező, hiszen az üzemelése során nem jut a levegőbe CO₂, a ma működő fosszilis energiahordozókat felhasználó erőművekkel szemben.

Magyarországon jelenleg egy atomerőmű üzemel, Pakson. A Paksi Atomerőmű 4 blokkja egyenként 500 MW teljesítményre képesek. A blokkok az üzemidő-hosszabbítást követően további 20 évig üzemelhetnek, majd ezt követően előírási szabályoknak megfelelően le kell állítani, és a radioaktív anyagokat megfelelően kell kezelni. Ennek következtében Paks II. keretein belül 2007-től elkezdődött az újabb atomerőmű tervezése, kivitelezése.

Paks II. atomerőmű esetén 2 blokk fog üzemelni. Ezek a blokkok VVER-1200-as (vízzel moderált, vízhűtésű energetikai reaktor), külön-külön 1200 MW teljesítményre képesek. A dolgozatomban ezen reaktortartályok vizsgálatához kapcsolódik. Kutatásom során a reaktortartály acél ötvözőinek és szennyezőinek szerepét vizsgáltam anyagminták segítségével, hogy ezek miként befolyásolják az anyag mechanikai tulajdonságát és öregedését. Az utóbbi két tulajdonságot a fellépő igénybevételek, a rendszerek üzemi paraméterei, igénybevételi-ciklusok, korróziós igénybevétel stb. nagy mértékben befolyásolhatják. A kutatási témám kidolgozása során metallográfiai vizsgálatokat, mikrokeménységmérést, pásztázó elektronmikroszkópos vizsgálatokat, Charpy-vizsgálatokat, illetve korróziós vizsgálatokat végeztem.

**Többkomponensű Al₁₆Ti₁₆Ni₁₆Cu₁₆Ag₁₆Sn₁₆ ötvözet
mikroszerkezetének és korróziós tulajdonságainak vizsgálata**
(Examination of microstructure and corrosion properties of an
Al₁₆Ti₁₆Ni₁₆Cu₁₆Ag₁₆Sn₁₆ multicomponent alloy)

Pálfi Nikolett MSc
nikipalfi18@gmail.com

Konzulensek: Dr. Berecz Tibor, adjunktus (ATT), Dr. Fazakas Éva, kutató (ATT)

A nagy entrópiás ötvözeteket 2004-től tanulmányozzák, amióta Yen tajvani professzor feltalálta. Előnyei ezeknek az ötvözeteknek az amorf ötvözetekkel szemben a jól meghatározott FCC vagy BCC kristálystruktúrából adódik. Korróziós tulajdonságaik kevésbé ismertek, főleg mechanikai és szerkezeti vizsgálataira van számos irodalmi adat. Ezek az ötvözetek előnyös tulajdonságaiknak köszönhetően számos ipari területen felhasználhatók. Az amorf ötvözetekkel ellentétben kevésbé érzékenyek a mechanikai és termikus terhelésekre, termikus stabilitásuk is magas.

Előzetes kísérletek alapján kiderült, hogy az Al₁₆Ti₁₆Ni₁₆Cu₁₆Ag₁₆Sn₁₆ ötvözet többfázisú rendszerben kristályosodott ki indukciós öntés során. A dolgozat legfontosabb célja, hogy kimutassuk, hogy a többfázisú rendszerben kristályosodott nagy entrópiás ötvözetek milyen korróziós tulajdonságokkal rendelkeznek. Kísérleteink során ellenőrizni szeretnénk különböző fázisok keménységét és mikroszerkezeti tulajdonságait is.

Additívan gyártott alapanyagok korróziós vizsgálata különböző ipari környezetekben

(Corrosion testing of additive materials in different industrial environments)

Kemény Dávid Miklós MSc
kemenydauid@gmail.com

Konzulens: Károly Dóra, tanársegéd (ATT)

A folyamatos fejlődésnek köszönhetően, a hagyományos anyagleválasztó technológiák mellett egyre nagyobb teret nyer az additív elven működő technológiák. Ennek köszönhetően a terméket rétegről-rétegre tudjuk kialakítani akár milyen bonyolult geometriával is rendelkezzen. Emiatt egyik fő erénye az additív technológiáknak, hogy teljesen egyedi terméket tudunk előállítani, és teljes mértékben a vevő igényeihez tudjuk igazítani. Ezt a technológiát több területen is használni tudjuk például: autópárhban, modern művészetben, gépészeti szerkezetek kialakítása során és még az egészségügyben is. S ez csak kevés terület volt felsorolva mindazok közül, amelyeknél ezt a technológiát használhatjuk. Egy tulajdonság mindegyik területen belül fellelhető, ez pedig a minőség. Ezen belül az egyedüli különbség, hogy az egyes termékek estén adott gyártástechnológiánál mennyire szigorú követelményeknek kell megfelelni.

Az additív gyártástechnológia során készült termékek minőségét sok tényező befolyásolhatja. Ilyen például a berendezés teljesítménye, fókusztávolsága, lézerfókusz átmérőjének mérete, illetve a felhasznált fémporrészecskék eloszlása. Így az alapvető feladat, hogy a folyamat végére egy teljesen tömör terméket kapjunk, a megfelelő előzetesen meghatározott geometria mellett. A minőségellenőrzésen átmert és további kritériumoknak is megfelelt termék ezt követően értékesíthető.

A dolgozatomban során az iparban használt biokompatibilis anyagok korróziós tulajdonságait vizsgáltam. Ennek során hagyományos módon, marással kialakított, és additív technológiával, közvetlen lézeres fém szinterezéssel, gyártott próbatestek esetén végeztem méréseket. A két gyártástechnológia esetén az egymáshoz viszonyított korrózióval szembeni ellenállást vizsgáltam különböző közegekben, amelyek mérési eredményei mind az iparban, mind az orvostudományban felhasználható. A vizsgálatomban során metallográfiai vizsgálatokat, pásztázó elektrommikroszkópos vizsgálatokat, korróziós vizsgálatokat, illetve mágneses vizsgálatokat is végeztem.

**Melegen hengerelt 5182 alumíniumötvözet mechanikai tulajdonságainak
változtatása többirányú kovácsolás alkalmazásával**
**(Changing the mechanical properties of hot rolled 5182 aluminum alloy by
multi-directional forging)**

Renkó József Bálint MSc, Kóti Dániel
pilzjoz@gmail.com, danikenu@gmail.com

**Konzulensek: Prof. Krállics György, egyetemi tanár (Miskolci Egyetem), Dr. Bereczki
Péter (Arconic-Köfém Kft.)**

Világunk igényeinek folyamatos növekedése érdekében egyre jobb és jobb minőségű termékeket kell egyre nagyobb mennyiségben előállítani. Ahhoz, hogy a gyártók ezt a növekvő igényt ki tudják elégíteni, akár óriási gépeket is hajlandóak megépíteni. A gépek önmagukban viszont nem elegendőek. Minden egyes felhasznált alapanyag esetén fontos, hogy a megfelelő technológiai háttérrel is kidolgozzák ahhoz, hogy a berendezés valóban értéket és ne selejtet termeljen. A gyártási eljárásokat és az alapanyagokat ezért különböző vizsgálatoknak vetik alá, melyekkel ellenőrizni tudják, hogy az általuk összeállított gyártástechnológia alkalmas-e az adott termék előírt minőségben történő gyártásához.

Az iparban használt nagyméretű hengerállványok több tonnás, akár méter magas tuskókból képesek meleg hengerléssel akár néhány milliméter vastag lemezt készíteni. Az anyag ilyen erőteljes mértékben történő alakításával annak tulajdonságai jelentősen megváltoznak. Kutatásunk során egy valós ipari környezetben, meleghengerléssel gyártott félkész alapanyag utólagos hidegalakításának vizsgálatát tűztük ki célul. A korábban melegen hengerelt anyagot többtengelyű kovácsolással alakítjuk tovább a Gleeble 3800-as termomechanikus szimulátor segítségével. Az anyagminőségben bekövetkezett változások mechanikai és metallográfiai vizsgálatából levont következtetéseket egy ipari környezetben használt technológia továbbfejlesztésére kívánjuk felhasználni.

Gömbgrafitos öntöttvas színes maratásának valós idejű megfigyelése (Real-time investigation of color etching performed on ductile iron surface)

Renkó József Bálint MSc
pilzjoz@gmail.com

**Konzulensek: Dr. Bonyár Attila, egyetemi docens (ETT), Dr. Szabó Péter János,
egyetemi tanár (ATT), Kovács Dorina, doktorandusz (ATT)**

Az anyagtechnológiában, azon belül pedig kiemelten a metallurgiában a különböző maratási eljárások már évtizedek óta használatosak. Egyes maratási technológiák esetén elegendő néhány másodpercre belemeríteni a próbatestet a marószerbe, hogy a kívánt eredmény elérjük. Ezzel szemben a legtöbb színes maratási eljárásnál a mintákat hosszú percekig az oldatban kell tartani ahhoz, hogy a színes felületi réteg kialakuljon. A pontos maratási idő meghatározásához ráadásul több tucat előzetes maratást kell végrehajtani új, eddig nem vizsgált anyagok esetén, így növelve a technológia és a vizsgálat költségeit. Az eljárást tovább nehezíti, hogy a túl sokáig marószerben tartott minták felületén a színes réteg elsötétül, kiértékelhetetlenné téve a mérési eredményeket. Kutatómunkám során olyan mérési környezetet alakítottam ki, amelyben egy mikrofluidikai rendszer segítségével valós időben követhetővé válik a maratás kezdetétől a végéig a szemcsék színének alakulása a minta felszínén. A gömbgrafitos öntöttvas mintán alkalmazott módszer lehetőséget teremt a színesmaratással kapcsolatos, eddig nem tisztázott kérdések megválaszolására, pl. a maratás / interferáló réteg épülésének sebessége, ill. ennek függése a ferrit szemcsék kristálytani orientációjától, vagy a réteg törésmutatójának meghatározása, így hozzájárulva az eljárás optimalizálásához és annak szélesebb körű elterjedéséhez.



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

ÁRAMLÁSTAN

Helyszín: Hidrodinamikai Rendszerek Tanszék, D épület, 327
Időpont: 2018. november 14. 8:30
Elnök: Dr. Paál György, egyetemi tanár, Hidrodinamikai Rendszerek Tanszék
Titkár: Dr. Hegedűs Ferenc, adjunktus, Hidrodinamikai Rendszerek Tanszék
Tag: Dr. Vad János, egyetemi tanár, Áramlástan Tanszék
Dr. Kristóf Gergely, egyetemi docens, Áramlástan Tanszék

8:30 Papp Bálint

Városi szennyezőanyag-terjedés vizsgálata nagyörvény szimulációval
numerikus szélcsatornában

Konzulens: Dr. Kristóf Gergely, egyetemi docens

8:50 Bíbok Máté

Egyenes csőben és csőidomban áramló nemnewtoni közeg kísérleti és
numerikus vizsgálata

Konzulens: Dr. Csizmadia Péter, adjunktus

9:10 Gripp Ádám, Horváth Gergő Márk

Radiális szivattyú jelleggörbéinek és rezgéseinek kísérleti vizsgálata víz és
nemnewtoni közeg esetén

Konzulens: Dr. Csizmadia Péter, adjunktus

9:30 Huzsvár Tamás

Periodikusan mozgó, áramlásba helyezett testek ellenállástényezőjének
mérése

Konzulens: Dr. Hős Csaba, egyetemi docens

9:50 Szünet

10:10 Szabó András

Aktív szabályozó elemek hatásának vizsgálata áramlási veszteségekre
nempárhuzamos módszerekkel

Konzulens: Nagy Péter, doktorjelölt

10:30 Soós Bálint

Koaxiális propfan hajtómű szélessávú és tonális zajának elkülönítése és
vizsgálata

Konzulensek: Dr. Horváth Csaba, adjunktus
Tokaji Kristóf, doktorandusz

10:50 Lendvai Bálint

Lapátrácsok aeroakusztikai vizsgálata

Konzulens: Dr. Benedek Tamás, adjunktus

11:10 Nagy Krisztina

Nyomás becslése adott tartály fojtásokon keresztüli leürítés során

Konzulensek: Dr. Magyar Bálint, adjunktus
Széll Péter (Knorr-Bremse Fékrendszerek Kft. R&D
Center)

Városi szennyezőanyag-terjedés vizsgálata nagyörvény szimulációval numerikus szélcsatornában

**(Investigation of urban air pollutant dispersion in a numerical wind tunnel
using Large Eddy Simulation)**

Papp Bálint MSc
p.balint14@gmail.com

Konzulens: Dr. Kristóf Gergely, egyetemi docens, Áramlástan Tanszék

Számos szakirodalmi tanulmány (pl. [1–2]) rámutat a nagyörvény szimuláció (LES) előnyeire a légszennyezők mikroskálás terjedésének vizsgálatában, azonban a módszer nagy számításigénye miatt a legtöbb elemzés egy-egy esetre szorítkozik, nagyszámú eltérő geometriai kialakítás vizsgálatára eddig nem volt hozzáférhető megoldás.

Ebben a dolgozatban bemutatásra kerül egy új, elsősorban gépészmérnöki alkalmazásokra fejlesztett, GPU alapú szoftver segítségével létrehozott virtuális szélcsatorna, mellyel – a transzport folyamatok között fennálló analógia felhasználásával – 1 óra futásidő alatt bekonvergált LES eredményeket kaphatunk. Passzív turbulenciagenerátorok segítségével a numerikus szélcsatorna képes az atmoszférikus határrétegre jellemző időátlagolt sebesség- és turbulenciaintenzitás-profilok létrehozására, valamint – a felhasznált szoftver sajátosságaiból adódóan – az áramkép és a szennyezőanyag-eloszlás a szimuláció futásával egyidejűleg vizualizálható, a geometria pedig azonnal módosítható, melyek nagyban elősegítik az eltérő koncepciók hatékony összehasonlítását.

Dolgozatomban ismertetem a numerikus szélcsatorna pontos felépítését és működési elvét, valamint jellemző városi geometriákon mutatom be az alkalmazását a szennyezőanyag-terjedési vizsgálatok terén. Az eredményeket a szakirodalomban dokumentált szélcsatorna-mérések és CFD modellek [3–5] segítségével validálom, valamint javaslatot teszek a numerikus szélcsatorna alkalmazására a hagyományos kutatási projektek támogatásában.

Irodalom:

1. Tominaga, Y.; Stathopoulos, T. (2013): CFD simulation of near-field pollutant dispersion in the urban environment: A review of current modeling techniques. *Atmospheric Environment* 79, 716-730.
2. So, E.S.P.; Chan, A.T.Y.; Wong, A.Y.T. (2005): Large eddy simulation of wind flow and pollutant dispersion in a street canyon. *Atmospheric Environment* 39 (20), 3573-3582.
3. Gromke, C.; Ruck, B. (2007): Influence of trees on the dispersion of pollutants in an urban street canyon – Experimental investigation of the flow and concentration field. *Atmospheric Environment* 41, 3287-3302.
4. Buccolieri, R.; Gromke, C.; Di Sabatino, S.; Ruck, B. (2009): Aerodynamic effects of trees on pollutant concentration in street canyons. *Science of the Total Environment* 407, 5247-5256.
5. Gromke, C.; Jamarkattel, N.; Ruck, B. (2016): Influence of roadside hedgerows on air quality in urban street canyons. *Atmospheric Environment* 139, 75-86.

Egyenes csőben és csőídoban áramló nemnewtoni közeg kísérleti és numerikus vizsgálata

(Experimental and numerical investigation of loss coefficient of straight pipe and elbow in the case of non-Newtonian fluids)

Bíbok Máté MSc
bibok.mate@gmail.com

Konzulens: Dr. Csizmadia Péter, adjunktus, Hidrodinamikai Rendszerek Tanszék

A dolgozat nemnewtoni közegek áramlástani és reológiai tulajdonságainak vizsgálatával foglalkozik. Az ilyen típusú anyagokat az ipari gyakorlat számos területén fellelhetjük, például a gyógyszeriparban, az élelmiszeriparban és a szennyvíziparban is. Ezek feldolgozása során az anyagot szivattyúzni kell az adott munkaállomások között. Mivel egy üzemben a költségek jelentős hányada ebből származik, ezért a költséghatékony és környezettudatos üzemeltetés érdekében szükséges a pontos méretezés; így ismerni kell a rendszer egyes elemeinek hidraulikai ellenállását. Newtoni folyadékok esetén ezen hidraulikai veszteségekre széleskörű, mély irodalom áll rendelkezésre. Ezzel szemben a nemnewtoni folyadékok esetében az irodalmi háttér lényegesen szűkebb, így célszerűek az ezek meghatározása irányuló laboratóriumi és numerikus vizsgálatok.

A munka során két különböző, valós, hatványfüggvény modellel leírható közegnek a hidraulikai veszteségeire gyakorolt hatását vizsgáltuk egyenes csőben és egy $R/D=2$ relatív görbületi sugarú csőkönyökben laboratóriumi és numerikus (CFD) módszerrel. A számítások előtt elkészült egy előtanulmány, amelyben a hálófüggetlenségi vizsgálatot végeztünk két strukturált egy kettő,- illetve egy háromdimenziós modellen; továbbá megvizsgáltuk a használt turbulenciamodell alkalmasságát a nemnewtoni reológiájú közegek kezelésére is. Ezeket a számításokat a saját laboratóriumi méréseinkkel validáltuk oly módon, hogy a numerikus szimulációhoz felhasznált geometria megegyezett a mérések során alkalmazottal.

Ezt követően a már validált numerikus modelljeink és a vizsgálataink paramétereit szélesítettük. Rendelkezésünkre állt egy valós nemnewtoni reológiájú közeg reológiai mérési adatsora, amelyekre különböző görbéket illesztettük hasonló determinációs együtthatóval. Ezen modellek a hatványfüggvény, a Bingham plasztikus és a Herschel-Bulkley modell szerint viselkedő közeg modelljei. A kutatásnak ezen fázisa a három modell egymással és szakirodalommal való összehasonlítását, majd pedig a számunkra legalkalmasabb modell kiválasztását tartalmazza. A vizsgálat során csőszűrlődási tényező és csőkönyök veszteségtényező értékeket vetettünk össze széles (6 nagyságrendnyi) Reynolds-szám tartományon. A kutatás kitér továbbá a sebességprofilok összehasonlítására, valamint elemezzük a módosított Reynolds-számok használatát is.

A kutatás tovább lépésében érdemes lehet korábban még nem vizsgált áramlástechnikai elemek hidraulikai ellenállását meghatározni, valamint egy összetettebb csőhálózat esetére is kitékinteni.

Radiális szivattyú jelleggörbéinek és rezgéseinek kísérleti vizsgálata víz és nemnewtoni közeg esetén

(Experimental investigations of the characteristic curves and vibrations of a radial pump in the case of water and non-Newtonian fluids)

Gripp Ádám BSc, Horváth Gergő Márk BSc
gripp.adam@gmail.com, horvath.gergomark@gmail.com

Konzulens: Dr. Csizmadia Péter, adjunktus, Hidrodinamikai Rendszerek Tanszék

Az ipartól a háztartási felhasználásig számos helyen találkozhatunk a folyadékszállítás feladatával. Az esetek jelentős részében a szállított folyadék nemnewtoni tulajdonságokkal bírhat, pl. erőművi pernye vízzel keverve, szennyvíz, fogkrém, különböző vegyipari termékek, stb.; és áramlástechnikai gépekre, valamint a csővezetékrendszerre gyakorolt hatása merőben eltérő lehet a vízzel történő szállításhoz képest. A gyártók által közölt paraméterek, jelleggörbék és üzemeltetési adatok alapvetően vízre adottak és átszámításuk más, nemnewtoni reológiájú folyadéokra nem triviális feladat.

Dolgozatunk célja az volt, hogy mérések segítségével, kísérleti úton vizsgáljuk a nemnewtoni folyadékok és a víz közötti viselkedésből eredő különbséget. Méréseinket a Hidrodinamikai Rendszerek Tanszék laboratóriumában található mérőberendezésen végeztük. A mérőkör egy korszerű, frekvenciaváltós szivattyúra épül. A nemnewtoni közeget etil-acetát alapú polimerből (Carbopolból) és vízből készítettük el.

A szivattyú működésének legfontosabb jellemzői a jelleggörbék, ezek azonban legtöbbször csak vízre adottak. A szakirodalomban több modell is található, amelyek segítségével a jelleggörbék átszámíthatók egy newtoni közegről egy eltérő reológiájú folyadékra. Törekvéseink célja igazolni ezek gyakorlati alkalmazhatóságát a vizsgált közegre, továbbá feltárni fordulatszámváltoztatás hatását leíró affinitási törvények használhatóságának határait.

A szivattyúk egyik legdrámaibb tönkremeneteli módja a kavitáció által okozott roncsolás. Kavitációról akkor beszélünk, amikor az abszolút nyomás a helyi telített gőznyomás alá esik, ekkora a folyadék helyileg felforr. A gőzbuborékok nagyobb nyomású térbe érve összeroppannak, ezzel káros rezgéseket, hanghatásokat és eróziót előidézve. Ennek a jelenségnek a létrejötte számos paramétértől függ. Gyorsulásmérők segítségével méréseket végzünk és meghatározzuk a leszívási görbéket. A könnyebb kezelhetőség érdekében a gyorsulásértékekből és a frekvenciákból zajszintet számolunk, majd azt különböző paraméterek függvényében vizsgáljuk. Fő célkitűzésünk a szakirodalom kiterjesztése a vizsgált nemnewtoni közeggel végzett kutatás eredményeivel.

Irodalom:

1.
http://www.hds.bme.hu/letoltesek/targyak/BMEGEVGMG29/Introduction_to_Cavitation_HF2.pdf
2. BUBBLE DYNAMICS AND CAVITATION IN NON-NEWTONIAN LIQUIDS E. A. Brujan and P. R. Willaims, Rheology Reviews 2005, pp 147 - 172.
3. Centrifugal Pump Derating for Non-Newtonian Slurries, J. J. N. Kalombo, R. Haldenwang, R. P. Chhabra, V. G. Fester, Journal of Fluids Engineering, MARCH 2014, Vol. 136 / 031302-11

Periodikusan mozgó, áramlásba helyezett testek ellenállástényezőjének mérése

(Study of the drag coefficient for periodically excited bodies in flow)

Huzsvár Tamás MSc
huzsvar.tamas@gmail.com

Konzulens: Dr. Hős Csaba, egyetemi docens, Hidrodinamikai Rendszerek Tanszék

Napjainkban a nyomáshatároló szelepek az légkörítől eltérő nyomáson zajló technológiák elsődleges túlnyomással szembeni védelmi eszközei. A hasadó tárcsákhoz képest előnyük abban rejlik, hogy lefúvatáskor nem szenvednek maradandó károsodást, így nem csak nyomásvédelmi, de szabályozási célokra is felhasználhatóak. Működésük közben azonban a rugós nyomáshatároló szelepek esetében, bizonyos kedvezőtlen üzemállapotokban a szeleptest periodikus mozgása (rezgése) figyelhető meg. Szakirodalmi források alapján ismert, hogy az áramlásba helyezett, periodikusan mozgatott testek ellenállástényezője nagyban eltér az állandósult állapotban mérhetőtől, így e jelenség a szelepek esetében nem csak méretezési nehézséget, de komoly biztonságtechnikai kockázatot is rejt magában, a megnövekedett ellenállástényező következtében a szelepszárra ható többlet erő végett.

A vizsgálat során a BME Hidrodinamikai Rendszerek Tanszékének laboratóriumában található, áramlásba helyezett, periodikusan mozgatott testek vizsgálatára szolgáló mérőgéppel végeztük el a leggyakoribb szeleptest alakok – gömb, kúp és sík körlap – ellenállástényezőjének meghatározását mind állandósult, mind pedig periodikusan gerjesztett állapotban. A periodikus mérések során mindhárom mérőtest esetében azonos, előre meghatározott frekvencia lépcsőn történtek a vizsgálatok, számos térfogatáram esetén. A mérőrendszer ellenőrzését a mérőtestekre mozgás közben ható tehetetlenségi erő segítségével végeztük el, mivel ennek értéke analitikusan is kiszámítható. A rendszer további ellenőrzése céljából az állandósult állapotban mérhető ellenállástényezőket szakirodalmi forrásokkal és CFD szimulációkkal vetettük össze. A blokkolási tényezővel való korrigálást is elvégeztünk. Mivel az ellenállástényező értéke nagyban függ a mért erő amplitúdójától, így egy olyan jelsimítási optimumot kellett találnunk, mely a lehető legkisebb mértékben befolyásolja a feldolgozott erőjel amplitúdóját. Ezt a Savitzky-Golay simítás paraméter optimalizációján keresztül valósítottuk meg.

Az instacionárius állapot ellenállástényezőjének meghatározásához az adott témában széles körben alkalmazott Morison-féle egyenletet illesztettük a mérési adatokra. Ezen eredmények feldolgozása után - a szakirodalmi forrásokkal egybevágóan - bizonyítást nyert számunkra, hogy a periodikus gerjesztés az állandósult állapotban mérhető ellenállástényező értékéhez képest jelentős növekedést okoz. Illetve ennek mértéke azonos áramlási sebesség mellett, a rezgési frekvencia növelésével együtt növekszik, így lehetőségünk nyílt egy kritérium becslésére mely megadja, hogy milyen rezgési frekvencia felett szükséges a dinamikus ellenállástényező figyelembevétele.

Irodalom:

1. G. H. Keulegan and Carpenter L. H. Forces on cylinders and plates in an oscillating fluid. Journal of Research of the National Bureau of Standards, 60(5):423–440, 1958.
2. T. SARPKEYA (1981): Morison's equation and the wave forces on offshore structures. Technical report, Naval Civil Engineering Laboratory

3. Cs. J. Hős, A. R. Champneys, K. Paul, and McNeely M. Dynamic behavior of direct spring loaded pressure relief valves in gas service: Model development, measurements and instability mechanisms. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2014.

Aktív szabályozó elemek hatásának vizsgálata áramlási veszteségekre nempárhuzamos módszerekkel

**(The investigation of the effect of active control elements on the friction loss
with nonparallel methods)**

Szabó András MSc
s.szaboa@gmail.com

Konzulens: Nagy Péter, doktorjelölt, Hidrodinamikai Rendszerek Tanszék

Egy áramlás és fal találkozásánál a súrlódás miatt határréteg alakul ki. A határréteg először lamináris, majd vastagsága folyamatosan növekszik, és emiatt instabillá válik. A mindig jelenlévő kis amplitúdójú gerjesztések hatására növekvő ún. Tollmien-Schlichting hullámok jelennek meg, majd végül a határréteg turbulens lesz. Áramvonalas testeknél, jellemzően járműveknél, ez a mechanizmus okozza az áramlási veszteségek jelentős hányadát, ezeknek a veszteségeknek a csökkentésével komoly megtakarításokat lehet elérni. Egy lehetséges módszer a lamináris-turbulens átmenet késleltetésére az aktív szabályozás, amikor valamilyen áramlási mennyiséget mérünk, és ezt az információt felhasználva mozgatjuk a falat, ezzel megakadályozva az áramlási instabillá válását és a Tollmien-Schlichting hullámok kialakulását.

Dolgozatomban bemutatom az áramlások stabilitásvizsgálatára általánosan alkalmazott párhuzamos és nempárhuzamos stabilitási módszereket. Ezek numerikus megoldása általában körülményes, ezek megoldására mutatok be egy lehetséges implementációt. Végül az egyenletek megoldásával egy egyszerű szabályzó stabilizáló hatását mutatom meg sík- és síklap feletti határréteg esetén.

Koaxiális propfan hajtómű szélessávú és tonális zajának elkülönítése és vizsgálata

(Investigation and separation of the tonal and broadband noise of a counter-rotating open rotor)

Soós Bálint BSc
soosba94@gmail.com

Konzulensek: Dr. Horváth Csaba, adjunktus, Áramlástan Tanszék
Tokaji Kristóf, doktorandusz, Áramlástan Tanszék

A repülőgépipart a XX. század végi olajár emelkedés egy üzemanyag-takarékos, magas hatásfokú hajtómű kifejlesztésére ösztönözte, amely alkalmas lehet a széleskörűen elterjedt turbóventilátoros hajtómű helyettesítésére. A koaxiális propfan (vagy Counter-Rotating Open Rotor, CROR) ígéretes alternatívának tűnik bizonyos repülőgép típusoknál, mivel a kiváló hatásfoka és csökkentett CO₂ emissziója megfelel napjaink környezetvédelmi irányzatának is. Alkalmazása előtt számos fejlesztésen kell átesnie, ezek közé tartozik az általa kibocsátott magas zajszint csökkentése.

Akusztikai szempontból a zajforrások feloszthatók két csoportra: tonális, azaz szűk spektrumú, és szélessávú összetevőkre. Ezen komponensek elkülönítése segít a zajforrások feltérképezésében, a zajkeltő mechanizmusok megismerésében. Léteznek módszerek az összetevők szétválasztására egy lapátsoros, hagyományos ventilátorok esetében, viszont ezek nem alkalmazhatóak CROR-en mért adatsoron. Egy új eljárás [1], és ennek módosított változata [2] kifejezetten a CROR jelfeldolgozására irányult. A módosított változat alkalmas a CROR fordulatszámára visszavezethető tonális források elkülönítésére. A [2] eljárás során egy fordulat hosszúságú szegmensekre bontjuk a mért hangnyomás jelet. Szegmenspárok különbségéből képezhető egy új jel, amely nem tartalmazza a fordulatszámtól függő, tonális összetevőket és statisztikailag egyenértékű az eredeti szélessávú komponenssel. Ha jelen vannak a fordulatszámtól független, pl. a mérőtérben elhelyezett síp sajátfrekvenciáján és felharmonikusain fellelhető tonális csúcsok, akkor azonban a [2] eljárással létrehozott jel tartalmazni fogja ezeket a tonális csúcsokat is. Emiatt az [2] eljárást kiegészítettem egy második lépéssel, amely során a szegmens hosszát a síp sajátfrekvenciája szerint választottam meg és újból elvégeztem a különbség képzést az első kivonásokból származó jelen, így a sajátfrekvenciától függő tonális csúcsokat sem tartalmazza a kapott állomány. Az így kinyert adatsorból és az eredeti időjelből képezhető, a nyalábformálási eljárásból ismert kereszt spektrum mátrixok manipulálásával létrehozható a tonális komponenseket tartalmazó állomány is.

Dolgozatom tartalmazza a bemutatott módszerek vizsgálatát; NASA Glenn Research Center 9×15 ft Low-Speed Wind Tunnel szélcsatornában, F31/A31 historic baseline típusú propfan mérési eredményein, továbbá általam szimulált hangforrásokból generált hangfájlokon spektrumanalízissel, ill. zajtérképek készítésével teszteltem a metódusokat. A [2] eljárás kiegészítésének következtében a tonális és szélessávú összetevők ideális elkülönítésével lehetőség nyílik újfajta zajcsökkentési stratégia kifejlesztésére.

Irodalom:

1. Sree, D.: A novel signal processing technique for separating tonal and broadband noise components counter-rotating open-rotor acoustic data. *International Journal of Aeroacoustics*, vol. 12, no. 1-2: 169-188. (2013)
2. Sree, D.; Stephens, D.B. Improved Separation of Tone and Broadband Noise Components from Open Rotor Acoustic Data. *Aerospace* (2016), 3, 29.

Lapátrácsok aeroakusztikai vizsgálata **(Aeroacoustic investigation of airfoil cascades)**

Lendvai Bálint BSc
balint.lnd@gmail.com

Konzulens: Dr. Benedek Tamás, adjunktus, Áramlástan Tanszék

Áramlástechnikai forgógépek, ezen belül is axiálventilátorok esetén, a gép által lesugárzott zaj napjainkban kritikus kérdés. Egy ventilátor által lesugárzott zaj számottevő része áramlási eredetű, melynek jelentős hányada a lapátozáshoz köthető zajforrásokból származik. Ezért fontos, hogy a lapátok által kibocsátott zajt már a tervezés során becsülni tudjuk. Amennyiben egy ventilátor-járókereket egy hengerfelülettel „elvágnak és kiterítjük”, akkor egy végtelennek tekinthető szárnyrácsot kapunk, tehát áramlásba helyezett szárnyak zajkeltési mechanizmusainak megértése a ventilátorzaj vizsgálatában kiemelt jelentőséggel bír. A szárnyzaj a szárny közvetlen felszínén létrejövő határrétegben és a szárny nyomában keletkezik. Egyedül álló szárny vagy lapát keltette zaj különböző mechanizmusokhoz köthető. A két fontos zajforrás ezek közül: 1) a kilépő él felett elhaladó turbulens határréteg zaja (kilépő éli zaj), ami egy széles spektrumon sugározza le energiáját; 2) a lamináris határrétegi instabilitások okozta örvényleválások zaja (profilörvényzaj), ami egy jellegzetes frekvenciacsúcsot ad a spektrumnak. Ezeken kívül még megjelenhet a tompa hátsó él okozta örvényleválás zaja, nagy megfúvási szögek (átesés) esetén, a szárny mögött kialakulóleválási buborék zaja és három dimenziós szárnyaknál szárnyvégi örvények zaja.

Egy darab szárny által lesugárzott zajt már többen vizsgálták, a szárnyzajra méréseken és analitikus levezetéseken alapuló félempirikus modelleket alkottak, mellyel a zaj spektruma egyszerűen mérhető mennyiségek alapján becsülhető. A szárnyprofil által képzett hang ezen felül becsülhető többek között numerikus szimulációkkal. Ezek közül viszonylag költséghatékony a hibrid módszerek alkalmazása, ami azt jelenti, hogy a szárny körüli RANS, URANS, LES, stb. megoldóval számolt áramlásból Lighthill akusztikai analógiáját [1] alapul véve felületi- és térfogati integrálokkal meghatározhatóak a hangforrást leíró mono-, di- és quadropólusok. Ezekből a hangforrásokból numerikusan számolható az akusztikai hullámterjedés.

Dolgozatomban a szimmetrikus, mások által már sokat vizsgált NACA-0012 lapátprofilból alkotott 2D lapátrács által lesugárzott zaj esetén vetem össze szimulációt és a félempirikus becslést a profilörvényzajra és a kilépő éli zajra koncentrálva. Az összehasonlítás során a csúcsfrekvenciák egybeesését és a frekvenciamenet jellegét fogom vizsgálni, az abszolút hangnyomásszintek összevetését elhagyom. A szimulációkat fél-, egy-, másfél- és végtelen húr hossznyi lapátosztásra végeztem el. A Reynolds-számot $5 \cdot 10^4$ és $2 \cdot 10^5$, a megfúvási szöget 0 és 5.4 fok között változtattam. Ezekkel a kis szögekkel és a két dimenziós szimulációval érhető el, hogy az akusztikai vizsgálat során csak a turbulens határréteg és a lamináris határréteg miatt létrejövő örvényleválás zaját elemezzük.

Irodalom:

[1] M. J. Lighthill. "On Sound Generated Aerodynamically". Proc. Roy. Soc. London. A211564–587. 1952.

Nyomás becslése adott tartály fojtásokon keresztüli leürítés során (Estimation of pressure during reservoir exhaust through chokes)

Nagy Krisztina BSc
n.k.triatlon3@gmail.com

Konzulensek: Dr. Magyar Bálint, adjunktus, Műszaki Mechanikai Tanszék
Szél Péter (Knorr-Bremse Fékrendszerek Kft. R&D Center)

A dolgozat legfontosabb célja egy szimulációs modell előállítása, amely egy tartály fojtásokon keresztüli leürítése során meg tudja becsülni a tartályban és a fojtások közötti tér különböző pontjaiban a nyomások alakulását.

A vizsgálat tárgyát képező pneumatikai rendszerben a fojtások mérete és a fojtások közötti térfogat adott, csak a tartály térfogata és a kiinduló nyomása változhat, mivel a tartály flexibilitását is szükséges modellezni.

A rendszerünk egy mechatronikai egység része, ahol a fojtások valójában szelepek, amelyek lehetnek elektro-pneumatikus, vagy tisztán pneumatikus szelepek. A közeg sűrített levegő, amit szoba hőmérsékleten vizsgálunk.

A pneumatikai rendszer és a mérőberendezés a rendelkezésünkre áll, így mérések segítségével tudjuk meghatározni a keresett szimulációs modell paramétereit, illetve ellenőrizni a nyomásbecslő algoritmus helyességét.

A modellt Ansys Fluent-ben fogom megalkotni, amelynek segítségével lehetővé válik a fojtások közötti térben lévő nyomások alapján megbecsülni a flexibilis tartályban lévő nyomást.

A méréssel pedig épp az ellenkezőt fogjuk megállapítani, ha tudjuk a flexibilis tartálynak a nyomását és térfogatát, akkor hogyan változik a fojtások közötti térben a nyomás.



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

BIOMECHATRONIKA

Helyszín: D épület 515.
Időpont: 2018. november 14. 9:00
Elnök: Dr. M. Csizmadia Béla, professor emeritus
Titkár: Faragó Dénes, doktorandusz
Tag: Dr. Takács Mária, ortopéd szakorvos
Dr. Bojtár Imre, egyetemi tanár
Dr. Borbás Lajos, professor emeritus

9:00 Pokorni Ágoston

Fúziós gerincműtét végeselemes vizsgálata

Konzulens: Dr. Kiss Rita, egyetemi tanár

9:20 Leveles Borbála, Iklódi Zsolt

Kézre erősített nyomás-, és gyorsulásmérő szenzor fejlesztése úszók karcsapási hatékonyságának növelésére

Konzulens: Petró Bálint, doktorandusz

9:40 Dóczi Martin Olivér

Egyedi vápakosár végeselemes modellezése

Konzulensek: Dr. Simonovics János, adjunktus
Dr. Szódy Róbert, főorvos

10:00 Rác Kristóf

Anatómiai pont kijelölés pontosságának vizsgálata

Konzulens: Dr. Kiss Rita, egyetemi tanár

10:20 Kocsor Máté

Egyes vívómozdulatok mozgáselemzése

Konzulensek: Dr. Kiss Rita, egyetemi tanár
Nagymáté Gergely, doktorandusz

10:40 Pálya Zsófia

Hogyan segíthetik a biomechanikai mérések a sportruhák tervezését?

Konzulens: Dr. Kiss Rita, egyetemi tanár

Fúziós gerincműtét végeselemes vizsgálata **(Finite element modelling of spinal fusion surgery)**

Pokorni Ágoston BSc
pokorni.agoston@phwi.hu

Konzulens: Dr. Kiss Rita, egyetemi tanár, MOGI

A gerinccel kapcsolatos patológiák az egész társadalmat érintő problémát jelentenek, tekintettel a gyógyításra szánt erőforrások korlátaira és az előregedő társadalomra. Az átlagéletkor és az ülést igénylő tevékenységekkel töltött idő növekedése miatt a krónikus derékfájdalom, a végtagokba kisugárzó fájdalom gyakorisága növekvő tendenciát mutat. A konzervatív kezelések elégtelensége esetén felmerülhet a stabilizációs gerincműtét igénye. A stabilizációs gerincműtétek célja, hogy a rögzített gerincszakason csontos kapcsolat alakuljon ki a csigolyák közt. A műtétek kivitelezésére több implantátum fejlesztő cég kínál megoldást, amelyeknek biomechanikai alapja, megoldási módja is különböző. Jelenleg nem áll rendelkezésre olyan módszer, amely segítségével a műtéti tervezés részeként a különböző implantátum rendszereket egyénre szabottan össze lehetne hasonlítani. Ezért az adott beteg esetén nem mindig egyértelmű az egyes implantátum rendszerek előnyeinek és hátrányainak meghatározása.

A transzforaminális lumbális intervertebrális fúzió (TLIF) elvégzésére használt implantátum rendszerek vizsgálata során felmerül a kérdés, hogy az operált gerincszakasz merevségét biztosító implantátum rendszer milyen mértékben befolyásolja a csontos kapcsolat kialakulását. A kutatás célja a csigolyákba behelyezett csavarokat összekötő különböző anyagi és geometriai jellemzőjű, merevségű rudak összehasonlítása végeselemes módszer (ABAQUS FEA) segítségével.

Dolgozatomban első lépésként az L4-es és az L5-ös csigolyák közötti egyszintű transzforaminális intervertebrális fúzió végeselemes modelljét készítettem el egy egészséges, fiatal férfiról készült kvantitatív komputertomográfias (QCT) felvételek alapján. Más szóval a QCT vizsgálatból származó 2D rétegfelvételek felhasználásával kialakítottam egy egyén-specifikus, lumbális gerincszegmentum 3D geometriáját. Ezután az implantátumok CAD geometriáját felhasználva (TLT, Sanatmetal) virtuálisan létrehoztam egy L4-5 TLIF műtét összeállítását és az ennek megfelelő végeselem modellt. A vizsgálatok során a hátsó stabilitást biztosító rudak geometriáját és anyagi tulajdonságait változtattam. A jobb összehasonlíthatóság érdekében a különböző rendszerekben az összekötő elemek és a poliaxiális csavarok feje eltér egymástól, míg a transzpedikuláris csavarok, a zárócsavarok és az összekötőelemek helyzete mindhárom esetben megegyezik. A vizsgálat az Országos Gerincgyógyászati Központ és az In Silico Biomechanics Laboratory nagyteljesítményű számítógépével beteg-specifikusan történt a végeselemes hálózathoz rendelt, valamint egyszerűsített anyagmodell esetében is.

Az eredmények alapján az egyes rendszerek rigiditása és a fúzió tervezett helyén észlelt feszültségek közt az eltérések szignifikánsak. A továbbiakban ezen információk alapján a kezelést végző orvos könnyebben ki tudja választani az optimális fúziós rendszert, aminek eredménye a megfelelő terhelések következtében a jobb csontosodás, illetve az állízület kialakulásának kisebb esélye. A végeselem modell segítségével nyert új információk numerikus eredményeken alapuló predikciót, az egyénre szabott kezelési stratégia, terápia kialakítását segítik.

Kézre erősített nyomás-, és gyorsulásmérő szenzor fejlesztése úszók karcsapási hatékonyságának növelésére

**(Hand attached pressure and acceleration sensor development to increase
swimming stroke efficiency)**

Leveles Borbála BSc, Iklódi Zsolt BSc
levelesb@gmail.com, ikloidi.zs@gmail.com

Konzulens: Petró Bálint, doktorandusz, MOGI

A profi úszók technikájának tökéletesítésére nem létezik tökéletes, univerzális megoldás. Különböző összehasonlító módszerek használata a legelterjedtebb, ahol az etalont a legsikeresebb úszókról felvett adatok alapján alakítják ki. Az úszók érdembeli fejlődéséhez elengedhetetlen a kartempó hatékonyság növelése, amelyet egy szintig edzői szemrevételezéssel lehet javítani, ám a rutinos sportolóknál ennél kifinomultabb megfigyelésekre is szükség lehet. Schumacher Ákos úszóedző felkérésére fejlesztettünk egy mérőeszközt, ami lehetővé teszi a sportolók ciklikus karcsapási mozgásának számszerű rögzítését.

A MOGI Tanszéken történő szárazföldi mozgáselemzési típusokkal szemben a vízben történő mérések újdonságnak számítanak. Az elérhető kutatási területek kibővítéséhez egy teljes mértékben hordozható, vízszigetelt eszközt terveztünk.

A mérőrendszer alapjaként egy kompakt kivitelű Arduino® mikrokontrollert használtunk a méretek és költségek minimalizálása végett. A rögzíteni kívánt mennyiségek a kar (kézfaj) pályája és a tenyér alatti víznyomás. Ehhez kiválasztottuk és beszereztük a méréshez szükséges szenzorokat. Az egyik egy nyúlásmérő bélyeg alapú nyomásmérő, amire a mérendő nyomást egy tenyérre erősített, levegővel töltött párnából továbbítjuk egy vékony szilikon csövön keresztül. A másik egy 9 szabadsági fokú gyorsulás-, szögsebesség- és mágneses mező mérő alkatrész, a kéz pontos pályájának felvételéhez. A két mérési mód összehangolásával feltételezésünk szerint elégséges mennyiségű adat nyerhető ki az úszó technikájának számottevő javításához.

A tervezés során komoly kihívást jelentett az elektronika szigetelése, illetve a méretcsökkentés, hogy az eszköz minél kevésbé befolyásolja a mérést. A teljes mobilizáláshoz természetesen tápra és helyi adattárolásra is szükség volt. Az így kiegészült mérőrendszert egy nyitható 3D nyomtatott dobozban helyeztük el. Szoftver szinten elsősorban csak az adatgyűjtés és tárolás megvalósítására törekedtünk. Mivel a mérés egyfajta tipikus ciklikus mozgásra van kiélezve, a kiértékeléséhez elegendőek egyszerű grafikonok is. Ezeken a megfelelő etalonnal történő összehasonlítás során könnyen beazonosíthatók a javítandó területek. Prototípus jellegű összeállításunkkal eleinte szárazföldön, majd vízben végeztünk tesztméréseket.

A dolgozat célja egy egyszerűen felépíthető, könnyen elérhető és viszonylag alacsony költségű mérőrendszer összeállítása volt, amelynek segítségével az úszóedzők személyre szabott fejlődési lehetőséget kínálhatnak amatőr és profi úszók részére egyaránt. Az általunk kidolgozott mérőrendszer még számos helyen tovább fejleszthető, mint például vizuális kép illesztése a grafikonokhoz, kiegészítő szenzorok beépítése, illetve a szoftver fejlesztése.

Egyedi vápakosár végeselemes modellezése **(Finite element modeling of a custom made acetabular cage)**

Dóczi Martin Olivér MSc
doczimartin95@gmail.com

Konzulensek: Dr. Simonovics János, adjunktus, GT3
Dr. Szódy Róbert, főorvos, Országos Traumatológiai Intézet

A csípőízületi porckopás kezelésére használt primer teljes csípőimplantátumot 10-20 éven belül revízióknak kell alávetni. A revíziós műtét során a komponensek cseréje illetve eltávolítása történik, vagy éppen további komponens hozzáadása. Egyes pácienseknél a revíziós műtét idejére már a medence vápa részén súlyos csonthiányok alakulnak ki, a csípőízületi forgáspontjuk eltolódik. Ennek kezelése nagy kihívást jelentő feladat. Szódy Róbert és társai több ilyen páciens esetén egyedi formára hajlított lemezalkatrész vápakosarat alkalmaztak, mely a medence még ép részeihez csatlakozik füleivel és csavarjaival, visszaállítva az eredeti forgáspontot. [1] A kutatás témája az egyik lemezalkatrész vápakosár szilárdsági analízise és a benne rejlő fejlesztési lehetőségek feltárása.

A vizsgálati módszer végeselemes biomechanikai vizsgálat. A geometriai modellek elkészítéséhez a páciens CT (Computer Tomográf) felvételein alapulnak, amelyekből a releváns részek kiválasztása a CT felvétel voxeleihez rendelt szűrkeségi érték segítségével történt. Ezt követően reverse engineering eljárással és felületmodellezési technikákkal készültek el a medence és a vápakosaras rögzítés CAD modelljei.

A medence, anyagát tekintve tömör és szivacsos részekből áll, ezeken belül pedig az anyagi tulajdonságok inhomogének. A medence végeselemes anyagmodellje szintén a CT felvételeken alapszik, az adott csontrésznek megfelelő, elemenként eltérő rugalmassági modulusú, izotróp tartományok modellezik a csont heterogén jellegét.

Az életvitelhez tartozó terhelések irodalomban található mérési adatai alapján, evolutív megoldással tíz olyan (fő) terhelésvektor került meghatározásra, melyek kis félkúpszögű környezetekben nem található nagyobb terhelés. Ezzel a közelítéssel a nagyszámú, különböző irányú és nagyságú terhelésvektorokra történő szilárdsági ellenőrzések száma tíz terhelési eset ellenőrzésére redukálódott. A modell a csavarelőfeszítés hatását is figyelembe veszi, mely a főterhelés előtt lép működésbe.

A peremfeltételek és a kontakt kapcsolatok biomechanikai irodalomkutatás alapján kerültek megadásra.

A statikus szilárdsági analízis segítségével a vápakosár feszültséggyűjtő helyei meghatározhatók. Itt kell eszközölni fejlesztéseket a feszültségek csökkentésére, melyre a végeselemes alakoptimalizálási eljárás tűnik a legalkalmasabbnak, melynek során a lemezalkatrész gyárthatóságára vonatkozó követelményeket is figyelembe kell venni.

[1] Szódy R. és mások (2017): Csípőprotézis revíziókor alkalmazott „custom made” vápakosár tervezése és készítése, három esetben alkalmazott eljárás. Konferenciaközlemény. VII. Magyar Biomechanikai Konferencia Szeged, 2017.10.06.-10.07.: 20

Anatómiai pont kijelölés pontosságának vizsgálata (Examination of anatomical landmark calibration accuracy)

Rácz Kristóf MSc
racz.kristof26@gmail.com

Konzulens: Dr. Kiss Rita, egyetemi tanár, MOGI

A biomechanikai mozgásvizsgálatok egyik alapeszközei különféle mozgásrögzítő eszközök. Napjainkban ezek közül az optikai-alapú rendszerek a legnépszerűbbek, melyek több kamera képei alapján határozzák meg a követett jelölők térbeli helyzetét. Ez a technika lehetővé teszi a mozgás non-invazív mérését. A technológia fejlődésével egyre nő az igény a pontosabb, kompaktabb és olcsóbb rendszerek iránt.

Az embereken végzett mozgásvizsgálatok fontos lépése az anatómiai pontok kalibrációja. Ez a lépés teszi lehetővé, hogy az alanyon a mérés szempontjából lényeges pontok térbeli mozgása mérhető, követhető legyen. A kalibrációnak többféle módszeréről is olvashatunk a szakirodalomban, azonban ezek pontossága a vizsgálatok eltérő körülményei miatt nehezen összehasonlítható.

E dolgozat célja, hogy meghatározzon egy olyan vizsgálati módszert, amely követelményeinek eleget téve bármilyen kalibrációs módszer pontossága mérhető. Ehhez meghatározásra kerültek a vizsgálatkor minimálisan teljesítendő feltételek, melyek betartása mellett a kapott eredmények összehasonlíthatók. A teljesítendő körülmények mellett kialakításra kerültek mutatószámok, melyekkel az adott kalibráció pontossága és konzisztenciája jól mérhető.

A méréssorozat kiértékelése során levont következtetéseket figyelembe véve a kalibráció protokoll módosítva lett: a kalibrációhoz használt mutatópálca konstrukciója módosítva lett a precízebb kijelölések érdekében. A kalibrációs pontosságot egy új méréssorozattal került elemzésre. A vizsgálók ez úttal hasonló szakmai ismeretekkel és tapasztalattal rendelkező ortopéd szakorvosok közül lettek kiválasztva. Összesen 7 orvos vett részt a mérésekben. A méréseket 10 fiatal, egészséges alanyon végezték. Minden alanyon három véletlenszerűen kiválasztott vizsgáló egy-egy teljes kalibrációt végzett. A vizsgálatok során az előző méréssorozattal megegyező 24 anatómiai pont került kalibrálásra, azonban a vizsgáló orvosok ezek pozícióját a mérések előtt közösen átbeszélték, és pontosításokat fogalmaztak meg ott, ahol ezt szükségének vélték. Ennek célja az egyéni interpretációk hatásának csökkentése volt. Az vizsgálatok a bevezetett mérőszámokkal kerültek értékelésre, és az előző méréssorozattal összehasonlításra. Az eredmények azt mutatták, hogy a vizsgálók közötti pontosság 23%-al javult, azonban még mindig nem éri el az egy vizsgáló által készített kalibrációk pontosságát és konzisztenciáját.

A lefektetett mérési szabályrendszer és bevezetett mérőszámok szilárd alapot biztosítanak a különböző módszerek pontosságának összehasonlítására, és egy adott módszer fejlesztésének eredményeinek vizsgálatára. A kalibrációs módszer további finomításával a jövőben annak az elérése a cél, hogy a különböző vizsgálók által végzett vizsgálatok eredményei összehasonlíthatók legyenek, kalibrációik hasonlóan pontosak és konzisztensek legyenek, mintha egy vizsgáló végezte volna el azokat.

Egyes vívómozdulatok mozgáselemzése

(Movement analysis of certain fencing movements)

Kocsor Máté MSc
kocsor.feco@gmail.com

Konzulensek: Dr. Kiss Rita, egyetemi tanár, MOGI
Nagymáté Gergely, doktorandusz, MOGI

A mozgásvizsgálatok egyre fontosabb szerepet töltenek be egyes sportmozgások elemzésében is. Ez lehetőséget teremt nemcsak a mozgásformák hatékonyságának növelésére, de a sérülések prevenciójára is. A kutatás célja, hogy néhány alap vívó mozgást mozgáselemzéssel vizsgáljunk. A vizsgálatba a profi sportolók mellett amatőr sportolókat (heti rendszerességgel edző személyek) vonunk be. A mozgásokat a teljes testen elhelyezett 50 pontos biomechanikai modellt használunk, a felhelyezett markerek a mozgást nem akadályozzák. A kijelölt pontok térbeli helyzetét a BME Mechatronika, Optika és Gépészeti Informatika Tanszék Mozgáslaboratóriumában felszerelt OptiTrack optikai mozgásvizsgáló rendszerrel rögzítjük. A vizsgált mozgások: lépés előre-hátra; lépés hátra-előre; kitörés; kvart hárítás visszaszúrás, valamint kvart hárítás lépés visszaszúrás. A mozgásokat egymás után húszszor végeztetjük három sorozatban, hogy a fáradás hatása is elemezhető legyen. A térbeli pontok helyzetéből a felső és alsó végtag ízületi szögeit, valamint speciális távolság-idő paramétereket, mint kitörés hossza, kinyúlás hossza is számítható. A többszöri ismétléssel elvégzett feladatok megismétlési pontosságát (szórás, relatív szórás) is számítjuk. Az eredményeket t-próbával is összehasonlítjuk.

A két csoport összehasonlításából a legérzékenyebb mozgáspillanatok kiválasztása mellett az amatőr sportolók mozgássorának és a profi sportoló mozgássorának összehasonlításából az amatőr sportolók egyéni mozgássorai fejleszthetők. A megismétlési pontosság elemzése megmutatja a fáradásra legérzékenyebb mozgáspillanatok és mozgásjellemzőket.

Hogyan segíthetik a biomechanikai mérések a sportruhák tervezését? **(How could the biomechanical measurements be applied in sportswear design?)**

Pálya Zsófia MSc
palyazsofia@gmail.com

Konzulens: Dr. Kiss Rita, egyetemi tanár, MOGI

A sportruhák fejlesztése folyamatosan fejlődő dinamikus iparág, amelynek köszönhetően egyre modernebb, szintetikus anyagokból készülő ruházatok kerülnek piacra. Az utóbbi időkben ez a téma tudományos szempontból is egyre közkedveltebb lett. A gyógyászatban régóta használnak kompressziós harisnyákat terápiás és prevenciós célból egyaránt. A kompresszió az érrendszerben a lamináris áramlást, az egyenletesebb vérkeringést elősegíti és csökkenti a trombózisok kialakulásának kockázatát. A kompressziós ruhák sportteljesítményre gyakorolt hatása máig nem bizonyított. A kutatás célja különböző kompressziójú sportruházatok összehasonlítása mozgásvizsgálati és fiziológiás szempontból.

A vizsgálat során három különböző ruházatot hasonlítottunk össze. Az egyik kereskedelmi forgalomban is kapható kompressziós futónadrág (Nike, Power speed tight) a másik kettő egy-egy egyedi szabású garnitúra. A varratott ruházatok különböző alászedéssel készültek, így eltérő kompressziót fejtenek ki a testfelületre. A ruházatok komprimáltságát minden futóalany esetén előre kiválasztott pontokban Picopress nyomásmérővel rögzítettük. A vizsgálatba 4 női futóalanyt vettünk be. A vizsgált személyek minden ruházatban egyenként 15 percet futottak folyamatosan emelkedő sebesség intervallumok mellett (4-7-8-10-11 km/h).

A mozgást Optitrack alapú optikai mozgásvizsgáló rendszerrel rögzítettük. A mérésekhez használt biomechanikai modell a Motive szoftverben található 39 db markert tartalmazó teljes testmodell. A mozgásvizsgálati mérésekkel egyidőben a mérőalanyokról hátulról hőkamerával folyamatos felvételeket készítettünk valamint a pulzusukat is mértük. A ruházatok tömegét a mozgás előtt és közvetlenül a mozgás után lemértük. A hőkamerás felvételek, a pulzusdiagramok és a mozgásparaméterek kiértékelése sebességspecifikusan történt. A ruházatok hatását a mozgásjellemzőire többváltozós varianciaanalízissel elemeztük.

Az eredmények jól mutatják, hogy a ruházatok komprimáltsága a mozgás képét befolyásolja. A ruházatok szabása és anyagösszetétele hasonló, feltételezhető hogy a fiziológiás eltérések is a kompresszió következtében létrejövő egyenletesebb vérkeringésnek köszönhetőek.

Irodalom:

1. Sperlich, B. et al.: Different types of compression clothing do not increase sub-maximal and maximal endurance performance in well-trained athletes. Journal of sports sciences, 28(6) : 609–614 (2010).
2. Alves JC, Peserice C, Nogueira, G, Machado, F. Influence of continuous and discontinuous graded exercise tests with different initial speeds on peak treadmill speed. Science & Sports, 32(1): 15–22 (2017).
3. Kiss RM. Comparison between kinematic and ground reaction force techniques for determining gait events during treadmill walking at different walking speeds. Medical engineering & physics, 32(6) : 662–667 (2010).



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

ENERGETIKAI RENDSZEREK MODELLEZÉSE

- égésselmélet, tüzeléstechnika, hőtranszport, CFD és FEM modellek –

Helyszín: Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék D224 terem

Időpont: 2018. november 14. 8:30

Elnök: Dr. Fülöp Tamás, egyetemi docens

Titkár: Szücs Mátyás, doktorandusz

Tag: Dr. Maiyaleh Tarek, egyetemi docens
Dr. Ván Péter, tudományos munkatárs

8:30 Kovács Szilárd

Új hőtermelő illesztése a kaposvári távhőrendszerhez

Konzulens: Dr. Szánthó Zoltán, egyetemi docens

8:50 Mihók Anna

Alacsony hőmérsékletű szerves Rankine körfolyamatok természetes munkaközégek esetén

Konzulens: Dr. Imre Attila, egyetemi tanár

9:10 Poszaveczi Roland

Erőmű gazdasági értékelése termodinamikai modell alapján

Konzulens: Dr. Groniewsky Axel, egyetemi adjunktus

9:30 Kustán Réka

Villamosenergia-előállítás bioetanol üzemben keletkező hulladékhő alapján

Konzulens: Dr. Groniewsky Axel, egyetemi adjunktus

9:50 Szünet

10:10 Füzesi Dániel

Perdítőelem kialakítások égésre gyakorolt hatásának elemzése

Konzulens: Dr. Józsa Viktor, egyetemi adjunktus

10:30 Fehér Anna

Mérőberendezés építése hőátadási tényező mérésére

Konzulens: Dr. Józsa Viktor, egyetemi adjunktus

10:50 Szeidl Ákos Gábor

Sűrített levegős energiatároló műszaki és gazdasági elemzése

Konzulens: Mayer Martin János, doktorandusz

Új hőtermelő illesztése a kaposvári távhőrendszerhez
(Instalation of a new heating plant to Kaposvár town's district heating system)

Kovács Szilárd MSc
kovacsszilard96@gmail.com

Konzulens: Dr. Szánthó Zoltán, egyetemi docens, ÉPGET

A kaposvári távhőrendszer bővítése következtében jelentősen megnő a rendszer hőigénye. Munkámban meghatároztam a hőigény várható értékét és éven belüli alakulását. A hőigények alakulásánál figyelembe vettem a csatlakoztatni kívánt épületek típusát, az így meghatározott hőigényt korrigáltam a korábbi éves átlag hőmérsékletekkel. A meghatározott éves tartamdiagram segítségével vizsgáltam az újonnan telepítendő hőtermelő optimális teljesítményét. A beépített teljesítmény meghatározásához figyelembe vettem a meglévő hőtermelőket, tüzelőanyag költségüket és várható hatásfokukat. A fentiek felhasználásával meghatároztam az optimális teljesítményű újonnan létesítendő fűtőmű éves üzemét.

Alacsony hőmérsékletű szerves Rankine körfolyamatok természetes munkaközegek esetén

(Low-temperature organic Rankine cycles in case of natural working fluids)

Mihók Anna BSc
mihokanna@outlook.com

Konzulens: Dr. Imre Attila, egyetemi tanár, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

A mindennapi hírekben is egyre többet szerepel, hogy az öregedő és környezetszennyező hatásairól közismert konvencionális erőművi technológiáknak, mint a szén és a gáz, leáldozott. Helyüket átveszik az ún. „zöld” energiaforrások, vagyis a megújulók. Legfőképpen a szél és a napenergia felhasználása van jelenleg előtérben, viszont ezek időjárásfüggősége és így rapszódikussága miatt továbbra is szükség van olyan erőművekre, melyek ezek kiesésekor is el tudják látni az igényeket. Jelenleg ezen célokra még a hagyományos erőműveket használják, azonban szükség lenne a helyettesítésükre. Erre jó megoldás lehet a geotermikus energia, stabil energiaforrásuk miatt leginkább alaperőműként alkalmazhatóak.

A Föld hőjének hasznosítása nem függ nagyban a külső körülményektől, viszont hátránya, hogy csak bizonyos helyekre koncentrálódik, így bárhol nem aknázható ki. Magyarország ilyen szempontból szerencsés helyes fekszik, hiszen a Kárpát-medence területén nagy a hőáramsűrűség, illetve geológiai szempontból olyan felépítésű, hogy a kialakult közetrétegek jó víztárolóképességűek. Így több környéken is megtalálhatóak a 90-150 °C-os termálvizek, melyek már energetikai célokra is alkalmazhatóak.

Táv hő-forrásként már régóta fennáll használatuk, viszont kutatásom során szeretném megvizsgálni, hogy mely területek alkalmasak villamosenergia-termelésre is. Dolgozatomban bemutatom a 2017-ben Tura mellett üzemelésre került geotermikus erőművet, illetve áttekintem az elkészült megvalósíthatósági vizsgálatokat. Munkám során feldolgozom a jelenleg található geotermikus tanulmányokat, melyek alapján kiválasztok egy geotermikus erőmű telepítésére alkalmas helyszínt.

Emellett dolgozatomban célja, hogy az előbb említett hőforráshoz kiválasszak egy erőművi típust illeszkedve az adott körülményeknek. Kutatásomban szerves Rankine körfolyamatokat vizsgállok, bemutatom ezen rendszerek általános működését, ideális és valós hősémaszámításokat végzem Microsoft Excel és Cycle-Tempo programok segítségével. Szakirodalom alapján kiválasztott hatféle munkaközeggel tesztelem az elkészült modellt tanulmányozva az egyes eseteket kiadott teljesítmény és hatásfok, valamint műszaki megvalósíthatóság szempontjából. Ezen szempontokon túlmutatóan gazdasági, környezetvédelmi és biztonságtechnikai szempontból is megvizsgálom az alkalmazott rendszereket és munkaközegeket.

Erőmű gazdasági értékelése termodinamikai modell alapján **(Financial evaluation of thermal power plant based on thermodynamic modelling)**

Poszavecz Roland MSc
poszi46@gmail.com

Konzulens: Dr. Groniewsky Axel, egyetemi adjunktus , Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

Új villamosenergia-termelő kapacitások – erőművek – létesítése jelentős tőkebefektetés mellett végbemenő, gyakran elhúzódó beruházások. Emiatt a végleges döntéshozók munkájának megkönnyítése céljából részletes és alapos gazdasági számítások/elemzések elvégzése szükséges, melyek alapján megfelelő pontossággal becsülhető a jövőbeni projekt sikeressége.

Kutatásom célja, hogy szakirodalmi források felhasználása mellett kifejlesszek egy olyan – Fortran programnyelven íródó – algoritmust, mely a kereskedelmi forgalomban kapható Cycle-Tempo hősémaszámító programmal dinamikus adatkapcsolatot létesítve ad automatikusan főterv szintű költségbecslést adott erőmű típus – elsősorban konvencionális hőerőmű – esetén. A költségbecslés alapját az erőmű termodinamikai modellje képezi. A beruházás költségei az erőművi hősémában szereplő főberendezések (kazán, turbina, szivattyú, stb.) jellemzői paraméterein keresztül kerülnek meghatározásra. A létesítmény üzemeltetési költségkomponensei (üzemanyag, munkaerő költsége, stb.) pedig a bekerülési költségek és egyéb elméleti összefüggéseken keresztül kerülnek megbecslésre.

Dolgozatomban egy konkrét esettanulmányon keresztül (Láng-BBC 215 MW-os blokk) mutatom be az elkészített szoftver működését, valamint részletes használati útmutatót adok, amely segítségével a Cycle-Tempo mellett futó kiegészítő program bárki számára használhatóvá válik.

Az automatizált eljárás eredményeként a felhasználó kész – a korábbiakban említett pontossági osztályba sorolandó – költségbecslést kap kézhez tetszőlegesen megadott gazdasági környezet mellett mind beruházási, mind üzemeltetési szempontokat tekintve a projekt megtérülési vizsgálatával egyetemben.

Irodalom:

- [1] R. Turton, R. C. Bailie, W. B. Whiting, J. A. Shaeiwitz, D. Bhattacharyya: Analysis, synthesis and design of chemical process – Fourth Edition, Pearson Education, USA, ISBN 13:978-0-13-261812-0 (2012).
- [2] A. Bejan, G. Tsatsaronis, M. Moran: Thermal design and optimization, John Wiley and Sons Inc., ISBN 0-471-58467-3 (1996).
- [3] J. Xiong, H. Zhao, C. Zhang, C. Zheng, P. B. Luh: Thermoeconomic operation optimization of a coal-fired power plant, State Key Laboratory of Coal Combustion – Huazhong University of Science and Technology, Wuhan; Department of Electrical and Computer Engineering – University of Connecticut, Storrs, USA, CT 06269-2157 (2012)
- [4] A. G. Memon, R. A. Memon, S. Qureshi: Thermo-environmental and economic analysis of combined cycle power plants regression modelling and optimization, Department of Mechanical Engineering, Mehran University of Engineering and Technology, Jamshoro, Pakisztán

Villamosenergia-előállítás bioetanol üzemben keletkező hulladékhő alapján **(Electricity production based on waste heat, produced during Bioethanol separation process)**

Kustán Réka MSc
reka.kustan@gmail.com

Konzulens: Dr. Groniewsky Axel, egyetemi adjunktus, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

Napjainkban, a növekvő energiafelhasználás hatására egyre kritikusabbá válik a környezetszennyezés, az üvegházhatású gázok kibocsátásából eredő problémák nagysága és a fosszilis energiahordozók kitermelésének aránya. A negatív externáliák csökkentésének érdekében egyre fontosabb szemponttá válik az energiahatékonyságra való törekvés. Így napról napra fokozottabb figyelem fordul az újrahasznosítható forrásokból származó, alternatív – karbonsemleges – energiahordozók előállítására és alkalmazására is. Ennek egy már megvalósított példája a bioetanol üzemanyagként való felhasználása.

A bioetanol szeparációs folyamatai során jelentős energiaigények lépnek fel, illetve nagy mennyiségű hulladékhő keletkezik, melyek következtében az így előállított bioüzemanyag nem versenyképes a többi piacon lévő fosszilis forrásokból származó üzemanyaggal szemben. A versenyképesség növelésére ad lehetőséget az egyre nagyobb mértékben elterjedő organikus Rankine-ciklus (ORC), ami lehetővé teszi az alacsonyabb hőmérsékletű források villamosenergia-előállítás céljából való felhasználását.

A bioetanol előállításának lépései közül az azeotróp desztilláció során jelentkezik a legkiemelkedőbb energiaigény, illetve ezen a ponton keletkezik a legnagyobb mennyiségű hulladékhő is. Az itt végbemenő etanol-víz szeparáció számos műszaki kialakítás mellett elvégezhető. Ezen részfolyamat lehetséges konfigurációinak és a keletkezett termékeinek vizsgálatát követően minden egyes kapcsoláshoz hozzárendelhető az előállított bioetanol egységnyi tömegáramára jutó, hasznosítható hulladékhő mennyisége. Ezeket a fajlagosított mennyiségeket felhasználva létrehozható egy olyan általános érvényű módszer, amely segítségével meghatározható egy adott bioetanol előállítási rendszer desztillációs folyamatához illeszthető, villamosenergia-termelő ORC optimális kialakítása. Az organikus Rankine-ciklus konstrukciójának meghatározása mellett elengedhetetlen a megfelelő, hőmérsékleti viszonyok szempontjából optimális munkaközeg kiválasztása. Az így kialakított egység nagy hozzáadott értékű villamos energiát bocsát rendelkezésünkre, biztosítva ezzel a végtermékek értékesítéséből származó bevételek növekedését.

Irodalom:

- [1] Brígido Jesús Hipolito-Valencia, María Vázquez-Ojeda, Juan Gabriel Segovia-Hernández, José María Ponce-Ortega: Waste Heat Recovery trough Organic Rankine Cycles int he Bioethanol Separation Process. I & EC research. (2013).
- [2] Huijuan Chen, D. Yogi Goswami, Elias K. Stefanakos: A rewiew of thermodynamic cycles and working fluids for the conversion of low-grade heat. Renewable and Sustainable Energy Reviews, pp. 14. and 3059-3067 (2010)

Perdítőelem kialakítások égésre gyakorolt hatásának elemzése **(Investigation of the effect of swirler designs on combustion)**

Füzesi Dániel MSc
fuzesidaniel95@gmail.com

Konzulens: Dr. Józsa Viktor, egyetemi adjunktus, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

Napjainkban egyre fontosabbá válik a hagyományos tüzelőanyagokkal üzemelő energiatermelő erőgép berendezések káros anyag kibocsátásának csökkentése a környezetünk megóvása érdekében.

Az energiatermelésre használt gázturbinák hagyományosan diffúz lángot használtak a nagy stabilitási tulajdonságaik és a megfelelő teljesítményük miatt, azonban igen magas a termikus NO_x kibocsátásuk, amely a jelenlegi szabályozások értelmében nem elfogadható. Az új koncepciók jellemzően az előkevert égőket preferálják, ugyanis így nagyobb lesz az elégett-elégetlen frakciók részaránya. A perdítőelem segítségével pedig a láng stabilizálható, így homogén égés valósítható meg. Stacionárius, turbulens tüzelést perdítőelemmel ellátott égővel számos mérnöki alkalmazásban találunk egészen az erőművi gázturbináktól a repülőgépekig.

Az égés egy önmagában is összetett folyamat, ugyanis a termodinamikai és áramlási jelenségeken felül a reakciókinetika is szerepet játszik a láng kialakulásában. Az időfüggő folyamatok eleve oszcillációkhoz vezethetnek, melyek károsíthatják a berendezést. A dinamikus terhelés közben tartása ma elengedhetetlen a manőverező képesség biztosításához, mely jelenleg korlátozottan lehetséges csak, a legtöbb hőerőgép csupán kitüntetett terhelési állapotokban tud hatékonyan működni. Annak érdekében, hogy a stabil láng létrejöjjön, és ne legyenek veszélyes instabilitások, szükséges, hogy a fenti megoldásokat a legmegfelelőbb paraméterek mellett alkalmazzuk.

Az alternatív folyékony és légnemű tüzelőanyagok egyaránt jól alkalmazhatók perdületes égőkben, azonban dolgozatom célja a perdítőelem hatásának a vizsgálata, ezért tüzelőanyagként földgázt alkalmazok, amelynek égése jól ismert az irodalomban, így referenciának tekinthető eset. A kutatás későbbi lépésében más tüzelőanyagokat is elemzek majd. A számításaimat ANSYS Fluent szoftverkörnyezetben végzem, az égőt egy hengeres vizsgálótérrel és egy perdítőelemmel látom el. 30 kW-os teljesítmény mellett elemzem a lángstabilitás feltételeinek teljesülését, valamint a lángsebességet, hőmérsékletet és az égés különböző összetevőinek alakulását. A megfelelő paraméterek megválasztása után a légfesleges hatását mutatom meg a lángstabilitásra és az égéstermékekre vonatkozóan.

A geometriát perdítőelemmel ellátva kialakul a jellemző áramlási kép, a beesési szögek változtatásával pedig különböző lángkarakterisztikák különböztethetők meg. Mivel a tranziens szimuláció jobban közelíti a valóságot a turbulens jelenségek miatt, a megfelelően beállított stacionárius számítások után ezt alkalmaztam.

A kapott eredmények előrevetítik egy kísérlet berendezés vizsgálatát, melyek validációként is szolgálhatnak a numerikus számításnak.

Mérőberendezés építése hőátadási tényező mérésére **(Building a test rig for heat transfer coefficient measurement)**

Fehér Anna BSc
feher.panni@gmail.com

**Konzulens: Dr. Józsa Viktor, egyetemi adjunktus, Energetikai Gépek és Rendszerek
Tanszék**

A hőátadás jelenségével számos mérnöki területen találkozhatunk. Az energiaiparban ilyen például a fűtés, hűtés, szellőztetés, de az energaintenzív folyamatokat is mind jellemzi, ahol a rendszer atmoszférában üzemel. A dolgozatomban a hőcserélő berendezésekkel foglalkozom, melyben a hővezetés és a hőátadás egyaránt jelen van, előbbi a két közeget elválasztó falban, utóbbi az elválasztó fal és a hidegebb közeg között, és azt a célt szolgálja, hogy a benne áramló melegebb közeg hőt adjon le az átáramló hidegebb közegnek. A felület és a körülötte elhelyezkedő közeg közötti hőátadást azonban nagyban befolyásolja a berendezés geometriája, valamint az, hogy az áramlás természetes vagy kényszerített és a berendezésben kialakuló áramlás lamináris vagy turbulens, melyet a közeg sebességétől függő Reynolds szám határoz meg. A dimenziótlan számok arra szolgálnak, hogy jelen esetben a hőátadás jelenségei közötti hasonlóságot leírják, ilyen pl. Reynolds-szám, Nusselt-szám, Prandtl-szám stb.

A közegek hőátadás mértékének jellemzésére szolgáló hőátadási tényező meghatározására kísérleti berendezéseket építenek, felhasználva a dimenziótlan számokat, és a mért eredményekből számolják ki azokat. Azonban ezeket a berendezéseket tapasztalati úton meghatározott képletekkel építik meg, és alkalmazzák, de a megépítés után a rajta mért értékek az elméletileg számítottól nagyban eltérhetnek. Dolgozatomban be szeretném mutatni az általam tervezett, és épített egyjáratú, csőben cső kialakítású hőcserélő készüléket, melyben a levegő kényszerített, turbulens áramlású. A berendezést a termodinamikában, és áramlástanban használt alapokat felhasználva méreteztem. A fűtés és a közegek áramoltatása szabályozható módon történik, így lehetőség van többféle hőmérséklet és sebesség általi mérésre.

A berendezésen különböző méréseket végzek, több fix pontban is termoelemek segítségével határozom meg a hőmérsékletet. A kapott értékeket összegezem, és kiértékelem a dolgozatomban, majd meghatározom a levegő hőátadási tényezőjét a már dimenziótlan számok segítségével, ezek után a kiszámított értékeket összevetem az irodalomban megtalálhatókkal.

Irodalom:

- [1] Lajos Tamás: Az áramlástan alapjai, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2004.
- [2] Környey Tamás: Hőátvitel, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1999.

Sűrített levegős energiatároló műszaki és gazdasági elemzése **(Technical and economic analysis of compressed air energy storage)**

Szeitl Ákos Gábor BSc
szeitl.akos@gmail.com

**Konzulens: Mayer Martin János, doktorandusz, Energetikai Gépek és Rendszerek
Tanszék**

Napjainkban a villamosenergia-rendszer nagy átalakuláson megy keresztül és a jövőben valószínűsíthetően nagy kihívásokkal kell szembenéznünk. Az időjárásfüggő megújuló energiaforrások hasznosításának elterjedésével, azok ingadozó teljesítménye miatt, a mostaninál rugalmasabb villamosenergia-rendszerre van szükség a termelés és a fogyasztás egyensúlyának fenntartásához. A nehezen kiszámítható termelés és az energiaigény növekedése miatt rendszerszintű tartalékok bővítésére is szükség lesz az ellátásbiztonság fenntartásához.

Az előbb említett problémákra az energiatárolás jelenthet megoldást, mely az energiaár napon belüli ingadozását használja ki. Ez a tanulmány a nagyméretű energiatárolók fejlődését vizsgálja, azon belül is a sűrített levegős energiatárolás (Compressed Air Energy Storage - CAES) előrehaladásáról ad képet. Ismerteti a különböző kutatásokban megjelent technológiai megoldásokat, a tudományos eredményeket, melyeket mások értek, majd részletesebben vizsgálja az adiabatikus sűrített levegős energiatároló (AA-CAES) működését.

Ez a megoldás egy gázturbinás erőmű felépítéséhez hasonlítható, melyhez egy földalatti tárolót és egy hőtároló rendszert kapcsoltak. A technológia lényege, hogy völgyidőszakban, olcsó villamosenergia-ár esetén egy motor segítségével meghajtva a kompresszort levegőt sűrítünk a tárolóba, majd csúcsidőszakban, drága energiaárak esetén ezt az égőtérben felhevítve gázturbinán expandáltatjuk és villamos energiát termelünk.

Erre a célra a tanulmányhoz egy modellt készítettem MATLAB környezetben, mellyel a feltöltési és kisütési ciklusokat vizsgáltam. A hatásfokszámítás különböző, erőművi és tárolói filozófiájú számításának módját is bemutattam.

A műszaki paraméterek meghatározása után kidolgoztam egy tárolási stratégiát, melynek alapjául a HUPX áramtőzsde adatait használtam. Ennek alapján szimuláltam az erőmű üzemvitelét a jelen helyzetre, valamint a megújuló energiaforrások beépített teljesítményének növekedése esetén is a MAVIR oldalán található rendszerterhelés diagramok segítségével.

A működési eredmények alapján gazdaságossági elemzést végeztem a modellen, levontam a következtetéseket, valamint megemlítettem további lehetőségeket, melyeket vizsgálni lehet a technológia kapcsán.



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

ÉPÜLETGÉPÉSZET

Helyszín: D. épület 126.
Időpont: 2018. november 14. 9:00
Elnök: Dr. Kajtár László, egyetemi docens
Titkár: Dr. Czétány László, adjunktus
Tag: Virág Zoltán, ügyvezető, DuoPlan Kft.
Dr. Bothné Fehér Kinga, adjunktus

9:00 Ábrahám Dénes, Kóródi Brúnó Zoltán

Hőszivattyús rendszerek energetikai vizsgálata dinamikus szimulációval

Konzulens: Dr. Kassai Miklós, egyetemi docens

9:20 Vámos Viktória

Távfűtött épületek HMV fogyasztási szokásainak vizsgálata, energetikai értékelése

Konzulens: Dr. Horváth Miklós, adjunktus

9:40 Kovács Szilárd

Kaposvári távhőrendszer költségeinek alakulása

Konzulens: Dr. Szánthó Zoltán, egyetemi docens

10:00 Kemény Kristóf, Csapó Dániel

A használati melegvíz bojler energetikai tulajdonságainak méréses vizsgálata

Konzulens: Dr. Szánthó Zoltán, egyetemi docens

10:20 Szünet

10:40 Vörös Krisztián

Fűtőművek energetikai korszerűsítése szolár levegőfűtéssel

Konzulens: Bokor Balázs, tanársegéd

11:00 Juhász Tibor

Huzatkomfort kapcsolata a helyiség beépítettségével

Konzulens: Both Balázs, tanársegéd

11:20 Tóth Ádám Bars

Szolárfal rendszerű napkollektor hűtési hőterhelést csökkentő képességének vizsgálata CFD környezetben

Konzulensek: Bokor Balázs tanársegéd
Dr. Goda Róbert, adjunktus

11:40 Tóth Ákos BSc

Irodaépület villamosenergia fogyasztásának vizsgálata és napi fogyasztási profilok megállapítása idősoros adatok alapján

Konzulensek: Dr. Csoknyai Tamás, egyetemi docens
Dr. Horváth Miklós, adjunktus

Hőszivattyús rendszerek energetikai vizsgálata dinamikus szimulációval

Ábrahám Dénes MSc, Kóródi Brúnó Zoltán MSc
(abrahamdenes@gmail.com; korodibruno@gmail.com)

Konzulens: Dr. Kassai Miklós egyetemi docens
Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszék

A dolgozat célja két különböző rendeltetésű, különböző fűtési és hűtési rendszerrel rendelkező használatban lévő épület energetikai vizsgálata dinamikus szimulációval, a kapott eredmények összevetése a jelenleg hatályos 7/2006. (V. 24.) Tárcá Nélküli Miniszteri Rendelet (továbbiakban csak: TNM) szerinti tanúsítás alapján várható értékekkel.

A dolgozat első részében bemutatjuk az általunk kidolgozott dinamikus szimulációs modell felépítését, elméleti háttérét, a szimulációs energetikai méretező eljárás lépéseit, valamint rámutatunk a TNM rendelet és a szimulációs modell közötti elvi különbségekre.

Ezt követően bemutatjuk a vizsgált épületeinket és azok fűtésteknikai és hűtésteknikai rendszereit. A kutatómunkánkban az egyik vizsgált épület, egy családi ház, melyben a felületfűtést, -hűtést és a használati melegvíz előállítását egy levegő-víz közegű hőszivattyúval látják el. Másik épület egy kétszintes irodaház, ahol a fűtési és hűtési igényeket VRF hőszivattyús rendszerrel biztosítják.

Az építészeti tervek, adottságok alapján felépítjük az épületek háromdimenziós geometriai modelljét. Az elkészített épületszerkezeti modelleket ezt követően betöltjük a TRNSYS szimulációs szoftverbe, ahol a rétegrendek megadását követően elvégezzük a hőtechnikai számításokat, felépítjük az adott hűtési és fűtési gépészeti rendszerek blokkvázlatát, és lefuttatjuk a szimulációt.

A kapott eredményeket összevetjük a TNM által meghatározott értékekkel.

A kutatás folytatása gyanánt mért fogyasztási adatokat gyűjtve célunk, hogy összehasonlítsuk a dinamikus szimulációs módszerrel kidolgozott energetikai méretező eljárás, illetve a TNM rendelet által meghatározott energiafelhasználás értékeket a valós mért fogyasztási értékekkel, igazolva ezzel a kidolgozott eljárás helyességét.

Távfűtött épületek HMV fogyasztási szokásainak vizsgálata, energetikai értékelése

Vámos Viktória MSc
(vamos.viktoria.1993@gmail.com)

Konzulens: Dr. Horváth Miklós adjunktus,
Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszék

Napjainkban a költségosztás során a használati melegvíz előállításához szükséges éves hőmennyiséget a nyári fogyasztási átlag alapján határozzák meg. Ez az eljárás azonban nem vezet pontos eredményre, mivel a használati melegvíz fogyasztás mértéke és a különböző veszteségek az év során folyamatosan változnak. A tanulmányom során ezt a problémakört vizsgáltam, és elemeztem a távfelügyelettel és távhővel ellátott épületek/épületrészek használati melegvíz fogyasztási adatait, mely alapján megbecsültem ezen ingatlanok éves használati melegvíz fogyasztási trendjének alakulását.

A tanulmányom során először a különböző épületek/épületrészek használati melegvíz fogyasztását elemeztem, majd a használati melegvíz fogyasztások, az előremenő hőmérsékletek, valamint az összhőfogyasztások ismeretében, a nyári hónapok adataiból kiindulva meghatároztam a panel, illetve egyéb szerkezeti anyagokból épült ingatlanok, valamint az összes épület használati melegvíz hőfogyasztását a különböző hónapokban.

A rendelkezésemre álló adatokat többféle szempontból vizsgáltam: fűtött légtérfogatra, lakásokra, lakószámra, valamint fűtött alapterületre fajlagosítva külön a panel, illetve egyéb szerkezeti anyagokból épült ingatlanok, valamint az összes épület esetében. Az eredmények összehasonlíthatósága érdekében a júliusi, azaz a legkisebb fogyasztású hónap adataira fajlagosítottam a kapott értékeket, és meghatároztam azon dimenziótlan számokat, amelyeket alkalmazva az egyes ingatlanok használati melegvíz hőfogyasztása pontosabban becsülhető, mint csupán a nyári hónapok hőfogyasztásának átlagával számolva. Megvizsgáltam továbbá, hogy mekkora éves hődíjbeli különbségek adódhatnak egy fiktív, általam választott alapterületű ingatlan esetében.

Tanulmányoztam, hogyan alakul a különböző épületek éves, valamint napi átlagos használati melegvíz fogyasztása és hőfogyasztása fűtött légtérfogatra, lakásokra, lakószámra, valamint fűtött alapterületre fajlagosítva. Az új építésű ingatlanok tervezés során ezen adatok figyelembevételével becsülni lehet a jövőbeli melegvíz fogyasztási illetve hőfogyasztási igényeket. A fűtött alapterületre fajlagosított éves hőfogyasztást összevetettem a TNM rendelet alapján meghatározott értékkel is.

Kaposvári távhőrendszer költségeinek alakulása

Kovács Szilárd MSc
(kovacsszilard96@gmail.com)

Konzulens: Dr. Szánthó Zoltán egyetemi docens
Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszék

A kaposvári távhőrendszer mind hálózati mind termelői oldalon jelentős bővítésen megy keresztül, ennek hatására számottevően változnak az üzemeltetés költségei. A dolgozatban ezt a költségkülönbözetet határozom meg. Az üzemeltetési költségeket három fő részre csoportosítottam: a tüzelőanyag költségeire, a szivattyúzás költségeire, és az egyéb új termelő üzemeltetésével kapcsolatos költségekre. A dolgozatban bemutatom ezen költségek alakulását. Külön hangsúlyt fektettem a szivattyúzási költségek meghatározására. Meghatároztam az újonnan létesülő hőtermelő megtérülési idejét. Munkám számításaimat és eredményeimet tartalmazza.

Használati melegvíz bojler energetikai tulajdonságainak méréses vizsgálata

Kemény Kristóf BSc, Csapó Dániel MSc
(k3m3ny@gmail.com, csapodaca44@gmail.com)

Konzulens: Dr. Szánthó Zoltán egyetemi docens
Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszék

A használati melegvíz előállítására és hőtárolására hazánkban is igen elterjedten alkalmazzák a belső hőcserélőt tartalmazó bojlereket. Kompakt kialakítása és egyszerű szabályozása miatt kiválóan alkalmas családi házak, lakások HMV ellátására; nagyobb méretekben, vagy összetett hőellátó rendszerekben való alkalmazása azonban súlyos energetikai hátrányokkal járhat.

A dolgozat témája egy korábbi szakdolgozat és TDK munka folytatása [1]. Szeretnénk az ott használt CFD modellt és annak szimulációs eredményeit mérésekkel validálni, igazolni. Ehhez kiépítésre került egy mérőállomás, ahol a korábbi szimulációkban vizsgált 300 literes használati melegvíz bojler dinamikus energetikai viselkedését mértük ki. A szimulációs eredményeket a hőmérséklet mérési eredményeivel vetettük össze; ehhez hőmérőket helyezünk el a tartály belsejében.

A dolgozatban kitérünk egy globális modellre is, ahol a melegvíz bojler energetikai, illetve gazdasági alapon egy másik alternatívával hasonlítjuk össze.

Irodalom:

1. Csapó Dániel: Használati melegvíz bojler CFD modellezése; TDK dolgozat; BME Gépészmérnöki Kar, Épületgépészet szekció, 2017 november

Fűtőművek energetikai korszerűsítése szolár levegőfűtéssel

Vörös Krisztián BSc
(voroskrisztian01@gmail.com)

Konzulens: Bokor Balázs tanársegéd
Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszék

Magyarországon 210 távhőrendszer biztosítja 650 000 lakás hőellátását, így a távhőszolgáltatás hatékonyságának javítása feltétlenül pozitív hatással van a nemzeti energiaháztartásra. Napenergia-hasznosító rendszereket számos esetben integráltak távhőellátó hálózatok hőtermelésébe, ám az alkalmazott, sok esetben bonyolult technológia költségintenzív telepítése és üzemeltetése igen hosszú megtérülési időt tud eredményezni.

A dolgozatban bemutatott szolárfal rendszer napenergia segítségével a friss, külső levegőt felmelegíti, amely fűtésre, szellőztetési, szárítási folyamatokra vagy akár kazánok égési levegőjének előmelegítésére is alkalmas. Egyszerű felépítéséből és karbantartásmentes, megbízható üzeméből adódóan mind a telepítési, mind az üzemeltetési költsége kifejezetten alacsony a napenergia-hasznosító rendszerek átlagához képest. Számos épületgépészeti és technológiai rendszerben alkalmazzák világszerte magas hatásfokkal, ám a távhőellátásban egyelőre újdonságnak számít.

A dolgozatban bemutatom a szolárfal felépítését, hőtermelésének mechanizmusát, alkalmazási feltételeit. Rávilágítok arra, hogy nagy potenciál rejlik abban, hogy távhőellátó rendszerek részeként vagy a hőtermelés hatékonyságát növelje vagy a kazánház szellőztetési hőigényének egy részét megújuló napenergiából fedezze. Két magyarországi fűtőmű példáján szemléltetem a szolárfal távhőrendszerekbe való integrálhatóságát. A felújítási projekteket energetikai tanulmány keretében értékelem.

Huzatkomfort kapcsolata a helyiség beépítettségével

Juhász Tibor Péter BSc
(tibor.p.juhasz@gmail.com)

Konzulens: Both Balázs tanársegéd
Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszék

Az épületekkel kapcsolatos egyik legfontosabb elvárás az ott tartózkodó emberek komfortérzetének biztosítása. A komfortérzetet számos tényező befolyásolja, melyek jelentős része az épületgépészeti rendszerekhez, de főleg a légtechnikához köthető. A szabványok, előírások a komfortérzetet meghatározó mennyiségekre adnak meg ajánlásokat. A valós élet által állított követelményeknek azonban nem minden esetben képes teljes mértékben eleget tenni a szakirodalomban meghatározott előírás sokszor azért, mert a szabvány egyszerűen nem tér ki minden olyan részletre, melyek lényegesek a légtechnikai tervezés során.

Dolgozatomban szeretném bemutatni egy beépített kisterű irodahelyiség huzatkomfortját meghatározó főbb paramétereket, melyeket méréssel határozok meg. Mivel a kisterű irodahelyiségek világszerte elterjedtek, így különösen fontos a beépítettség hatásának vizsgálata a komfortparaméterekre. Ahhoz, hogy a munkavállaló a legjobb teljesítményét nyújtsa, elengedhetetlen a megfelelő irodai körülmények biztosítása. Ezek a körülmények természetesen nem csupán épületgépész szempontok lehetnek, azonban jelen esetben csak ezeket vizsgálom.

Az általam vizsgált, érintőleges légvezetési rendszerű helyiségben a beépítettség hatását korábban nem elemezték. Szeretném összevetni a saját adataimat korábbi mérésekkel, hogy egy átfogóbb képet kapjak a teszhelyiségről és annak viselkedéséről. Levegő utánpótlásnak egy résbefúvón keresztüli érintőleges légvezetést választottam, mely igen elterjedt az épületgépészeti gyakorlatban. Változó paraméterként a szellőző levegő térfogatáramának hatását elemzem a turbulens jellemzőkre. A kutatás során mérem a levegőmozgás sebességét, turbulencia-fokát, a levegő hőmérsékletét, illetve a szén-dioxid koncentrációt.

Irodaépület villamosenergia fogyasztásának vizsgálata és napi fogyasztási profilok megállapítása idősoros adatok alapján

Tóth Ákos BSc
(akos_toth@outlook.com)

Konzulensek: Dr. Csoknyai Tamás egyetemi docens, Dr. Horváth Miklós adjunktus
Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszék

A teljes villamosenergia felhasználás nagyobb része nem ipari fogyasztásból származik. Az OECD tagállamok 2016-os villamosenergia fogyasztási adatai alapján a kereskedelmi- és középületek felelnek a tagállamokon belüli villamosenergia-fogyasztás 31,8 százalékáért, míg a lakossági fogyasztók a felhasználás 31,1 százalékáért. Habár az utóbbi fogyasztói csoport fogyasztásának növekedésének üteme a 2010 és 2016 közötti időszakban átlagosan negatív, vagyis a lakossági szektorban csökkenő tendenciáról beszélünk, addig a előbbi kategória fogyasztása enyhén növekvő jeleget mutat. Adott típusú épületek korábbi fogyasztási adatainak ismeretével lehetőség nyílik hatékonyabb épületüzemeltetési stratégia kidolgozására.

A kutatómunka célja okos mérőkkel gyűjtött adatsorok feldolgozása és elemzése irodaépületek esetén azért, hogy jobban megismerjük a villamos energiafogyasztás menetrendjét, az irodai fogyasztás sajátosságait, időbeli alakulását, összefüggéseit. A konkrét vizsgálatot egy esettanulmány keretében végzem, melynek alapját egy konkrét irodaépületben végzett egész éves villamosenergia fogyasztási mérések képezik.

Az épületben kiépített mérőrendszer és a rendelkezésre álló adathalmaz lehetővé teszi a villamos összfogyasztáson felül egyes alrendszerek (épületrészek), a klímaberendezések fogyasztásának és a tetőre elhelyezett fotovoltaiikus rendszer által termelt villamos energiának az elemzését is. A rendelkezésre álló adatokból létrehozott villamosenergia-felhasználási profil alapját képezheti további kutatómunkának, melynek célja az irodaépületek általánosítható sajátosságainak meghatározása, emellett célom az is, hogy a kidolgozott módszer adaptálható legyen további épülettípusokra is.

Irodalom:

1. International Energy Agency: Electricity Information 2018: Overview
2. Tak-chung Fu: A review on time series data mining
3. Kristine O’Rielly: The need for better energy monitoring within industry

Szolárfal rendszerű napkollektor hűtési hőterhelést csökkentő képességének vizsgálata CFD környezetben

Tóth Ádám Bars BSc
(adam.bars.toth@gmail.com)

Konzulensek: Bokor Balázs tanársegéd, Dr. Goda Róbert adjunktus
Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszék

A szolárfal típusú napkollektorok hazánkban még nem elterjedtek, de egyszerű kialakításuk és üzemeltetési költségeik miatt nagy potenciál van bennük ipari méretben. A szolárfalak egyaránt alkalmasak téli időben levegő előmelegítésre, melynek kettős funkciója van, ugyanis homlokzatra helyezve hőszigetelő képessége révén csökkenti a hőveszteséget, míg a napsugárzás hatására felmelegedő levegő befúvásra is alkalmazható; de éjjeli üzemben és tetőátszellőztetésre is használható.

Dolgozatomban egy adott geometriájú és paraméterekkel rendelkező szolárfal 3D-s modelljét alkotom meg. A CFD szimulációt alapvetően két irányban futtatom. Az egyik irány a szolárfal nappali üzemben, elszívás nélküli esetben, két rétegű tetőn létrejövő, tisztán gravitációs elven jelentkező átszellőzést vizsgálja, míg a másik az éjjeli, sugárzásos, több fokozatú ventilátorral való elszívásos hűtési üzemet elemzi.



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

FENNTARTHATÓ ENERGETIKA

- megújuló energia, környezetvédelem, hőerőgépek, energiaellátás -

Helyszín: Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék D218 terem

Időpont: 2018. november 14. 8:30

Elnök: Dr. Imre Attila, egyetemi tanár

Titkár: Szücs Botond, doktorandusz

Tag: Dr. Ósz János, egyetemi docens
Dr. Dénes Ferenc, egyetemi adjunktus

8:30 Hajas Tamás

Bioetanol alapú vegyipari alapanyagok környezeti fenntarthatóságának vizsgálata a V4 országokban

Konzulens: Dr. Cséfalvay Edit, egyetemi docens

8:50 Lénárt Flóra

Háztartás energiaellátásának optimalizálása megújuló energiaforrások segítségével

Konzulens: Mayer Martin János, doktorandusz

9:10 Radnai Róbert

VVER atomerőmű primerköri szabályozásainak átalakítása a berendezésekben ébredő hőfeszültségek csökkentése céljából

Konzulens: Dr. Szentannai Pál, egyetemi docens

Fekete Tamás

9:30 Pap Kristóf Gyula

Multifunkcionális épület energiaközpont üzemének optimalizálása

Konzulens: Dr. Bihari Péter, egyetemi docens

9:50 Szünet

10:10 Gergely László

Hulladékok energetikai hasznosítása – új hulladékégető mű létesítésének lehetősége

Konzulens: Györke Gábor, doktorandusz
Molnár Szabolcs, főmérnök

10:30 Bednárík János Gergő

A villamosenergia-igények napelemes rendszerrel történő fedezésének lehetőségei a vállalati szektorban

Konzulens: Györke Gábor, doktorandusz
Dr. Szabó János, adjunktus

10:50 Safcsák Márton

Háztartási hűtőkészülékek energiafogyasztás mérési módszerei

Konzulens: Dr. Maiyaleh Tarek, egyetem docens

11:10 Pogány Zsombor

Mezőgazdasági melléktermékek fluidágyas környezetben történő hasznosíthatóságának vizsgálata

Konzulens: Szücs Botond, doktorandusz

Bioetanol alapú vegyipari alapanyagok környezeti fenntarthatóságának vizsgálata a V4 országokban
(Environmental sustainability study on bioethanol-based chemicals in V4 countries)

Hajas Tamás MSc
hajas.tamas.1996@gmail.com

Konzulens: Dr. Cséfalvay Edit, egyetemi docens, Energetikai gépek és Rendszerek Tanszék

A biomassza konverzióval előállított platform molekulák hasznosításával lehetőség nyílik a fosszilis energiahordozók mint alapanyagok kiváltására, így növelni tudjuk a fosszilis készletek élettartamát és megközelíteni a klímavédelmi célokat. Ezért az energetika életre hívta az ezzel kapcsolatos kutatásokat, melyek fenntarthatósági elemzésekkel párosulva új energiatermelési módszereket keresnek az emberiség számára.

Az energetikában a fosszilis energiahordozók teljes kiváltása, jelen állás szerint, nem reális cél a nagy volumenű felhasználásuk miatt, ezért meg kell vizsgálni, hogy egyéb ipari területen, ahol kisebb volumenű felhasználásuk van, ez megvalósítható-e. A vegyipar petrokémiai iparágában világszerte évente több tonnányi fosszilis szénhidrogén vegyületet használnak fel alapanyagként, amely volumenét és összenergia mennyiségét tekintve messze elmarad az energetikai célokra használt mennyiségtől. A dolgozatomban megvizsgálom, hogy lehetséges-e növényi biomasszából készített bio-alapanyagokból (bioetanol) is előállítani petrokémiai termékeket.

A dolgozatban bemutatom a hagyományos petrokémiai eljárás alternatíváját, amely kukoricából előállított bioetanol kiindulási alapanyagból állítja elő a petrokémia alapvegyületeit: etilén, propilén, toluol, xilolok, etilén-oxid, sztirol és benzol. Az alternatív technológia környezeti fenntarthatóságának számolásait két alappillérre építem. Vizsgálom az alapanyagok újratermelődésének és felhasználásának kinetikáját, másik oldalról pedig a hulladék keletkezés és lebomlás/lebontás kinetikáját. Ezen két alappillért egy környezeti fenntarthatósági mutatóba aggregálva elkészítettem a V4 országok petrokémiai alaptermékeire vonatkozó elemzést. A dolgozatom rávilágít arra, hogy a fosszilis energiahordozók mint alapanyagok kiváltása bioetannal megvalósítható-e a nevezett országokban.

Háztartás energiaellátásának optimalizálása megújuló energiaforrások segítségével (Optimization of the energy supply of a household using renewable energies)

Lénárt Flóra BSc
lenart97.flora@gmail.com

Konzulens: Mayer Martin János, doktorandusz, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

Az épületek energiahatékonyságának javításával jelentős mennyiségű energia takarítható meg, hiszen jelenleg a primerenergia-felhasználás 40%-a lakóépületek fűtési, használati melegvíz (HMV) és villamosenergia igényét fedezi. A környezeti terhelés csökkentésére, hálózattól való nagyobb függetlenség elérésére és a gazdasági hatékonyság növelésére egy lehetséges megoldás a lakóházak megújuló energiával való ellátása. Az időszakos rendelkezésre állás és az időjárás kiszámíthatatlansága megnehezíti a feladatot.

A külső hőmérséklet, beérkező napsugárzás és szélereősség változása miatt teljesítményingadozás lép fel a napelemes, napkollektoros, szélturbinás rendszerekben, melynek figyelembevétele elengedhetetlen a rendszer tervezési fázisa során. Az éves fűtési és villamosenergia igény szintén változik, míg a HMV igény szinte állandónak tekinthető. Több energiaforrás együttes használata alkalmas lehet a változó fogyasztói igények és a megújuló energiaforrásokban fellépő teljesítményingadozás kiegyenlítésére. Céлом több megújuló energiát hasznosító rendszer egyidejű vizsgálata.

Dolgozatomban egy budapesti családi ház igényeit figyelembe véve vizsgálom az általam kiválasztott energiaforrásokat. Napelemes, napkollektoros, szélturbinás, hőszivattyús rendszert vizsgállok, melyekre hatással van a napsugárzás, külső hőmérséklet és szélsebesség változása. A rendszerek működését és termelését a környezeti jellemzők függvényében írom le.

A különböző megújuló energiaforrások modellalkotása szakirodalmi összefüggések felhasználásával, MATLAB környezetben történik. A modelleket egyenként és közös rendszerben is vizsgálom, a különböző kombinációkat gazdaságilag értékelem a beruházási költségek és éves energiaköltség megtakarítás alapján. A hő-, és villamosenergia tárolás és hálózatra táplálás kérdésével is foglalkozom. Az összekapcsolt modellek alapján optimalizálást végzek, mely során technológiai és gazdasági szempontból is a legkedvezőbb energiatermelési rendszer kiválasztása a cél. Az általam kidolgozott módszer lehetőséget nyújt egy háztartás energetikai korszerűsítése során az optimális energiatermelési, -megtakarítási és -tárolási lehetőségek megtalálásában és méretezésében

**VVER atomerőmű primerköri szabályozásainak átalakítása a berendezésekben ébredő hőfeszültségek csökkentése céljából
(Reconsidering the control systems of the primary circuit of a WWER nuclear power plant in order to reduce thermal stress in components)**

Radnai Róbert MSc
robert.radnai@gmail.com

Konzulens: Dr. Szentannai Pál, egyetemi docens, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék; Fekete Tamást, MTA Energiatudományi Kutatóközpont

A dolgozatban azt vizsgáltam, hogy milyen szerepet kaphat az atomerőművek primer köri szabályozási rendszere a gyakori terhelésváltoztatás során fellépő káros hőfeszültségek csökkentésében. Modelleket és kódokat készítettem egy VVER atomerőmű modellezése céljából, ugyanis a típus kiemelt szereppel bír a magyar energiaellátás jelenében és jövőjében.

A szilárd berendezések különböző pontjai közötti hőmérsékletkülönbségek hőfeszültségeket okoznak, ezek anyagfáradást eredményezhetnek, és így csökkenthetik a berendezés élettartamát. Irodalomkutatás során azonosítottam a hőfeszültségek által okozott anyagfáradásnak különösen kitett berendezéseket.

Végeselemes modellt fejlesztettem MATLAB környezetben a fellépő hőfeszültségek modellezése céljából. A végeselemes modellek futtatása számításigényes, emiatt valós idejű szabályozási rendszerben való alkalmazása korlátozott. Különböző megoldásokat javasoltam, amelyek kisebb számítási kapacitást igényelnek, azonban megfelelően pontosak szabályozási rendszer tervezéséhez. Többváltozós optimalizálás segítségével olyan egyenleteket határoztam meg, amelyek egyszerűek, azonban megfelelő pontossággal adják meg az ébredő hőfeszültségeket.

MATLAB-Simulink környezetben készítettem el a VVER típusú atomerőmű primer körének dinamikus modelljét, amely egyrészt kiszámítja a primer kör termodinamikai paramétereinek időbeli alakulását, másrészt pedig alkalmas modellreferenciás prediktív szabályozásban (MPC) való használatra a modell linearizálása, vagyis lineáris állapottermodellé való átalakítása után. A szükséges egyenletek és paraméterek irodalomkutatás során, valamint saját számítások segítségével kerültek meghatározásra

PID szabályozásokat fejlesztettem és hangoltam be a primer kör termodinamikai folyamatjellemzőinek – pl. nyomás, átlagos primer kör vízhőmérséklet, térfogatkompenzátor vízszintszabályozására. Különböző szabályozási stratégiák kerültek kiértékelésre, amelyek előnyök lehetnek a hőfeszültségek csökkentésében, ilyen például a primer kör átlagos vízhőmérsékletének állandóhoz közeli értéken tartása.

MPC szabályozó került kifejlesztésre a hőfeszültségek minimalizálása, valamint a primer kör előző bekezdésben részletezett szabályozási feladatainak teljesítése céljából. Egy lineáris állapottermodellt hoztam létre a nemlineáris modellre alapozva MATLAB-Simulink környezetben, ez szolgál az MPC szabályozó beépített modelljeként.

Multifunkcionális épület energiaközpont üzemének optimalizálása (Optimization of polygeneration system in a multifunctional building)

Pap Kristóf Gyula BSc
pkristof.95@gmail.com

**Konzulens: Dr. Bihari Péter, egyetemi docens, Energetikai Gépek és Rendszerek
Tanszék**

Magyarországon a 2000-es években számos vállalat telepített telephelyére gázmotorral és kisegítő berendezésekkel rendelkező energiaközpontokat, annak érdekében, hogy a felhasznált villamos energiát maguk termeljék meg. Ezen energiaközpontok megtermelt villamos energia mellett hűtési, illetve hőenergiát is szolgáltatnak.

Kutatásom fókuszában egy magyarországi multifunkcionális épület energiaközpontjának műszaki, illetve gazdasági optimalizációja áll. A vizsgált energiaközpont felépítése összetett. A központban a gázmotor mellett abszorpciós és kompresszoros hűtőberendezések, gázkazánok, hűtőtornyok, valamint hőtárolók is találhatóak. Ezen berendezések egyenként számos üzemi ponttal rendelkeznek, melyek egymáshoz való viszonyát vizsgálom a kutatásom során. A rendszer összetettségéből következően 5 munkapontban vizsgálom az energiaközpont teljesítményének, valamint energiafelhasználásnak optimumát.

Kutatásom első részét a műszaki optimalizáció teszi ki, melyhez felhasználok az előző évek gázfogyasztását, valamint villamosenergia-termelését. A kutatásom második fázisában az időben változó gáz- és villanyár megbecsülésével a komplexum gazdasági optimumát vizsgálom.

Hulladékok energetikai hasznosítása – új hulladékégető mű létesítésének lehetősége
(Waste to energy methods– the feasibility of a new waste incineration plant)

Gergely László BSc
gergelylszlo@gmail.com

Konzulens: Györke Gábor, doktorandusz, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék
Molnár Szabolcs, főmérnök,

Hazánkban és szerte a világon egyre nagyobb problémát okoz a lerakott hulladék mennyisége. A múlt- és jelenbeli tendenciák nemcsak környezetvédelmi szempontból, de energetikailag is egyre komolyabb figyelmet kapnak.

A kialakult hulladék helyzetre az EU igen komoly irányelvekkel és követelményrendszerrel rendelkezik, aminek megfelelően az erre vonatkozó jogszabályi háttér megismerése szükséges. A dolgozatban kiemelt figyelmet kap az energetikai hasznosítás lehetősége, műszaki megoldásainak háttere (elsősorban a konvencionális rostélytüzelés, illetve a fluidágyas égetés), emellett sor kerül az energetikai hasznosítás SWOT analízisére is. A feltárt, hulladékokkal kapcsolatos minőségi és mennyiségi adatokkal ezek után hőséma számítást végezve, kialakul egy kép az energetikai hasznosítás lehetséges volumenéről. Ezek mellett a dolgozat megtérülési számítással is vizsgálja a kapott teljesítményű hulladékhasznosító mű létesítésének lehetőségét.

A technológiai és gazdasági modell eredményei alapján a pályamunka javaslatokkal egészül ki a hulladékhasznosító mű esetleges megépítésével kapcsolatban. A kapott eredmények emellett komplex módon összevethetők más, közel azonos teljesítményű energiatermelő technológiákkal, ezzel segítséget nyújtva az azok közötti választásban.

**A villamosenergia-igények napelemes rendszerrel történő fedezésének
lehetőségei a vállalati szektorban**
(Analyzing the scale of opportunity to secure the enterprise sector's energy
demand with solar electric panels)

Bednárík János Gergő BSc
bedjanko23@gmail.com

Konzulens: Györke Gábor, doktorandusz, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék
Dr. Szabó János, adjunktus, Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszék

Az elmúlt 6 év során a napelemes rendszerek növekedési üteme 77%/év és 29%/év között változott. Ez a növekedés azt jelenti, hogy csak 2016-ban már több fotovillamos rendszert telepítettek egy év alatt, mint amennyi a világban 2011-ben mindösszesen működött. A napenergia hasznosításának gyors növekedése miatt az ezzel kapcsolatos tervezési feladatok is nagy mértékben gyarapodnak lakossági, ipari és országos szinten egyaránt.

Egy élelmiszerfeldolgozó üzem javaslatot kért villamosenergia-igényeinek csökkentésére fotovoltaiikus napelemes rendszer telephelyre történő telepítésével. Az üzem energiafelhasználásának mérési adatait a megrendelő rendelkezésre bocsátotta.

A napenergia szezonálisan eltérő rendelkezésre állását figyelembe véve keresem egy adott napelemtípus alkalmazása mellett a gazdaságilag legkedvezőbb telepítendő kapacitást. A megrendelő kérésére a villamosenergia-hálózatra a napelemek nem termelnek vissza túltermelés esetén sem energiát.

A dolgozatban a felvázolt feladatnak megfelelően egy gazdasági modell létrehozása a cél, mely a napelem-kapacitás tervezéséhez ad iránymutatást a megrendelőnek, ésszerű gazdasági körülmények és véges számú műszaki, gazdasági és jogi feltétel figyelembevételével.

Háztartási hűtőkészülékek energiafogyasztás mérési módszerei (Methods for Determining Energy Consumption of Household Refrigerating Appliances)

Safcsák Márton BSc
safcsak@gmail.com

**Konzulens: Dr. Maiyaleh Tarek, egyetem docens, Eergetikai Gépek és Rendszerek
Tanszék**

A hűtőkészülékkel mint a háztartásokban az egyik legjelentősebb energiafogyasztókkal, szemben nemzetközi szinten is magasak a fogyasztói és jogi elvárások. Ezen elvárások az egyes országokban vagy országcsoportokban elfogadott szabványokban nyilvánulnak meg.

A legfontosabb ilyen elvárás az energiahatékonyság, mely a különböző besorolási rendszerekben nyilvánul meg a fogyasztó szemszögéből. Az ilyen besorolások mögött a készülék típusán elvégzett energiafogyasztás mérés áll.

Az energiafogyasztás mérések pontos körülményei erősen befolyásolják a kapott eredményt, ezért a mérések pontos menete egyes országban külön rögzítve van, az így meghatározott mérési módszerek célja az, hogy a háztartási használat alatt fellépő körülményeket minél inkább megközelítsék, míg a vizsgálatot egyszerűen, gyorsan és könnyen megismételhetően le lehessen folytatni.

A dolgozat célja ezen módszerek bemutatása, értékelése és az elvégzésük lehetőségeinek feltárása a Jendrassik György hőtechnikai laboratórium felszereltségével.

**Mezőgazdasági melléktermékek fluidágyas környezetben történő
hasznosíthatóságának vizsgálata**
**(Investigating the use of the viability of agricultural by-product in fluidized
bed)**

Pogány Zsombor MSc
p.zsom95@gmail.com

Konzulens: Szücs Botond, doktorandusz, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

Az erőművek számára egyre nagyobb a nyomás, hogy a fosszilis tüzelőanyagok részarány csökkenjen. Ezzel együtt a különböző biohulladék, mezőgazdasági eredetű melléktermékek, ipari melléktermékek, mint tüzelőanyag felhasználási aránya növekedjen. A fosszilis tüzelőanyag és biomassza együtt-tüzelése által; valamint a biomassza, mint külön tüzelőanyag eltüzelésével csökkenthető a keletkező CO₂ kibocsátás, hisz utóbbi hónapokban jelentősen megnövekedett CO₂ kvóták miatt is elengedhetetlennek tűnik az ilyen irányú fejlesztés. Ezzel ellentétben egyéb károsanyag kibocsátás értékek megnövekednek a biomassza részarány növelésével. Egyes esetekben a negatív hatások veszélyt jelenthetnek az erőművekre nézve üzemeltetési szempontokból.

Dolgozatomban több típusú tüzelőanyag fluidágyas környezetben való hasznosítása során felmerülő kérdésre térek ki, mint a szélelés és vizsgáljuk a tüzelőanyag szemcsék eloszlását buborékos fluidágyban. Az ilyen kísérletekből származó tapasztalatok által kiszűrhető, hogy mely üzemállapotok lehetnek az erőműre nézve negatív hatással, valamint elkerülhetővé válnak az egyes veszélyes üzemállapotok.



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

GÉPÉSZETI ELJÁRÁSTECHNIKA

Helyszín: D. épület 101.
Időpont: 2018. november 14. 9:00
Elnök: Dr. Láng Péter, egyetemi tanár
Titkár: Szabó Viktor, tanársegéd
Tag: Dr. Barna Lajos, címzetes egyetemi tanár
Dr. Nagy András, egyetemi docens

9:00 Horváth Máté

Laboratóriumi kombinált abszorber-adszorber mérőállomás tervezése és kivitelezése

Konzulensek: Dr Poós Tibor, adjunktus
Varju Evelin, doktorandusz

9:20 Bató Mihály

Víz párolgásának vizsgálata fűtött tartályból

Konzulensek: Dr Poós Tibor, adjunktus
Varju Evelin, doktorandusz

9:40 Plenter Szabolcs

Mérések elvégzése fluidizációs szárítón a csökkenő száradási sebesség tartományán

Konzulens: Szabó Viktor,

10:00 Sebesi Viktória

Szárítási modellek vizsgálata infrasugaras paradicsomszárítás esetén

Konzulens: Dr. Örvös Mária, egyetemi docens

10:20 Németh Bence Gábor

Gyógyszeripari hulladék-oldószerkeleg két, szakaszos desztillációs lépéssel történő regenerálása

Konzulensek: Dr Láng Péter, egyetemi tanár
Dr. Hégely László, adjunktus

Laboratóriumi kombinált abszorber-adszorber mérőállomás tervezése és kivitelezése

Horváth Máté MSc
(mate.horvath94@gmail.com)

Konzulensek: Dr. Poós Tibor adjunktus, Varju Evelin doktorandusz
Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszék

Mind az abszorpció, mind az adszorpció technológiája nagyon elterjedt, több iparágban alkalmazzák különböző tisztítási technológiáknál. Vegyipari, gyógyszeripari és környezetvédelmi területeken egyaránt jelen vannak, és fontos szerepet töltenek be. A két műveletet közegek tisztításánál, szétválasztásánál használják. Az adszorpciós eljárás lényege, hogy szilárd felületen gőz-, gáz- vagy folyadékközegből megkötjük a kívánt komponenst, míg abszorpciónál folyadékkal lehet elnyelelni különböző komponenseket a légnemű közegből. Egy abszorpciós mérőberendezés a Tanszék Stokes Laboratóriumában már jelen van, azonban több ponton felújításra szorult. Továbbá a Tanszéken található adszorber mérőállomás is, mely kivitelezése további korszerűsítési munkákat kívánt. Mivel mindkét berendezéshez hasonló gépészeti elemekre és műszerezettségre van szükség, ezért hely és költségtakarékosság végett a két műveleti berendezést egy keretszerkezetre terveztem meg. A gépészeti tervezést a kivitelezés követte, melyet önkéntes nyári gyakorlati munkám során valósítottam meg.

A berendezéssel számos üzemállapot valósítható meg, azaz az abszorber önálló működése és az adszorber önálló működése mellett a két művelet kombinálható is egymással. Ezáltal új kutatási mérések valósíthatók meg, mely során nem csak az abszorber toronyban szabályozható mennyiségű nedvességet lehet elnyelelni az adszorber szilikagél ágyával, hanem ammónia beadagolásával szagkomponensek is megköthetők aktívszén töltettel. Továbbá elektromos légmelegítő beépítésével a gázoldal hőmérsékletének emelésével, párolgási vizsgálatok is elvégezhetők az abszorberben, valamint az adszorpció hőmérséklet függése is vizsgálható. Az itt felsorolt esetek kutatási mérései nem képezték részét jelen munkámnak, azokat a jövőben kívánom vizsgálni.

Munkám során ismertetem a tervezés lépéseit, a 3D modellt, kitérek a számításokra, majd bemutatom a berendezés elkészítésének lépéseit, végül összefoglalom a műszerezés kialakítását és a beüzemelés, próbamérések menetét. A gép segítségével hallgatók megismerkedhetnek két, a vegyiparban széleskörűen alkalmazott eljárással.

Víz párolgásának vizsgálata fűtött tartályból

Bató Mihály András MSc
(batomisi@gmail.com)

Konzulensek: Dr. Poós Tibor adjunktus, Varju Evelin doktorandusz
Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszék

A párolgás jelenségének fontos szerepe van az életben, a meteorológia és a műszaki alkalmazások területén is. Kutatásom során az élethez nélkülözhetetlen és a műszaki gyakorlat szempontjából is az egyik legfontosabb folyadék, a víz párolgását vizsgáltam. A szivattyús energiatároló rendszerek működtetése során is rendkívül fontos a párolgási folyamatok ismerete, ugyanis, ha a víztárolók nem teljesen fedettek, a nagy víztükör miatt jelentős lehet a párolgással fellépő vízveszteség. Az uszoda és a wellness-központok energetikája szempontjából sem szabad a párolgással fellépő hő- és vízveszteségtől eltekinteni. A medencékből kilépő hőáramveszteség egyik legjelentősebb része a párolgásra fordítódik. Különböző összefüggésekkel lehet a víz párolgási veszteségét meghatározni, és ezek az egyenletek az eltérő körülményektől és feltételektől függően más és más eredményt adnak.

A párolgás jelenségével kapcsolatos szakirodalmakat jellemzően az elmúlt száz év kutatásai között lehet megtalálni, bár az első ismert párolgási sebesség meghatározására szolgáló egyenletet már 1802-ben Dalton megalkotta. Munkámban áttekintettem a természetes és a kényszerített áramlás vizsgálatára vonatkozó laboratóriumi méréseket, majd a természetes tavak és víztárolók, illetve a beltéri és a kültéri úszómedencék párolgására vonatkozó összefüggéseket.

Kutatásom során méréseket végeztem a Tanszéken található párolgási folyamatot vizsgáló berendezésen, ahol vizsgáltam a víz párolgását egy fűtött tartályból különböző légsebesség, folyadék és levegő hőmérséklet mellett. Megvizsgáltam az anyagátadási tényező mért és a hő- és anyagátadás közötti analógia segítségével számított értékek közötti eltérést, továbbá a mérési paraméterek változtatásának hatását is tanulmányoztam. A munkám célja a mért pontokra illesztett görbe egyenletének létrehozása, amelyet különböző feltételek mellett lehet használni anyagátadási jelenségek jellemzőinek meghatározásánál.

Megvizsgáltam továbbá a mérőberendezés csatornájában a határréteg alakulását, hogy a mérés kiértékelésénél pontosabb képet kapjunk a légcatorna áramlási viszonyairól. A határréteg ismerete a Chilton-Colburn analógia alkalmazása esetén bír nagy jelentőséggel, hiszen a Lewis-szám kitevőjének értékét a lamináris réteg határán érvényes sebesség és a főtömeg sebességének hányadosaként kaphatjuk.

Irodalom:

- [1] S. Szentgyörgyi, M. Parti, és K. Molnár, Transzportfolyamatok. Budapest: Tankönyvkiadó Vállalat, 1986.
- [2] M. T. Pauken, „An experimental investigation of combined turbulent free and forced evaporation”, Exp. Therm. Fluid Sci., köt. 18, sz. 4, o. 334–340, 1998.
- [3] M. M. Shah, „Methods for calculation of evaporation from swimming pools and other water surfaces”, ASHRAE Trans., köt. 120, sz. 2, o. 3–17, 2014.

Mérések elvégzése fluidizációs szárítón a csökkenő száradási sebesség tartományán

Plenter Szabolcs MSc
(plenter.szabolcs@gmail.com)

Konzulens: Szabó Viktor tanársegéd
Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszék

A fluidizációs szárítókát szemcsés anyagok szárítására alkalmazzák főként a mezőgazdaságban, gyógyszer- és élelmiszeriparban. Az eljárás során a felmelegített levegő átáramlik egy szilárd szemcsés halmazon, mely során a szemcsék bolygatott állapotba kerülnek, ami biztosítja azok intenzív és egyenletes száradását. A szárítási műveletek során hőközléssel egybekötött anyagátadás valósul meg, mely során az anyag nedvessége gőzzé alakul és a szárítógázba diffundál, a szárítógáz pedig hőt közöl a szemcsékkel.

A fluidizációs szárítás műveleti méretezéséhez szükséges paraméter a szárítógáz és a száradó anyag közötti térfogati hőátadási tényező a szárítás teljes tartományán. A térfogati hőátadási tényező értékének meghatározása mérési úton lehetséges adott üzemi paraméterek mellett. A térfogati hőátadási tényező csökkenő száradási sebességű szakaszán történő meghatározásához ismerni kell a szárítólevegő hőmérsékletének, nedvességtartalmának, sebességének, valamint az anyag hőmérsékletének, tömegének és nedvességtartalmának változását az idő függvényében.

A feladat elvégzéséhez szükséges méréseket az Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszék laboratóriumában található félüzemi fluidizációs szárító berendezésen végeztem el. A méréseim során különböző típusú mezőgazdasági szemesterméket szárítottam, széles hőmérséklet- és levegősebesség tartományban. A berendezésen elhelyezett műszerek és az általunk alkalmazott mérési módszer segítségével mérhető a szárítólevegő és a száradó anyag fizikai és szárítási tulajdonságai a szárítás teljes tartományán.

A mérések kiértékelésénél a térfogati hőátadási tényező változását vizsgálom az anyag nedvességtartalmának függvényében, valamint az anyag száradására jellemző dimenziótlan nedvességtartalom-arányt az idő függvényében. A térfogati hőátadási tényező és az anyag nedvességtartalom közötti függvénykapcsolat lehetővé teszi a fluidizációs szárítás eddigieknél pontosabb leírását. Dolgozatom célja, hogy a mérési eredményeim felhasználásával létrehozható legyen a fluidizációs szárítás leírására alkalmas matematikai modell a szárítás csökkenő száradási sebességű tartományán.

Irodalom:

1. M. Khanali, S. Rafiee, A. Jafari, H. Hashemabadi, and A. Banisharif, 'Mathematical modeling of fluidized bed drying of rough rice (*Oryza sativa* L.) grain', J. Agric. Technol., vol. 8(3), pp. 795–810, Apr. 2012.
2. Z. Fonyó and G. Fábry, Vegyipari művelettani alapismeretek. Nemzeti Tankönyvkiadó Rt., 2004.
3. M. Markowski, I. Białobrzewski, and A. Modrzeska, 'Kinetics of spouted-bed drying of barley: Diffusivities for sphere and ellipsoid', J. Food Eng., vol. 96, no. 3, pp. 380–387, 2010.

Szárítási modellek vizsgálata infrasugaras paradicsomszárítás esetén

Sebesi Viktória MSc
(sebesi.viki@gmail.com)

Konzulens: Dr. Örvös Mária egyetemi docens
Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszék

Zöldségek és a gyümölcsök tartósításának egyik gyakran alkalmazott eljárása a szárítás, az aszalás, melyet egyre több helyen alkalmaznak paradicsom tartósítására is. Míg korábban a mediterrán, napsütötte területeken természetes energiaforrással, napsugárzással végezték a szárítást, napjainkban erre a célra speciális berendezéseket alkalmaznak. A paradicsomszárítás során használt berendezések működési elvét tekintve lehetnek konvekciós, fagyasztásos vagy infrasugaras szárítók. Mivel a szárítás igen nagy energiaigényű folyamat, fontos, hogy körültekintően válasszuk meg a berendezés típusát, a műveleti paramétereket, valamint matematikai modellek segítségével vizsgálható legyen a szárítás folyamata.

Irodalmi források felhasználásával bemutatom az infrasugaras szárítási módszert összevetve más eljárásokkal, valamint kitérek az infrasugaras módszer más felhasználási területeire is. Ismertetem a termék minősége és a szárítás energiahatékonysága szempontjából fontos jellemzőket. A szárítás során bekövetkező nedvességtartalom- és hőmérsékletváltozás leírására matematikai modellek állnak rendelkezésünkre. Bemutatom a nedvességtartalom változás leírására alkalmazott koncentrált paraméterű modelleket, melyek alkalmazásával lehetőség nyílik a szárítás energiaszükségletének előzetes becslésére.

A matematikai modell alkalmazásához szükséges állandók meghatározása kísérletekkel lehetséges. Ennek érdekében mérési módszert dolgoztam ki, valamint laboratóriumi mérőrendszert állítottam össze. A különböző szárítási paraméterek mellett elvégzett mérések alapján meghatározhatók az egyes szárítási modellek konstansai. A matematikai modellek és a mérési eredmények összevetésével megállapítom a modellek alkalmazhatóságát, javaslatot teszek a folyamatot legpontosabban leíró modell alkalmazására.

Gyógyszeripari hulladék-oldószerkelet két, szakaszos desztillációs lépéssel történő regenerálása

Németh Bence Gábor MSc
(benceanemeth@gmail.com)

Konzulensek: Dr. Láng Péter egyetemi tanár, Dr. Hégely László adjunktus)
Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszék

A desztilláció a folyadékelegyek szétválasztásának széles körben alkalmazott művelete, mely az elegy komponensei illékonyságának különbségén alapul. Változó mennyiségű és összetételű elegyek szétválasztására gyakran szakaszos desztillációt alkalmaznak, például a gyógyszer- és finomvegyszergyártásban és a szesziparban.

Dolgozatomban egy ipari hulladékoldószer (összetevői: diklórmétán (DKM), aceton, víz) szakaszos desztillációval történő feldolgozását vizsgáltam a ChemCAD professzionális folyamatszimulátorral. A művelet célja nagy tisztaságú aceton (víztartalma kisebb, mint 0,2 térfogat% és DKM tartalma kisebb, mint 0,05 térfogat%) gyártása. A kiindulási elegy nem ideális, az aceton DKM-mel és vízzel is tangens azeotrópot, a DKM és a víz pedig egymással heteroazeotrópot képez. A legjelentősebb szennyező a víz. Munkám célja az volt, hogy az aceton kinyerést növeljem a jelenlegi technológia módosításával.

Munkám során először a szétválasztandó elegy gőz-folyadék egyensúlyi viszonyait vizsgáltam. A termodinamikai modellekkel számolt értékeket összevettem mérési adatokkal. Ezután az üzemben jelenleg is működő technológiát modelleztem:

- Az elválasztás két kolonnán történik.
- Az első (kisebb) kolonnán előleparlás zajlik két sarzsban.
- Előleparlás után a két kapott főpárlatot egyesítik, majd egy nagyobb kolonnán újradesztillálják.

Ezek után a két kolonna működését úgy optimalizáltam, hogy az aceton kinyerést maximalizáljam. Döntési változó volt az egyes kolonnákban a különböző desztillációs lépéseknél a refluxarány és a párlatok mennyisége.



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

GÉPGYÁRTÁSTECHNOLÓGIA

Helyszín: 1111, Budapest, Egry József u. 1., T épület 47.

Időpont: 2018. november 14. 9:00

Elnök: Dr. Takács Márton, egyetemi docens

Titkár: Tóth András, tudományos munkatárs

Tag: Dr. Pálmai Zoltán, címzetes egyetemi tanár
Dr. Biró István, adjunktus

9:00 Soóki Mihály

Diszkrét esemény vezérelt szimulációs és 3D-s tervező szoftverek közötti adatinterfész fejlesztése

Konzulens: Dr. Németh István, egyetemi docens

9:20 Lakatos Dániel

Ipar 4.0-ás komponensekkel ellátott gyártócella tervezése minőségellenőrző feladat ellátására

Konzulens: Dr. Gyurika István Gábor, adjunktus

9:40 Patai Tamás

Impedancia és admittancia szabályozás vizsgálata szimulációs és hardveres környezetben egészségügyi robotalkalmazásokban

Konzulensek: Tóth András, tudományos munkatárs
Dr. Galambos Péter, egyetemi docens, Óbudai Egyetem

10:00 Fekula Márk

Robotos Pick and Place szcenárió támogatása a munkadarab egyensúlyi helyzeteinek vizsgálatával

Konzulens: Horváth Gergely, doktorandusz

10:20 Gerencsér Ádám

CAM rendszerek nagyoló ciklusainak kísérleti összehasonlítása

Konzulens: Jacsó Ádám, tudományos segédmunkatárs

10:40 Tihanyi Boglárka

Reprodukálhatósági vizsgálat reverse engineering technológia alkalmazásával

Konzulens: Dr. Gyurika István Gábor, adjunktus

11:00 Herke György

Hattengelyes erő-nyomatékmérő szenzor kalibrációja

Konzulens: Tóth András, tudományos munkatárs

11:20 Heszler András

Diszkrét eseményalapú szimulációs keretrendszer fejlesztése gyártási folyamatok elemzésére

Konzulens: Szaller Ádám, doktorandusz

Diszkrét esemény vezérelt szimulációs és 3D-s tervező szoftverek közötti adatinterfész fejlesztése

(Development of a data interface between discrete event simulation and 3D design software tools)

Soóki Mihály BSc
sookimihaly@gmail.com

Konzulens: Dr. Németh István, egyetemi docens, Gyártástudomány és -technológia Tanszék

Gyártervezés során azon cégek, amelyek kihasználják a mai technológiában rejlő lehetőségeket, a korszellemhez hűen digitális megoldásokat is alkalmaznak mérnöki tevékenységeik során.

A háromdimenziós tervezést jellemzően folyamatszimulációs tervezés követi. A konstruktőrök megalkotják a gyárat, azok objektumait, majd elhelyezik őket a térben, így elkészítve a gyárelrendezést. Ez az elrendezés ritkán végleges, legtöbbször átkerül a szimulációs mérnökökhöz, akik folyamatszimulációs modellt alkotnak az elképzelt megoldásról, melynek célja, hogy az elrendezési terv az adott feltételeket és korlátokat figyelembe véve a lehető legjobb legyen. Egy jó folyamatszimulációs modell megalkotását és kellő elemzését követően a szakemberek képesek meghatározni többek között az anyagáramlás útvonalát, idejét, a gépek kihasználtságát, rugalmasságát, feltorlódó gyártmányok gócpontjait. Ez a két folyamat tehát különböző tudást, felkészültséget igényel. Emellett fontos szempont megemlíteni, hogy a projektek méretéből adódóan lehetetlen, hogy egy mérnök kezében legyen egy teljes gyárkomplexum megtervezése.

Mi is a nehézség itt? Amikor a háromdimenziós modell átkerül a szimulációs részlegre, komoly munkát okoz felépíteni a szimulációs modellt. Jellemzően a mérnökök az alaprajz méretarányos képét próbálják beilleszteni a szimulációs modell hátterének, hogy megfelelően helyezhessék el a szimulációs objektumokat egymáshoz képest. Amikor ez a része elkészül, még fel is kell paraméterezni az anyagáramban résztvevő minden objektumot, ami hosszú és nagy odafigyelést igénylő folyamat. TDK munkám célja, hogy ezt a folyamatot segítse, a megoldásom hatékonyabbá tegye a két szoftver közötti kommunikációt. Ehhez megvizsgáltam azt, hogy mik azok a paraméterek, amelyek egy gyár elrendezéstervezése során, annak elemeit érintik, továbbá hogy mi szükséges egy szimuláció lefuttatásához, mely paraméterek elengedhetetlenek.

A megoldás, amit készítettem képes arra, hogy a Solid Edge 3D-s szoftverben parametrikus objektumokból felépített gyármodellt a Plant Simulation szoftverben automatikusan megépíti. Így lehetőség nyílik egy gyorsabb kommunikációra, csökkentve az iteráció idejét a két részleg között. A rövidebb válaszidő többek között költséget takarít meg és elősegíti egy jobb terv elkészítését.

Ipar 4.0-ás komponensekkel ellátott gyártócella tervezése minőségellenőrző feladat ellátására

(Quality check cell designing with Industry 4.0 components)

Lakatos Dániel BSc
daniel.lakatos96@gmail.com

Konzulens: Dr. Gyurika István Gábor, adjunktus, Gyártástudomány és -technológia Tanszék

A nyár és az őszi folyamán lehetőségem volt megtervezni és elkészíteni egy olyan gyártócellát, mely egy alkatrész felületi minőségellenőrzését végzi és Ipar 4.0-ás komponensekkel van ellátva. Ez a feladat sok kihívást tartalmazott magában, de sikerült elkészíteni a demonstrációs cellát.

Ez a cella a következő részekből áll. A minőségellenőrzést egy Keyence gyártású ipari kamera végzi, ami egy UR-3-as kollaboratív robottal alkot egy hálózatot. A roboton is található egy SICK kamera, melynek funkciója a demonstrációs feladatban az alkatrészek érkezésének felismerése. Az alkatrészek adagolását egy saját tervezésű futószalag végzi. A futószalagon a munkadarabokat két motorból és két karból álló sorompó állítja és pozicionálja, majd a robot elhelyezi a képfeldolgozás helyszínére. Ezek vezérlését egy Raspberry Pi mikrokontrolleren írtam meg. Egy folyamat ebben a cellában abból áll, hogy egy munkadarab érkezik, képfeldolgozást követően az eredmény függvényében a robot vagy elhelyezi egy kijelölt helyre a hibás alkatrészt vagy vissza a futószalagra. Mindezen elemek között a hálózati kommunikációt is elkészítettem. Létrehoztam egy szerverként funkcionáló programot egy PC-n. Ez a szerver Websocket technológiával kommunikál a mikrokontrollerrel és egy vizuális kezelő felülettel (GUI) és socketen TCP/IP protokoll szerint a robottal. (Ugyanezen protokoll szerint van összekapcsolva a Keyence kamera képfeldolgozó egysége és a robot.)

Projektfeladat első lépéseként felmértem a cellára vonatkozó igényeket a cég részéről és megismerkedtem a cella elkészítésére már beszerzett elemekkel. Ezután felmértem a beszerzendő hardver és szoftver elemeket és elkezdtem modellezni a minőségellenőrző állomásokat 3D nyomtatáshoz. Emellett elkezdtem tervezni egy futószalagot. A szoftver- és hardver igények teljesülését követően elkezdtem a programozást. Elkészítettem a szervert és egy GUI-t. A kezelőfelület mindenféle releváns adatot megjelenít a rendszerről (hány jó vagy rossz alkatrész készült haladt át eddig, hálózati információk, az egyes motorok és robotnak az állapotairól visszajelzés és egy külön oldalon megjeleníti a robotra szerelt kamerának az élő képét). A Raspberry Pi-hoz vásároltunk egy driver elemet, mely lényegében egy előre elkészített motor vezérlő kiegészítő. Ehhez érkezett egy Python könyvtár, amelyekkel könnyedén lehetett tetszőlegesen mozgatni a motorokat. A robot képes kommunikálni két csatornán keresztül. A képfeldolgozás eredményéről a Keyence kamera üzenetet küld a robotnak, mely azt továbbítja az összes többi node-nak.

Ez a cella reprezentálja a technológia fejlődését és az informatika és kommunikációs programozás fontosságát egy cella tervezése során. A cellát demonstrációs célból készítettem az Emerson Process Management Magyarország Kft. erre kialakított területén.

Impedancia és admittancia szabályozás vizsgálata szimulációs és hardveres környezetben egészségügyi robotalkalmazásokban

(Examination of Impedance and Admittance Control in Simulation and Hardware Environments in Medical Robot Applications)

Patai Tamás MSc
patai.tomi@hotmail.hu

Konzulensek: Tóth András, tudományos munkatárs, Gyártástudomány és -technológia Tanszék
Dr. Galambos Péter, egyetemi docens, Óbudai Egyetem, BARK

Az impedancia és admittancia szabályzás két rokon fogalom, egyazon modell két különböző megoldása. A szabályozás alapjául szolgáló modell a másodrendű, azaz valós rendszerek szimulációjára alkalmas. Ez lehetővé teszi, hogy különböző anyagok, berendezések mechanikai tulajdonságait vizsgáljuk.

A különböző alkalmazások során fontos a modellparaméterek minél pontosabb előzetes beállítása, mivel a tesztelések során a hardver könnyen károsodhat mind elektromos, mind mechanikus oldalon. Ezen probléma megoldására készítettem Matlab környezetben egy szimulációt, mely a modellparaméterek beállítását segíti. A számítógépes modellem „2” szabadságfokot képes kezelni, de a számítási módszerek lehetővé teszik az „n” szabadságfokra való módosítást. Részleteiben egy két szabadságfokú mechanizmus admittancia szabályzását szimuláltam, de a szimuláció könnyen módosítható eltérő szabadságfokra, eltérő csuklótípusokra is. A szimulált mechanizmus egy egészségügyi robotalkalmazáshoz tartozik: a Reharob Gyógytornáztató Berendezés kézmoduljának kétcuklós robotujja, mely a betegek ujjainak mozgását biztosítja.

A szimulációs környezetből való kilépés első lépése egy lineáris tengelyű tübeszúrás szimulációjára használható eszköz szabályzásának számítógépre való áthelyezése és az eszköz ROS-ba való integrálása volt, illetve hogy egy olyan „ROS node” álljon rendelkezésre, mely a későbbiekben bővíthető több szabadságfokra, és más hardveres alkalmazásokra is. (Pl.: Párhuzamos pofás robot megfogóra.)

A Reharob ujjak vizsgálatánál az alapvető cél a hardver paraméterek identifikációja és az admittancia szabályzás megvalósítása volt.

Robotos Pick and Place scenárió támogatása a munkadarab egyensúlyi helyzeteinek vizsgálatával

(Supporting robot Pick and Place scenarios by determining the stable equilibria of workpieces)

Fekula Márk MSc
mark.fekula@gmail.com

Konzulens: Horváth Gergely, doktorandusz, Gyártástudomány és -technológia Tanszék

A termelő vállalatok által alkalmazott ipari robotok és egyéb manipulátorok egy fontos feladata a Pick and Place rakodási folyamat. A megfogáshoz elengedhetetlen a munkadarab megfelelő pozíciója és orientációja az adagoló rendszerben. Az egyik általánosan alkalmazott megoldás egy az adott munkadarabhoz tervezett igazító elemekből és szalagon elhelyezett manipulátorokból álló adagoló rendszer. Ennek hátránya a gyártás rugalmasságának csökkenése. A másik megoldás univerzálisan állítható manipulátorok használata. Ez a rossz felületén nyugvó munkadarabot automatikusan elveti, visszakerül az adagolási folyamat elejére, így jelentősen növelve a munkadarabok átlagos átfutási idejét.

A dolgozat célja egy olyan szoftveres megoldás fejlesztése, mely képes a munkadarab háromdimenziós modellje alapján, megkeresni a stabil egyensúlyi helyzeteihez tartozó felületeit, éleit és pontjait. Ezek ismeretében az adott nyugvó munkadarab helyzetéhez és orientációjához tartozó háromdimenziós transzformációs mátrix és (képfeldolgozáshoz optimalizált) felülnézeti kép hozható létre. Ilyen adatok birtokában egy, az adagoló fölé helyezett kamera képét feldolgozva, bonyolultabb algoritmusok nélkül, gyorsan meghatározható a munkadarab pontos pozíciója és orientációja. Ezt felhasználva a robot maga is képes lenne megfelelő helyzetbe állítani a munkadarabot, majd az előírtak szerint megfogni. Akár számítható olyan manipulációs pálya, melyhez nem szükséges az egységes megfogási pozíció és orientáció, csak hogy az áthelyezés végén megfelelő helyzetben legyen a munkadarab. E megoldásokkal gyorsabb és rugalmasabb gyártórendszerek lennének kivitelezhetők.

A feladat végrehajtásához, először áttekintem a vonatkozó szakirodalmat, ismertetve az egyensúlyi helyzetek meghatározásához használt matematikai módszereket. A legjobban illeszkedő módszert kiválasztva, bemutatom a fejlesztett szoftvert. Végül különböző alakú és méretű testek vizsgálatával tesztelem a működését és értékelem az eredményeket.

CAM rendszerek nagyoló ciklusainak kísérleti összehasonlítása **(Experimental comparison of the roughing cycles of CAM systems)**

Gerencsér Ádám MSc
gerencsera93@gmail.com

**Konzulens: Jacsó Ádám, tudományos segédmunkatárs, Gyártástudomány és -
technológia Tanszék**

A CAM szoftverek jellemzően olyan nagyoló ciklusokat alkalmaznak, amelyek szerszámpálya generálás során a hagyományos teraszoló nagyolás elvét követik. Ezek egyik legnagyobb hátránya, hogy az anyageltávolítás rossz hatásfok mellett történik, mivel nem nyílik lehetőség a szerszámgepek és szerszámok nyújtotta lehetőségek kihasználására. Ennek okait elsődlegesen nem az alkalmazott szerszámgepekben és szerszámokban kell keresni, hiszen a legtöbb esetben ezek már korszerű formában rendelkezésre állnak, hanem a hagyományos nagyoló stratégiák jellemzőiben. Ennek kiküszöbölésére napjainkban már számos olyan CAM rendszer rendelkezésre áll, amelyekben már megtalálhatók a cégek saját fejlesztésű modern, korszerű nagyoló ciklusai.

A feladatom első része ezen CAM szoftverek megismerése és használatának elsajátítása volt. Annak érdekében, hogy az egyes megoldások kísérleti úton vizsgálhatók legyenek egy alkalmas mintageometriát dolgoztam ki, amelynek megmunkálásához a programok segítségével különböző nagyoló szerszámpályát készítettem. A kísérletek során egy erőmérő cella segítségével mértem és rögzítettem a megmunkálás során a szerszámon fellépő terhelő erőket, amelyek a kiértékelés alapját adták. Annak érdekében, hogy az egyes esetek összehasonlíthatók legyenek az NC programokat adott szempontok alapján egységesítettem, amelyek a dolgozatomban kifejtésre kerültek.

Reprodukálhatósági vizsgálat reverse engineering technológia alkalmazásával

(Reproducibility testing using reverse engineering technology)

Tihanyi Boglárka BSc
sejhajdejo@gmail.com

Konzulens: Dr. Gyurika István Gábor, adjunktus, Gyártástudomány és -technológia Tanszék

A TDK dolgozatom során bemutatott feladatom célja egy 3D lézerszkennert pontossági vizsgálata volt, amely a reverse engineering technológia használatával valósult meg. A dolgozatom során a feladataim közé tartozott a fent említett technológia bemutatása, majd az ehhez tartozó eljárások tanulmányozása. A továbbiakban saját tesztadarab tervezése és legyártása következett, melyen az ismertetett eljárások egyikét, a 3D szkennelést elvégeztem és az adott lézerszkennert pontosságát tudtam vizsgálni. A legyártott, majd beszkennelt mintadarab újragyártásához szükséges műveleteket végrehajtottam, s a pontossági vizsgálatok megkezdéséhez sikeresen le is gyártottam a munkadarabom másolatát. Ezután a két darab mérése következett, amelyből a használt 3D szkennert pontossága vizsgálhatóvá vált. A dolgozatomban bemutatásra kerültek a feladataim elkészítéséhez nélkülözhetetlen folyamatok, a felhasznált eszközök jellemzői továbbá az alkalmazott programokkal kapcsolatos információk. Az általam használt mérőeszköz egy ZScan 700 típusú 3D lézerszkennert volt, mellyel a szkennelést végrehajtottam. Az utómunkálatokhoz az Autodesk szoftvercsaládból a ReCap, valamint a Fusion 360 volt a segítségemre. A mintadarab és a reprodukált test összehasonlító mérésére a ZEISS UMC 850 koordináta mérőgéppel került sor. A mérési eredményekből arra lehet következtetni, hogy a különböző síkokban eltérő pontossággal értelmezi a pontok helyzetét a lézerszkennert, például az xy síkkal párhuzamos síkok z irányú koordináta értékei esetén tapasztaltam jelentősebb eltéréseket.

Irodalom:

- [1] Horváth Mátyás – Markos Sándor: Gépgyártástechnológia (Műegyetem Kiadó, 2002)
- [2] Sarka Ferenc – Dr. Sente József: Interaktivitás a tervezésben és a prototípusgyártásban
https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0001_1A_G3_05_ebook_interaktivitas_a_tervezesben_es_a_prototipusgyartasban/G3_05_interaktivitas_a_tervezesben_es_a_prototipusgyartasban_35_35.html/

Hattengelyes erő-nyomatékmérő szenzor kalibrációja **(Calibration of a 6-axis force-torque sensor)**

Herke György MSc
herkegyorgy33@gmail.com

**Konzulens: Tóth András, tudományos munkatárs, Gyártástudomány és -technológia
Tanszék**

Fejlődő világunkban a vevői elégedettség, mint elsődleges tényező egy termelő vállalat szempontjából kulcskérdés. Azon vállalatok számára, akik a termékgyártás mellé tették le voksukat, manapság elkerülhetetlen, hogy gyártási folyamataikhoz ipari robotot alkalmazzanak a gyártási ciklusidő csökkentéséhez vagy adott szintű folyamatképeség eléréséhez. Ezen eszközök nem önmagukban elegek ahhoz, hogy egy adott feladatot megoldjanak, szükség van korszerű kiegészítő eszközök használatára a megbízhatóbb működéshez.

Egy ilyen kiegészítő eszköz lehet az erő-nyomatékmérő szenzor. Ennek feladata, hogy érzékelje a robotra ható külső mechanikai terhelést, tételezen a külső terhelő erő és nyomaték vektorkettőst, és ezeket az adatokat eljuttassa a vezérléshez. A vezérlés a szenzor beállítástól és a kapott adatoktól függően utasítást adhat a robotnak például pályamódosításra, vagy akár megállásra. Egy ilyen eszköz pontossága döntő jelentőségű a felhasználó számára, hiszen a helyesen megírt robotprogram mellett a pontosan működő szenzorok eredményeznek kiváló használati megbízhatóságot.

Azonban ilyen szenzorokat nemcsak az iparban, szerelési feladat támogatásához lehet felhasználni. A szóban forgó szenzor kalibrációját a Reharob Gyógytornáztató Berendezésben használt robotokhoz szükséges szenzoron végeztem el. Ez a berendezés mozgássérült betegek felső végtagjait tudja tornáztatni ipari robotok segítségével. A tornáztatást ebben az esetben is gyógytornászok végzik el, de a robotokat tanítják be a megfelelő mozgások elvégzésre, amit a robotok visszajátszanak. Ehhez a betanításhoz szükség van az erő-nyomatékmérő szenzorra, mivel a betanítás egy külső terhelés adása a robotokra, mely terhelésekből a vezérlés adott irányú mozgást generál.

Dolgozatomban egy kifejezetten a Reharob Gyógytornáztató Berendezéshez tervezett és legyártott, nyúlásmérő bélyeg alapú erő-nyomatékmérő szenzor beállítását, mérnöki szakszóval kalibrációját mutatom be. Lépésről-lépésre leírom a kalibráció menetét, a szenzor villamosan mért egyes paramétereinek a megvizsgálásától, a próbaterheléseken és a mérési adatok feldolgozásán keresztül, a szenzorra jellemző transzformációs mátrix meghatározásáig. A kalibráció végcélja ennek az egyedi és állandó mátrixnak a meghatározása, amely megadja, hogy villamosan mért alapmennyiségek és a szenzorra kifejtett erők és nyomatékok pontosan milyen függvénykapcsolatban vannak egymással.

Diszkrét eseményalapú szimulációs keretrendszer fejlesztése gyártási folyamatok elemzésére

(Development of a discrete event-based simulation framework for analysis of production processes)

Heszler András BSc
heszler.andras@gmail.com

Konzulens: Szaller Ádám, doktorandusz, Gyártástudomány és -technológia Tanszék

Ha egy komplex rendszerrel rendelkező, gyártási tevékenységgel foglalkozó vállalat napjainkban versenyképes szeretne maradni, elengedhetetlen számára, hogy a rendelkezésére álló erőforrásokat minél hatékonyabban ki tudja használni, folyamatait összehangoltan tudja működtetni. A termelési és logisztikai folyamatokkal kapcsolatos vizsgálatokat viszont egy komplexebb rendszer esetében már nem lehet analitikus módon elvégezni, ekkor a rendszer modelljét felépítve, majd szimuláció segítségével kiértékelve juthatunk csak eredményre.

A dolgozat célja az előző évi TDK dolgozatom újragondolásaként egy platformfüggetlen, diszkrét eseményalapú szimulációs könyvtárcsomag létrehozása, amely segítségével egy gyártórendszer folyamatai elemezhetőek. Egy ilyen rendszer létrehozásának végső célja, hogy az elemzések eredményei a döntéstámogatás során könnyen felhasználhatóak legyenek.

A diszkrét eseményalapú szimulációval és a gyártási folyamatok modellezésével kapcsolatos irodalomkutatás, a piacon fellelhető megoldások áttekintése után dolgozatomban bemutatom az általam fejlesztett keretrendszert, amelynek fő előnye, hogy a platformfüggetlen, az igényeknek megfelelően bővíthető, és általánosságából adódóan a megoldani kívánt feladathoz igazítható. A keretrendszer képes egymással soros és párhuzamos kapcsolatban álló megmunkálóállomások és tárolók modellezésére, konstans és szórással terhelt ciklusidők kezelésére, a munkadarabok eltérő idők miatti torlódásának szimulációjára, és a gyártórendszerrel kapcsolatos statisztikai adatok megjelenítésére. A keretrendszer működését, felhasználói felületét példákon keresztül illusztrálom, illetve egy példán keresztül bemutatom a keretrendszer optimalizációs moduljának működését is.

Irodalom:

- [1] Averill M. Law, W. David Kelton: Simulation Modeling & Analysis. McGraw-Hill Education, New York, 2015.
- [2] Jerzy Tyszer: Object-Oriented Computer Simulation of Discrete-Event Systems



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

GÉPTERVEZÉS

Helyszín: R épület I. emelet 109
Időpont: 2018. november 14. 9:00
Elnök: Dr. Goda Tibor egyetemi tanár, Gép- és Terméktervezés Tanszék
Titkár: Erdősné Sélley Csilla mesteroktató, Gép- és Terméktervezés Tanszék
Tag: Dr. Horák Péter tanszékvezető, docens, Gép- és Terméktervezés Tanszék
Dr. Csobán Attila adjunktus, Gép- és Terméktervezés Tanszék

9:00 Neumann Róbert

Optikai elven működő tárcsás nyomatékmérő berendezés tervezése

Konzulens: Kardos Szilárd, doktorandusz

9:20 Meisel Ádám

Mozgatható sztentbefogó tervezése elektronmikroszkópos vizsgálathoz

Konzulens: Asztalos Lilla, ATT, doktorandusz

9:40 Málics Marcell

Pneumatikus vezérlőpanel alaplapjának fém 3D nyomtatásos technológiára való áttervezése

Konzulens: Dr. Körtélyesi Gábor, adjunktus

10:00 Kőmives Gergely, Dóka Tamás

Moduláris elektromos hajtáslánc fejlesztés városi koncepcióautóhoz

Konzulens: Dr. Piros Attila, docens

10:20 Tóth Márton, Faller Ádám

Hajócsavar és egyéb gépelemek vizsgálata a diszkrétéleemes módszer és numerikus áramlástani modellek együttes alkalmazásával különböző viszkozitású folyadékokban

Konzulensek: Dr. Tamás Kornél, adjunktus
Horváth Dániel (ÉPGET)

10:40 Oláh Zsófia

Talaj-szerszám egymásra hatás eredményeként létrejövő talajprofilok
vizsgálatai laboratóriumi talajvályú és diszkrét elemes módszer
alkalmazásával

Konzulensek: Dr. Tamás Kornél, adjunktus
Hudoba Zoltán, NAIK

Optikai elven működő tárcsás nyomatékmérő berendezés tervezése (Design of a disc-shaped optical torque measurement device)

Neumann Róbert BSc
neumannrobert.0218@gmail.com

Konzulens: Kardos Szilárd doktorandusz, Gép- és Terméktervezés Tanszék

A műszaki életben rendkívül kedvelt a forgómozgáson alapuló kis- és nagyteljesítményű gépek használata, a forgómozgást legszemléletesebben jellemző mennyiség pedig a forgatónyomaték. A forgatónyomaték értékét ismerve megtudhatjuk, hogy az adott gépelem mekkora terhelésnek van kitéve, illetve mekkora teljesítményt tud továbbítani az általa meghajtott további elemekre. Ez indokolja, hogy az iparban több műszergyártó cég is forgalmaz nagy pontosságú nyomatékmérő műszereket. A pontosabb műszer azonban magasabb árat, és gyakran bonyolultabb konstrukciót jelent, ami nem idomul az egyszerűbb felhasználói igényekhez.

Jelen dolgozatom célja egy olyan kompakt, optikai elven működő mérőberendezés megalkotása, amivel költséghatékonyan, egyszerű gépelemek felhasználásával lehet egy adott motor, vagy hajtómű tengelyén ébredő nyomatéket mérni. Dolgozatomban sorra veszem a nyomatékmérési módszereket, és megvizsgálom a különböző gyártók jelenleg forgalmazott mérőberendezéseit. Mindezek ismeretében összeállítok egy követelményjegyzéket, majd különböző koncepciókat alkotok, amelyek közül kidolgozom a legígéretesebbet.

A nyomatékmérő berendezés lényeges alkatrésze a torziósan engedékeny elem, amely lehet deformálódó tengely, küllős tárcsa, vagy akár a Cardelis tengelykapcsolóhoz hasonló rugókkal szerelt részegység. Dolgozatom célja ezen alkatrészek közül a küllős tárcsa alaki és szilárdsági vizsgálata, szem előtt tartva a könnyű gyárthatóságot. A tervezés során fontos szempont, hogy a nyomatékmérő egység minél kompaktabb kialakítással rendelkezzen, és kereskedelmi forgalomban lévő hajtóművekkel összeépíthető legyen.

A végeselemes szilárdsági vizsgálatokat a Creo 3.0 Simulate moduljával végzem el, törekedve arra, hogy az optikai elem számára szükséges mértékű torziós elmozdulás megtartása mellett minél alacsonyabb feszültségek keletkezzenek az alkatrészben. Dolgozatomban dokumentálom az iteratív lépéseket, és azok hatását. Mindemellett vizsgálom a szenzor jeladó felületének lehetséges elhelyezését, illetve a szükséges szenzorok számát.

Kutatásom célja nem csak egy elméleti modell felállítása, hanem az alkatrészek gyártásának előkészítése gyártási dokumentáció formájában.

Irodalom:

1. Dzmitry Tsetserukou, Riichiro Tadakuma, Hiroyuki Kajimoto and Susumu Tachi: Optical Torque Sensors for Implementation of Local Impedance Control of the Arm of Humanoid Robot. IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2006.
2. Daniel J. Lesco, Donald R. Buchele, and Lawrence G. Obelre: A Digital Optical Torquemeter for High-Rotational Speed Applications. NASA Technical Memorandum 82914 19820023788, Lewis Research Center, USA, Cleveland, Ohio, 1982.

Mozgatható sztentbefogó tervezése elektronmikroszkópos vizsgálathoz (Design of movable stent holder for testing with electron microscopy)

Meisel Ádám BSc
meisel.adam96@gmail.com

Konzulens: Asztalos Lilla doktorandusz, Anyagtudomány és Technológia Tanszék

Magyarországon a szív- és érrendszeri betegségek, köztük a az érlemezésedés egyike a vezető halálokoknak. Szívinfarktus után sztent beültetésével érhető el a vér ismételt, szabad áramlása. A 2000-es évek eleje óta a sztenteket hatóanyag-kibocsátó bevonattal látják el, hogy mérsékeljék az ún. in-stent restenosis bekövetkezését. A bevonat folytonosságát és hibáit elektronmikroszkóppal (SEM) tudjuk vizsgálni. Mivel a sztent felületéről minden irányból szükséges felvételt készíteni, ezért jelenleg egy felvétel elkészülte után a sztentet ki kell emelni a SEM levákuumozott vizsgáló teréből, majd a soron következő pozícióban visszahelyezni. Ez a folyamat időigényes és a sztent bevonatának károsodásával járhat.

A dolgozatom célja egy olyan befogó tervezése, amely a SEM kis méretű vizsgáló kamrájában képes a sztentet megadott pozícióban tartani. Illetve kívülről, vezeték nélküli kapcsolat segítségével el tudja forgatni. Ezáltal nem szükséges kiemelni a sztentet a levákuumozott térből két felvétel között.

Pneumatikus vezérlőpanel alaplapjának fém 3D nyomtatásos technológiára való áttervezése

(Redesign of pneumatic controlpanel for additive manufacturing)

Málics Marcell BSc
marcellmalics@gmail.com

Konzulens: Dr. Körtélyesi Gábor adjunktus, Gép- és Terméktervezés Tanszék

A vasúti közlekedésben a pneumatikus fékek az elterjedtek, amiket pneumatikusan vezérléssel irányítanak. Azonban a vonatokon manapság -mivel a légtechnika alapból ki van építve a járművön, egyre több kényelmi vagy biztonsági eszközt is pneumatikusan vezérelnek és működtetnek. Ilyen például az ajtók mozgatása, az ablaktörlő, a vezető ülésállító mechanizmusa is. Ezekhez a kisebb alegységekhez fűrt vezérlőpaneleket alkalmaznak. A fűrt panelek alapja egy alumínium tömb, amiben a különböző furatokon keresztül áramlik a levegő, és az alumínium tömbre vannak erősítve a különböző szelepek, készülékek.

A fűrt panelek nagy hátránya, hogy a készülékekhez képest az alaplapnak nagy a helyigénye, és sok anyag felhasználásával hozható létre egy viszonylag kevés funkciót ellátó vezérlőpanel. Másrészt pedig ezeket a vezérléseket kis szériában gyártják és gyártásuk során sok időt vesz el a gyártósor különböző alaplapok közötti átállítása.

Ennek a problémának egy lehetséges megoldása, hogy a panel gyártását SLS technológiával 3D nyomtatással állítsuk elő alumíniumból. Ekkor azonban az eredeti alkatrészt át kell tervezni egyrészt azért, hogy megfeleljen az új gyártástechnológiának, másrészt pedig, hogy kihasználhassuk a 3D nyomtatás adta tervezői szabadságot.

A dolgozat célja tehát a vezérlőpanel alaplapjának áttervezése 3D nyomtatási technológiára, ezzel csökkentve a panel súlyát, figyelve arra, hogy az új kialakítás előállításához kevesebb időt vegyen igénybe.

Moduláris elektromos hajtáslánc fejlesztés városi koncepcióautóhoz (Development of modular electric powertrain for urban concept car)

Kőmives Gergely Járóműmérnöki mesterképzés (MSc)

kom.gergo94@gmail.com

Dóka Tamás MSc

tamas.doka@gmail.com

Konzulens: Dr. Piros Attila docens, Gép- és Terméktervezés Tanszék

A nagyobb kapacitású, megbízható és olcsó, nagy teljesítménysűrűségű akkumulátorok elterjedésével egyre népszerűbbek lettek az elektromos meghajtású járművek, melyek segítségével a jövőben jelentősen csökkenthető a közlekedésből származó károsanyag kibocsátás.

2018. februárjában a BME Fuse egyetemi versenycsapat az elektromobilitás jegyében célként tűzte ki egy teljesen elektromos, városi koncepcióautó létrehozását, ami nemzetközi energiahatékonysági versenyek szabályzatának is megfelel, emellett a való életben is megállja a helyét. Az elektromos autó hajtásláncának központjában egy kompakt, moduláris egység áll, ami magában foglalja az akkumulátor csomagot, a vezérlő elektronikát, a villanymotort és a lassító fogaskerék hajtóművet. Nagy előnye a konstrukciónak, hogy modularitása miatt, a hajtóműre többféle villanymotor is rácsatlakoztatható, és topológiáját, valamint megoldásait alapul véve, könnyen, nagyobb teljesítményszintek átvitelére képes egység is megtervezhető. A modularitás mellett külön hangsúlyt fektettünk az olcsó, egyszerű alapanyagokból és technológiákkal való gyártásra, illetve az alacsony össztömegre.

A dolgozat keretein belül ennek az egységnek a megtervezését mutatjuk be: a koncepcióautó menetdinamikájából adódó teljesítményszükséglet számítását, az alapvető gépelemek szilárdsági méretezését és ellenőrzését, valamint a gyártható és szerelhető konstrukció megtervezését.

Hajócsavar és egyéb gépelemek vizsgálata a diszkrétéleemes módszer és numerikus áramlástan modellek együttes alkalmazásával különböző viszkozitású folyadékokban
(Study of propellers and mechanical elements with the utilization of discrete element method and computational fluid dynamics in diverse viscosity conditions)

Faller Ádám BSc
flradam@gmail.com

Tóth Márton MSc
t.marton95@gmail.com

Konzulens: Dr. Tamás Kornél adjunktus, Gép- és Terméktervezés Tanszék, Horváth Dániel doktorandusz, Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszék

A TDK témája egy olyan problémakör, mellyel először a BME Solar Boat Team hollandiai útján találkoztunk. A csapat egy elektromos versenyhajót fejleszt és versenyeztet. A szűk holland csatornák alacsony vízszintje miatt megfigyelhető az iszapos talaj nagyfokú felkavarodása, mely a hajócsavar mozgása miatt jön létre. Miután a csapat saját hajócsavar fejlesztésbe kezdett, felmerült a feladat elméleti szempontból történő megközelítése is. Így a hajócsavar és a vízben lévő szennyeződések kölcsönhatásának viselkedését, a profilok és a szemcsék áramlásának függését, illetve a gyorsabb kopásból adódó tönkremenetel vizsgálatát tűztük ki célul.

Rövid keresés után a kapcsolt CFD-DEM szimulációs módszer használata mellett döntöttünk, mely alkalmasnak bizonyult a felmerült kérdés megválaszolására. A módszer alkalmasságát mutatja, hogy bonyolult szimulációk futtathatók alacsony számítási kapacitás mellett, továbbá eddig több eredményes alkalmazása volt a kapcsolt módszernek. A szimulációk felépítéséhez és végzéséhez az MFiX nyílt forráskódú programot alkalmaztuk.

A dolgozat bemutatja a szimulációk elméleti hátterét, a különféle modellek matematikai illetve gyakorlati felépítését. Az alkalmazott CFD-DEM program párhuzamosan végzi a szilárd részecskék sebességének, hőmérsékletének, koncentrációjának és pozíciójának, illetve a folyadék-gáz fázis sebességének, hőmérsékletének, koncentrációjának és nyomásának számítását. A TDK egyik vizsgálati szempontja a választott geometriában áramló közeg viszkozitásának a változtatása, mely hatására különböző lerakódási illetve áramlási képek alakulnak ki. Kitekintésként bemutatásra kerülnek a különböző gépészeti-tribológiai alkalmazások is, melyek nagyban segítik a géptervezők munkáját, így költséget és időt spórolva a laboratóriumi mérések szimulációra történő cserélésével. Továbbá útmutatást nyújtanak a megfelelő viszkozitású áramlási közeg kiválasztásában.

A kiválasztott módszer megfelelőnek bizonyult a felmerülő problémák vizsgálatára. A szimulációk a várt eredményeket hozták és alkalmasnak bizonyultak további kutatásra más területeken is. További terveink között szerepel a mezőgazdasági alkalmazhatóság felmérése, pneumatikus és hidraulikus gépelemek vizsgálata, illetve szimulációk validálása mérésekkel.

Irodalom:

1. Chu, K.W., Wang, B., Yu, A.B., and Vince, A. (2009) CFD-DEM modelling of multiphase flow in dense medium cyclones. Powder Technology, 193, 235.
2. Deen, N.G., Annaland, M.V.S., and Kuipers, J.A.M. (2006) Detailed computational and experimental fluid dynamics of fluidized beds. Applied Mathematical Modelling, 30, 1459–1471

**Talaj-szerszám egymásra hatás eredményeként létrejövő talajprofilok
vizsgálatai laboratóriumi talajvályú és diszkrét elemes módszer
alkalmazásával**

**(Examination of the soil profiles as results of soil-tool interaction using
laboratory soil bin and discrete elemental method)**

**Oláh Zsófia (MSc)
foltos822@hotmail.com**

**Konzulens: Dr. Tamás Kornél Gép- és Terméktervezés Tanszék, Hudoba Zoltán (NAIK
Mezőgazdasági Gépesítési Intézet)**

A mezőgazdaság feladata a világ népességének élelmiszerrel való ellátása. A népesség növekedése és a földek elhasználódása a mezőgazdasági technológiák fejlesztésének és hosszú távon fenntarthatóvá tételének igényét vonja maga után. A talajművelési eszközök és technikák évezredek alatt alakultak ki és fejlődtek olyanná amilyenek ma. Sokáig csak kísérletek és az azokkal alátámasztott analitikus módszerek kínáltak lehetőséget a fejlesztésre. Az utóbbi évtizedekben, a számítógépes technika fejlődésével, azonban megjelentek különböző numerikus módszerek is. A mezőgazdasági talajok modellezésére kezdetben a végelelemes módszert alkalmazták, napjainkban pedig egyre inkább a diszkrét elemes módszert (DEM) használják. Ennek a dolgozatnak a fő célja a kultivátorszerszám talajra gyakorolt hatásának minőségi szempontból történő vizsgálata volt, amely a korábban lefolytatott laboratóriumi talajvályús mérések során lézeres profilográfia felvett talajprofilok és a diszkrét elemes szimulációk során kialakult felszínprofilok összehasonlításával történt. A profilfelvétel három különböző szélességű kultivátorkapával (100 mm, 230 mm, 300 mm), egy adott sebességen (2 m/s), két különböző nedvességtartalmú (2% és 15%-os térfogati nedvességtartalom) homoktalajon történt. A mérések 0,15 m-es munkamélységen készültek. Vizsgálataimat megelőzően előzetes kutatásokat végeztem a gömbformától eltérő különböző szemalakok teljes halmazában történő működéséről. A talajprofilok vizsgálata mellett további célom volt, az alkalmazott talajokkal elvégzett ödométeres mérés lefolytatása, és diszkrét elemes modelljének elkészítése, valamint kalibrálása. A diszkrét elemes szimulációkhoz a YADE nyílt forráskódú programot használtam, a szimulációkba beillesztett szerszámgeometriákat a korábbi munkáim során háromdimenziós szkennelés segítségével hoztam létre. A vizsgálati eredmények alapján a DEM szimulációval történő közelítéssel jó egyezéseket tapasztaltunk és láthatóvá tettük a modell továbbfejlesztési lehetőségeit is.

Források:

- [1] Ono, I., Nakashima, H., Shimizu, H., Miyasaka, J., Ohdoi, K.: Investigation of elemental shape for 3D DEM modeling of interaction between soil and a narrow cutting tool, Journal of Terramechanics 50, 265-276 (2013)
- [2] Gürsoy, S., Chen, Y., Li, B.: Measurement and modelling of soil displacement from sweeps with different cutting widths. Biosystems Engineering, 161, 1-13. (2017)
- [3] Tamás, K.: "The role of bond and damping in the discrete element model of soil-sweep interaction." Biosystems Engineering 169, 57-70 (2018)



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

MECHATRONIKA

Helyszín: D épület 401.
Időpont: 2018. november 14. 9:00
Elnök: Dr. Botzheim János, egyetemi docens
Titkár: Domonkos Márk, doktorandusz
Tag: Varga Balázs, igazgató, Mechatromotive Kft.
Volosin Tibor, fejlesztőmérnök, Faulhaber Motors Hungaria Kft.

9:00 Hajdu Zsombor

Nemlineáris és robusztus szabályozók összehasonlítása pozícionálási feladatokban

Konzulensek: Dr. Korondi Péter, egyetemi tanár
Dr. Budai Csaba, adjunktus

9:20 György Levente

Akusztikai sajátossággal rendelkező tárgyak pozíciójának detektálása

Konzulens: Dr. Czmerk András, adjunktus

9:40 Bodonhelyi Anna

Elasztomerek keménységének mérése pneumatikai úton

Konzulens: Dr. Czmerk András, adjunktus

10:00 Balog Boldizsár Zsolt

Szivattyú frekvenciaváltós meghajtásának fejlesztése és felügyelete korszerű digitalizációs módszerek alkalmazásával

Konzulensek: Dr. Stumpf Péter Pál, adjunktus
Dr. Czmerk András, adjunktus

10:20 Wolf Máté

PMSM motor szabályozása önműködő kormányműhöz

Konzulens: Dr. Budai Csaba, adjunktus

10:40 Fazekas Gergő

Mesterséges intelligencia szerepe az autonóm drón fejlesztésben

Konzulens: Dr. Aradi Petra, egyetemi docens

11:00 Vitanov George

Súrlódási hatások a szabályozott mechatronikai rendszerekben

Konzulens: Dr. Budai Csaba, adjunktus

Nemlineáris és robusztus szabályozók összehasonlítása pozícionálási feladatokban

(Comparison of Nonlinear and Robust Controllers in Positioning Tasks)

Hajdu Zsombor MSc
velias9@gmail.com

Konzulensek: Dr. Korondi Péter, egyetemi tanár, MOGI
Dr. Budai Csaba, adjunktus, MOGI

Az elektronika és számítástechnika fejlődése lehetővé tette, hogy egyre összetettebb szabályozókat implementálhassunk megfizethető hardverekbe, ezzel utat nyitva a nemlineáris és robusztus szabályozóknak az ipari termékekbe. Nemlineáris és robusztus szabályozók lehetővé teszik, hogy a zárt szabályozási kör a munkapont egy nagyobb környezetében is teljesíteni tudja a tervezési elvárásokat, amely kiemelten fontos biztonságkritikus rendszerek szabályozásánál.

A csúszómód szabályozó egy nemlineáris, robusztus szabályozó, amely megfelelő tervezés esetén képes akár nemlineáris rendszerek szabályozására, ha a névleges modelltől a valós rendszer paraméterei vagy a külső zavarás nagysága nem tér el jobban, mint amit a tervezéskor figyelembe vettünk. A fenti tulajdonságai alkalmassá teszik például változó tömegű árukat áthelyező robotok szabályozására, ahol a robot trajektóriája az áru tömegétől függetlenül azonos lesz minden esetben, a tervezéskor meghatározott maximális tömegig.

Habár a csúszómód szabályozó implementálása egyszerű, a gyakorlatban a legnagyobb kihívást a rendszer csúszómódba lépésekor kialakuló lengések (az irodalomban csattogás) minimalizálása jelenti. A csattogást csúszófelület és/vagy a kapcsolási törvény megfelelő megválasztásával szokás csökkenteni, amelyek közül a jelen dolgozatban az utóbbi esetében elterjedt változatokat (klasszikus, Super Twisting és a magasabb rendű csúszómód) hasonlítjuk össze.

A csúszómód szabályozók mellett a klasszikus irányításelméletből egy PID, a modern irányításelméletből egy állapotvisszacsatoláson alapuló és a nemlineáris irányításelméletből egy egzakt linearizálásra épülő szabályozót is implementálunk, hogy átfogóbb képet kapjunk a különböző megoldások közötti különbségekről.

A tesztrendszer egy kefésegyenáramú motorból és a tengelyére rögzített ingából áll. A különböző szabályozóknak több (nem csak egyensúlyi) pozícióba kell vinniük az ingát, amivel a nemlineáris rendszer kezelésével kapcsolatos képességeiket vizsgáljuk. A kísérleteket megismételjük egyszer egy a névlegesnél hosszabb, egyszer pedig rövidebb ingával, amellyel a szabályozók robusztus tulajdonságát vizsgáljuk.

Akusztikai sajátossággal rendelkező tárgyak pozíciójának detektálása (Position recognition of entities with acoustic distinctiveness)

György Levente BSc
levi.981001@gmail.com

Konzulens: Dr. Czmerk András, adjunktus, MOGI

A cél egy olyan eszközrendszer és hozzátartozó szoftver megalkotása, amely konkrét tárgyak vagy események pozícióját képes az azok által kibocsátott hanghatások alapján felismerni. A rendszer működése a következő: ismert pozíciókba szenzorokat telepítünk, melyek amennyiben ugyanazt a hanghatást hallják, annak pontos idejét visszaküldik feldolgozásra. Így a hang terjedési sebességének ismeretében képesek leszünk meghatározni a hanghatás eredetének pontos helyét. Az egyéltelmű meghatározáshoz legalább három szenzort szükséges telepíteni, minden további szenzor a pontosságot növeli. A hanghatások figyelése történhet hallható frekvenciákon (pl. robbanások, lövések detektálása) vagy más rádiófrekvenciákon (pl. egy telefon cellaaktivitásának figyelése).

Tekintve, hogy a rendszer passzív, tehát nem kommunikál a megfigyelt féllel, így polgári területen nehézkes alkalmazni, hiszen aki beleegyezik, hogy megfigyeljük az önként is elküldheti a GPS adatait, aki pedig nem, annak megfigyelése legális keretek között tilos.

A rendszer alkalmazása:

A rendszer jól alkalmazható a tűzéség, pontosabban az ellenséges tűzéség felderítése területén. Ezek helyzetének meghatározása a mai napig tűzéségi felderítőkkal történik, akiknek szükségszerűen közel kell menniük az ellenséghez, hogy azokat megfigyeljék. A felderítők kiváltása lenne lehetséges a következő technikával: több, feljebb már részletesen taglalt szenzort lövünk ki az ellenséges tűzéség vélt helyzete köré. A különböző zavaró tényezők miatt a szenzoraink helyzete csak hozzávetőlegesen lesz ismert, ez nagyban függ a használt löveg pontosságától.

Az ellenséges tűzéség pontos, szenzorainkhoz képesti relatív helyzetét az azok által kibocsátott hanghatásokból ismerhetjük, ezen kívül ismerjük a saját tűzéségünk által leadott lövések becsapódási helyzetét szintén azok hangja alapján. A fenti adatok alapján képesek vagyunk a telepítés pontatlanságát korrigálni, és így egy pontos helymeghatározó rendszert akár több kilométer távolságból telepíteni.

Ezen kívül a rendszer alkalmazható más nem hallható frekvencián kommunikáló eszközök pozíciójának megfigyelésére.

Elasztomerek keménységének mérése pneumatikai úton **(Measuring the hardness of elastomers by pneumatic method)**

Bodonyhelyi Anna BSc
bodonyhelyianna@gmail.com

Konzulens: Dr. Czmerk András, adjunktus, MOGI

Az iparban a gyártási folyamatok során a félkész és késztermékek minősége rendszeresen ellenőrzésre kerül. Sok termék nagyrugalmas anyagból, elasztomerből készül, melyek keménységének vizsgálata roncsolásmentes eljárást igényel. Az elasztomerek keménységének meghatározására a Shore A mérési módszert széleskörűen alkalmazzák, mely azonban az anyag felületének folytonos mérését nem teszi lehetővé. Ezzel szemben ilyen mérési eljárásra kínál lehetőséget, az anyag sűrített levegővel történő megfúvása és annak detektálása.

A dolgozatban ismertetett mérési módszer lényege, hogy a sűrített levegő által létrehozott deformációt vonallézerrel megvilágított, valamint a kamera által detektált képből határozzuk meg. A módszer ipari alkalmazása is perspektivikus, hiszen egy alig pár másodperces méréssel nagy felület anyagminősége válik ellenőrizhetővé.

A kutatásom célja a reprodukálható mérési eljárás kidolgozása mellett a mérési paraméterek optimalizálása, azaz a megfelelő deformációhoz tartozó beállítások megtalálása, az áramlási veszteségek minimalizálása és a mérési tartomány fizikai határainak meghatározása.

**Szivattyú frekvenciaváltós meghajtásának fejlesztése és felügyelete
korszerű digitalizációs módszerek alkalmazásával**
**(Variable frequency pump drive desing and monitoring using modern
techniques)**

Balog Boldizsár Zsolt BSc
balog.boldi@gmail.com

Konzulens: Dr. Czmerk András, adjunktus, MOGI

Lakossági vagy ipari kutak szivattyúinak meghajtása lehet vezérlés, viszont ma legtöbbször áramlás-, vagy nyomáskapcsolókat használnak, amik a nyomást egy adott tartományon belül tartják, így a szivattyút nem kell gyorsan ki-be kapcsolni. Ennél kifinomultabb a frekvenciaváltós meghajtó. Ezek folytonosan változtatják a szivattyú fordulatszámát a fogyasztók és a kút igényeinek megfelelően. A dolgozat célja egy olcsó, korszerű technikákat alkalmazó, átlátható meghajtó fejlesztése.

Vízutak szivattyúinak frekvenciaváltós meghajtását terveztem. A feladat négy részre különíthető el: technológia, informatika, elektronika, rendszertechnika.

A technológia igényeit megvizsgáltam, ezeket a többi feladatban figyelembe vettem. Elektronikát és szabályozást terveztem, mikrokontrollert programoztam.

Egy ESP8266 mikrokontroller feldolgozza egy áramlámérő és egy nyomástávadó adatait, elvégzi a rendszertechnikai és technológiai számításokat, jeleket küld a frekvenciaváltó mikrokontrollerének. Ezeket a jeleket a frekvenciaváltó mikrokontrollere PWM jelekké alakítja, a teljesítményelektronikát irányítja.

Az ESP Wi-Fi-n keresztül paraméterezhető, átprogramozható, további rendszerekhez illeszthető. HTML kódot küld, így eszközfüggetlen adatcserére van lehetőség, ahol igény van rá, websocketeket használ.

PMSM motor szabályozása önműködő kormányműhöz (PMSM motor control for automatic steering system)

Wolf Máté BSc
matewolf96@gmail.com

Konzulens: Dr. Budai Csaba, adjunktus, MOGI

Napjainkban az autonóm járművek erőteljes fejlesztését éljük. Ezeknél a járműveknél az egyik fontos feladat az önműködő kormányzás megvalósítása. Biztonsági okok miatt a kormányműnek fizikailag is léteznie kell, nem helyettesíthető csupán egy „digitális” kormányval. A bevett eljárás, hogy a kormányművet egy elektromos motorral hajtják, így a kerekek és a kormánykerék mechanikai kapcsolata megmarad, továbbá az irányítási feladat is megoldhatóvá válik.

Az automatizált környezet speciális igényeket támaszt mind a hajtások, mind pedig azok vezérlése felé. Az egyik ilyen követelmény az a magas hatásfok. Ezen tulajdonságuk és kompakt kialakításuk miatt előszeretettel alkalmaznak permanens mágneses szinkron motorokat (PMSM). A dolgozat fő témája ezen motorok pozíciószabályzásának ismertetése [1].

A dolgozat első részében elhelyezzük a PMSM motorokat a különféle elektromos motorok palettáján, és bemutatjuk a PMSM motorok matematikai modelljét. Ezt követően kitérünk ezen motorok működtetése során tipikusan alkalmazott mezőorientált szabályozásra, illetve főbb különbségeire a hagyományos motorszabályzókhöz képest. A pozíciószabályozás egy kettős kaszkád szabályozás eredményeként jön létre, ennek érdekében, elsőként az áram-, majd a fordulatszám-szabályzás lehetőségeit vizsgáljuk meg. A szabályzótervezéshez kapcsolódóan kitérünk a különböző modulációs eljárásokra, a szinuszos (PWM) és a térvektor moduláció (SVN) megvalósítására, illetve a beavatkozó jelek korlátozására is.

A dolgozat második felében a szimulációs eredményeket felhasználva, a megtervezett szabályozókat implementáljuk egy X-NUCLEO-IHM07M1 típusú vezérlővel ellátott motorra. Ennek során kitérünk a modellparaméterek identifikációjára is. Végül a kapott szimulációs, valamint a mérési eredményeket hasonlítjuk össze.

Mesterséges intelligencia szerepe az autonóm drón fejlesztésben
(The role of artificial intelligence in autonomous drone development)

Fazekas Gergő MSc
fazekas92@gmail.com

Konzulens: Dr. Aradi Petra, egyetemi docens, MOGI

Dolgozatomban először a mesterséges intelligencia szerepét foglalom össze az autonóm drón fejlesztés terültén, majd szimulációs környezetben vizsgálom. Az eredményeket pedig egy valós rendszeren validálom.

Súrlódási hatások a szabályozott mechatronikai rendszerekben **(Friction effects in controlled mechatronics systems)**

Vitanov George BSc
vitanovg0@gmail.com

Konzulens: Dr. Budai Csaba, adjunktus, MOGI

A mérnöki gyakorlatban számos olyan berendezéssel találkozhatunk, melyek működtetése során az egyik alapvető feladat az, hogy a vizsgált berendezést egy általunk megválasztott célhelyzetbe juttassuk. Ezen feladatokban többnyire a gyors működés mellett pontos beállást követelünk meg, amely megvalósíthatóságát alapvetően befolyásolja a súrlódás jelenléte.

Ebből kifolyólag a súrlódási jelenségek vizsgálata kiemelkedően fontos a szabályozott rendszerekben. A szakirodalom alapján több különböző súrlódási modellt különböztethetünk meg, melyeket két fő csoportba sorolnak be. Ezek közül a statikus súrlódási modellek makroszkopikus jelenségekre épülnek, míg a dinamikus súrlódási modellek figyelembe veszik a mikroszkopikus szinten lejátszódó jelenségeket is, például a megcsúszás előtti mikro-elmozdulást.

A súrlódási hatások vizsgálatához egy szabályozott egyenáramú motort választottunk, mint az egyik legegyszerűbb alkotóelem a mechatronikai rendszerekben. A dolgozatban az elsődleges hangsúly a súrlódási hatások megértésén van, így a pozicionálási feladat megvalósításához állapot visszacsatolást választottunk, mint az egyik gyakorta alkalmazott szabályozási törvény.

A dolgozat fő célja tehát a súrlódási jelenségek és modellek vizsgálata szabályozással ellátott mechatronikai rendszerekben.



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

OPTOMECHATRONIKA

Helyszín: D épület 423.
Időpont: 2018. november 14. 9:00
Elnök: Dr. G. Szabó István, ügyvezető, OPTIKA Mérnökiroda Kft.
Titkár: Urbin Ágnes, tanársegéd
Tag: Dr. Erdei Gábor, egyetemi docens.
Németh Zoltán, mérnök, MatriX Technologies

9:00 Tóth Adrián, Ladányi Ákos Zsolt

Optikai átviteli függvény mérése vonalszórás függvény detektálásával

Konzulens: Dr. Ábrahám György, professor emeritus

9:20 Czifra Zsigmond Bálint

Erek kanyargósságának kvantitatív elemzése OCT képeken MATLAB segítségével

Konzulens: Dr. Nagy Balázs Vince, egyetemi docens

9:40 Zsiros Ádám

Kísérlettervezés és adatelemzés (feldolgozás) a színdiszkriminációs képesség vizsgálata kapcsán

Konzulens: Urbin Ágnes, tanársegéd

10:00 Dominek Márk

Zöld és fekete teák főzeteire specifikált színelmaszkolási rendszer megvalósítása

Konzulens: Dr. Nagy Balázs Vince, egyetemi docens

10:20 Péceli Bence

Videó elemeinek felismerése eyetracker vizsgálathoz

Konzulens: Dr. Nagy Balázs Vince, egyetemi docens

10:40 Kiss Zsanett

Szemkövetés vizsgálat a közlekedésbiztonságban

Konzulens: Dr. Nagy Balázs Vince, egyetemi docens

11:00 Sipos Bence, György Levente

Összehasonlító vizsgálat spektroszkóppal, one-shot technikával

Konzulens: Dr. Nagy Balázs Vince, egyetemi docens

11:20 Szép Márton, Szigeti Ferenc

A színidentifikáció modellezése

Konzulens: Dr. Ábrahám György, professor emeritus

Optikai átviteli függvény mérése vonalszórás függvény detektálásával (Measurement of the optical transfer function by rectification of line spread function)

Tóth Adrián BSc, Ladányi Ákos Zsolt BSc
totheadrian.g@gmail.com, ladanyiaki@hotmail.hu

Konzulens: Dr. Ábrahám György, professor emeritus, MOGI

Az optikai rendszerek minőségének vizsgálatára, és hibáinak ellenőrzésére számos módszer létezik. Ezen módszerek közül az optikai átviteli függvény vizsgálatának jelentőségét az adja, hogy a felhasználó és a végellenőrző számára ennek segítségével pontosan összehasonlítható a különböző képalkotó rendszerek minősége adott körülmények között, valamint egyszerre mérhető valamennyi aberráció együttes hatása. Így pontosabban megállapítható a képalkotó rendszerek alkalmazhatósága egy bizonyos feladatra, jobban, mint a gyártók által a felhasználók számára rendelkezésre bocsátott specifikációk alapján.

Munkánk során az optikai átviteli függvény mérést egy megvilágított precíziós résről az objektív által létrehozott vonalszórás függvény detektálásával valósítottuk meg. Ehhez egy alacsony kiolvasási zajjal rendelkező ASI ZWO 120MM monokróm CMOS detektort használtunk, melynek vezérlését, és az adatok feldolgozását Labview környezetben alakítottuk. Így korszerűsíteni tudtuk a Mechatronika, Optika és Gépészeti Informatika Tanszék tulajdonában lévő mérőberendezést, lehetővé téve annak felhasználását hallgatói mérésekhez, valamint projektek során használt képalkotó rendszerek specifikációinak meghatározásához.

Erek kanyargósságának kvantitatív elemzése OCT képeken MATLAB segítségével

(Method for quantitative assessment of retinal vessel tortuosity in OCT angiography using MATLAB)

Czifra Zsigmond Bálint BSc
bczifra@engineer.com

Konzulens: Dr. Nagy Balázs Vince, egyetemi docens, MOGI

Az erek kanyargóssága a retinográfia egy fontos paramétere lehet. A tanulmány célja egy már használt képfeldolgozási módszer reprodukciója matlab segítségével, ami meghatározza az ún. Vessel Tortuosity Index (VTI) értékét. Ez a paraméter szolgál a kanyargósság jellemzésére, kiszámítása lokális és globális középvonaljellemzők összevetésén alapszik, amit az OCT képeken alkalmazunk. Az elemzéshez perifoveális (6x6mm) és parafoveális (3x3mm) képeket alkalmazunk.

A képek kiértékelése több lépcsőn keresztül történik. Ezek a következők: I. A képi információk kinyerése II. Kép szegmentálása, ehhez K-közép klaszteranalízist használunk. Ez egy iteratív algoritmus ami K-klaszterekbe osztja az adathalmazt, ahol a K pozitív egész szám. III. Morfológiai műveletek végrehajtása, mint kitöltés a lyukak eltüntetésére, vastagítás a szétválasztott ércsoportok egyesítésére, és dilatáció az érfalak simítására. IV. Elágazások felderítése, ehhez az erek középvonalaikat vetjük össze távolsági transzformációkkal V. Középvonalak kinyerése, ehhez harmadfokú görbesimítást alkalmazunk, hogy megkapjuk a megfelelő középvonalakokat és elkerüljük az esetleges torzulásokat. VI. Vessel Tortuosity Index paraméter feldolgozása. ez egy ún. DM paraméter meghatározásán alapszik, amely a ívhosszúság és a húrhosszúság hányadosa egy kiválasztott érszegmentum esetében. Az eredményeken ezután további statisztikai elemzést végzünk, és különböző paraméterekkel állítunk fel korrelációkat, úgy mint a kor, vagy betegségek jelenléte.

Kísérlettervezés és adatelemzés (feldolgozás) a színdiszkriminációs képesség vizsgálata kapcsán

(Experiment design and data analysis (processing) regarding the examination of colour discrimination ability)

Zsiros Ádám BSc
adam.zsiros@live.com

Konzulens: Urbin Ágnes, tanársegéd, MOGI

Az emberi színérzékelésre egyenletes színrendszerek modellezése ma is aktívan kutatott terület. Akkor mondható egyenletesnek egy színrendszer, amennyiben bármely két, azonos távolságra lévő pontja között azonos ingerkülönbség lép fel az emberi szervezetben. Ezen ingerkülönbség vizsgálatához érdemes olyan kutatásokat végezni, amelyek a legkisebb (ember által) észlelhető küszöbértéket (LÉK), vagyis az emberi színdiszkriminációs képesség alsó határát segítenek feltérképezni.

A színdiszkriminációs vizsgálatok hagyományos módszerei közé tartozik például az Isihara teszt, amelynek segítségével szintévesztést szoktak vizsgálni, továbbá újabban a digitális képmegjelenítőkhöz kapcsolt tesztek is elterjedtek, mint például a Cambridge Colour Test (CCT). Ezen módszer család segítségével kétféle vizsgálat végezhető, az egyik a trivektor, a másik pedig az ellipszis teszt, közös tulajdonságuk, hogy mindkét módszer esetében a LÉK érték kerül megmérésre. Különbség, hogy előbbi esetén a CIE 1976 színrendszer adott színpontjához képest három, külön definiálható irányba történik a színdiszkriminációs képesség megállapítása, míg utóbbi esetén legalább 8 különböző, a program által meghatározott irányba (egyenletesen elosztva). A kísérlettervezés fontos eleme, hogy olyan méréseket végezzünk, amely a lehető leghatékonyabb módon térképezi fel az említett képességet a CIE 1976 színrendszer különböző pontjaiban. Ehhez több szempontból is érdemes összehasonlítani a két méréssel végzett különböző méréseket.

_Általános kiértékelési módszer a LÉK értékeken kívül az azokra illesztett ellipszisek vizsgálata is, hiszen ezen ellipsziseken helyezkednek el az adott háttérszínponttól (középpont) azonos ingerkülönbséggel rendelkező pontok, így ezek segítségével jól számszerűsíthető egy színrendszer egyenletessége.

Az összehasonlítás alapját képezi egyrészt, a görbeillesztés hibaterjedésének, vagyis annak vizsgálata, hogy a mérési eredményekre mekkora bizonytalansággal illeszthető görbe, másrészt, az illesztett ellipszisek főbb paramétereinek (főtengely, kistengely, koordinátatengellyel bezárt szög, terület) vizsgálata.

A kísérletből további tapasztalatként levonható a mérési eredmények szórásának helyfüggése a CIE 1976 színrendszerben választott különböző referencia színpontok esetén.

Ezen mérések és elemzések alkalmazása és értékelése nagyban segítheti a későbbi kísérlettervezést, melynek segítségével hatékonyabbá tehető a mérési folyamat.

Zöld és fekete teák főzeteire specifikált színelmaszkolási rendszer megvalósítása

(Realization of colour masking system specified for green and black tea)

Dominek Márk MSc
mark.dominek@gmail.com

Konzulens: Dr. Nagy Balázs Vince, egyetemi docens, MOGI

Zöld és fekete teák főzeteire specifikált színelmaszkolási rendszer megvalósítása

Az élelmiszeriparban különleges jelentőséggel bír az egyes termékek érzékszervi vizsgálata, mely vizsgálatokat ún. érzékszervi bírálók végzik. Jelen dolgozat keretein belül teaminták minősítésére szolgáló megfelelő környezet kialakítása a célom.

A tea főzetek különböző típusai alapanyagtól, előkészítéstől, oxidációtól függően különböző transzmissziós tulajdonságokkal rendelkezhetnek. Ugyanakkor a bírálók feladata, hogy illat-, és ízprofilokat állítsanak fel az egyes mintákra nyelvvel és orral érzékelt minőségi jellemzők alapján. Azonban korábbi kutatások bebizonyították, hogy a teák különböző színingerei befolyással vannak a bírálókra, vizuális preconcepciót okoznak, mely torzítja az érzékszervi jellemző megítélését, ezért olyan vizsgálati körülményeket kell biztosítani, mely kizárja, hogy a minta színingere befolyással legyen a bírálóra (ISO 6658:2017; ISO 8589:2007; Lawless és Heymann, 2010; Meilgard et al. 2007).

Ezen probléma kiküszöbölése lehet az, hogy a minták közötti spektrális különbséget a lehető legkisebbre vesszük. Ehhez rendelkezésre áll egy spektrálisan hangolható mérőállomás, melyben öt típusú LED fényforrás vezérlésével hozhatunk létre különböző színes, megvilágított környezeteket. Ennek segítségével teszek próbát a minták között lévő spektrális különbségek elmaszkolására. Ennek a folyamata a következő: a spektrális optika mérőeszközeivel reflexiós és transzmissziós méréseket végeztem a mintákon, majd egy megfelelő maszkolási eljárást választva egy, a célnak és mintáknak megfelelő megvilágítási tervet készítettem a spektrálisan hangolható mérőállomás segítségével.

Videó elemeinek felismerése eyetracker vizsgálatához
(Feature recognition video processing on eyetracker analysis)

Péceli Bence BSc
peceli.bence@gmail.com

Konzulens: Dr. Nagy Balázs Vince, egyetemi docens, MOGI

Az eyetracker egy hordozható készülék, melynek segítségével meghatározható a viselője hova néz. Egy kamera figyeli a környezetet, 1-1 infra kamera pedig a viselő szemeit. A cél egy szoftver kifejlesztése ami segít a mérési eredmények kiértékelésében. Ehhez a szoftvernek önmagának is meg kell tudnia keresni a képen a meghatározott tereptárgyakat, ez esetben közlekedési táblákat, és ezt összevetni az alany tekintetének helyzetével. A szoftver két lépcsőben kíséri meg a tereptárgyak azonosítását. Először általános paraméterek alapján (szín, méret, stb.) megpróbálja megkeresni a kép azon részeit ahol előfordulhatnak a keresett elemek. Utána a kép ezen részein neurális háló segítségével besorolja az ott található tárgyat az előre meghatározott kategóriákba.

Szemkövetés vizsgálat a közlekedésbiztonságban (Eye-tracking in the traffic safety)

Kiss Zsanett MSc
kiss.zsanett.judit@gmail.com

Konzulens: Dr. Nagy Balázs Vince, egyetemi docens, MOGI

Munkám célja egy olyan mobil szemkövető rendszer összeállítása, mely alkalmas mérések elvégzésére gyalogos közlekedésben. Ehhez a tanszéken található Arrington Research ViewPoint PC-60 fejhez rögzíthető szemkövetést vizsgáló eszközt használom. Ennek hordozhatóvá tétele az első feladat, hogy az utcán sétálva is kényelmesen lehessen méréseket végezni vele. A mérések előtt az eszköz kalibrációjának kidolgozása kezdetben laboratóriumi körülmények között történik, kalibrációs pontok felvételével, majd szabadtéri módszert fejlesztünk ki. Ezt követően terepi méréseket végzünk el, melyek célja, hogy a közlekedésbiztonsági figyelmeztető jelzések humán érzékelési stratégiáját feltérképezzük. Az alanyok feladata eljutni egy adott helyre, és megfigyeljük közben mely jelzéseket, tárgyakat veszi észre, milyen magasságban pásztázza az utat. A felvett videót és a hozzá tartozó pupillapozíció értékeket MATLAB szoftver segítségével dolgozzuk fel, vizsgálva a látótér egyes régióit ROI módszerrel, illetve megfigyeljük a szem által bejárt pásztázási útvonalat is. Ez alapján ajánlást teszünk a figyelmeztető jelzések elhelyezésére, egyéb paramétereire.

Összehasonlító vizsgálat spektroszkóppal, one-shot technikával (Comparative Spectroscopy Measurement with One-shot Technique)

Sipos Bence BSc, György Levente BSc
bence.sipos@hotmail.com, levi.981001@gmail.com

Konzulens: Dr. Nagy Balázs Vince, egyetemi docens, MOGI

A dolgozat célja egy olyan optikai eszköz létrehozása, amelynek segítségével eldönthetjük, hogy két minta azonos-e. A dolgozathoz az ötletet a Raman spektroszkópia adta, ami kiváló eszköz lehet különböző minták anyagának vizsgálatához. A Raman spektroszkóp működési elvéből adódó hátránya, hogy meglehetősen drága a sávszűrő filterek és a megfelelő minőségű és hullámhosszú lézerek körülményes és költséges előállítása miatt.

Célunk egy olyan eszköz és a hozzátartozó szoftver létrehozása, amelyek közösen csökkenthetik a spektroszkópiai vizsgálatok költségeit és elérhetővé teszik az eszköz szélesebb körű alkalmazását. A gép egy fotoelektron-sokszorozót használ, amely segítségével igen nagy érzékenység érhető el. Az eszközbe jutó fény spektrális felbontása után a fotoelektron-sokszorozóra vetül, ami előtt egy rés található. Ezt a rést motorokkal lehet mozgatni. A rés helyzetét ismerve megkapjuk a minta spektrális eloszlását. Ha nem ezt a bonyolult összeállítást használnánk, akkor a CCD vagy CMOS szenzorokkal a méréshez szükséges idő a többszörösére növekedne.

A mérés kiértékelését - az arcfelismerés terén már elterjedt - deep learning alapú algoritmus végzi. A one-shot módszer lényege, hogy a háló nem az egyes anyagok vagy fényforrások karakterisztikáját tanulja meg, hanem két minta összehasonlításán alapul. Így tehát nincs szükség nagy mennyiségű tanítóadatra vagy kalibrált mérésre.

A szoftver és az eszköz közösen csökkentheti a spektroszkópiai vizsgálatok költségeit és elérhetővé teszik az eszköz szélesebb körű alkalmazását.

A színidentifikáció modellezése (Modelling of Colour Identification)

Szép Márton BSc, Szigeti Ferenc BSc
szepmarci98@gmail.com, szigetif.31@gmail.com

Konzulens: Dr. Ábrahám György, professor emeritus, MOGI

A színlátás az ember életében, a külvilág megértésében, a környezetünkkel való kommunikációban kiemelkedő szerepet tölt be. Fontos információhordozó, mely az ember hangulatát tudat alatt is befolyásolja. Jelenthet veszélyt, figyelemfelhívást, vagy éppen a minőség egyik legfontosabb jellemzőjét.

Épszínlátóknak a fentebb felsoroltak teljesen természetesen tűnhetnek, de nem szabad megfélemlkezni a színtévesztőkről, akik elé egy apró biológiai változás folytán egy egész más világ tárul. Az emberek számottevő része rendelkezik valamilyen típusú színtévesztéssel (férfiak 8%-a, nők 0,5%-a), ezért foglalkozni kell a színtévesztéssel, meg kell érteni okait, jellemzőit.

A dolgozat célja a színlátás elméleti hátterének kutatása, a színlátás mechanizmusának modellezése. A felállított modellt persze validálni kell mérésekkel. A mérések mind épszínlátók, mind színtévesztők esetén a színidentifikációval kapcsolatosak. Az eredmények útján a felállított színlátási elméleti modellt vizsgáljuk meg és értékeljük ki, hogy az mennyire felel meg a valóságnak és mely pontokon szükséges még rajta fejleszteni, változtatni.



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

ORVOSTECHNIKA

Helyszín: G épület 120. terem
Időpont: 2018. november 14. 10:20
Elnök: Dr. Fazakas Éva, kutató
Titkár: Károly Dóra, tanársegéd
Tag: Dr. Kővágó Csaba, tudományos munkatárs (Állatorvostudományi Egyetem)
Keresztes Zoltán, tanársegéd

10:20 Andorfi Tamás

Mitől komfortos egy kontaktlencse?

Konzulens: Károly Dóra, tanársegéd

10:40 Mészáros Fanni

Állati anatómiai modell tervezése, intubációs folyamatok gyakorlására

Konzulens: Pammer Dávid, tanársegéd

11:00 Maróti János Endre

Additív vagy hagyományos implantátumok?

Konzulensek: Károly Dóra, tanársegéd
Pammer Dávid, tanársegéd

11:20 Csongvay Péter

Implantátumok csontadhézióját elősegítő, additívan gyártható felületi struktúrák tervezése és vizsgálata összeintegráció szempontjából

Konzulens: Pammer Dávid, tanársegéd

11:40 Szünet

12:00 Izsó Izabella

Polimer bevonat hatása L605 anyagú sztent korróziós tulajdonságaira

Konzulens: Asztalos Lilla, doktorandusz

12:20 Bartha Eszter

Honnan tudjuk, hogy két sztent összeillik?

Konzulens: Károly Dóra, tanársegéd

12:40 Pusztai Zénó

Alakemlékező ötvözetek alkalmazási lehetőségei kézprotéziseknél

Konzulens: Károly Dóra, tanársegéd

Mitől komfortos egy kontaktlencse? (What makes contact lenses comfortable?)

Andorfi Tamás MSc
andorfitamas@gmail.com

Konzulens: Károly Dóra, tanársegéd (ATT)

A kontaktlencse modern korunk egyik legelterjedtebb optikai rehabilitációs terméke, amely sok ember számára mindennapos használatot jelent. A rövidlátó (myop) páciensek közel 70%-a használ valamilyen típusú kontaktlencsét. A termékek elterjedését a speciális optikai tulajdonságuk segítette, a szemüvegtől eltérően a LC (lens-cornea) távolság lecsökkentésével lényegesen kisebb lesz a dioptriák által okozott képméret változása és a szférikus aberráció általi torzítás érzékelése.

A kontaktlencsék invazív orvostechikai eszköznek minősülnek, közvetlen kapcsolatot létesítenek a szemfelszínnel. A szemfelszín egészséges anyagcseréjét a könnyfilm minősége és mennyisége befolyásolja. A könnyfilm rétegeinek megfelelő aránya és fehérjetartalma kiemelten nagy fontosságú a szemgolyó egészségének megtartásához és a megfelelő immunválasz eléréséhez. A száraz szemfelszín erős diszkomfort érzetet és súlyos infektológiai kockázatot jelent.

Kutatásomban különböző kontaktlencsék funkcionális tulajdonságait gyűjtöm össze, amelyek megfelelősége elengedhetetlen a komfortos és biztonságos viseléshez.

Additív vagy hagyományos implantátumok? (Additive or traditional implants?)

Maróti János Endre MSc
pocokrambo@gmail.com

Konzulensek: Károly Dóra, tanársegéd (ATT), Pammer Dávid, tanársegéd (ATT)

Felgyorsult világunkban egyre nagyobb szerepet kap az additív gyártástechnológia (Additive Manufacturing, AM), amely segítségével személyre szabott, rövid időn belül előállítható termékek valósíthatók meg, akár a megrendelő szeme láttára. A hagyományos anyagleválasztó és képlékeny alakító megmunkálások mellett ez a rétegekből felépült gyártási folyamat alkotja a különböző gyártási technológiák harmadik alappillérét. Az utóbbi években egyre nagyobb figyelmet szentelnek ennek a dinamikusan fejlődő technológiának, amely elsősorban a gyártástechnológia sajátosságaiból eredő különleges lehetőségeknek köszönhető. Az AM segítségével legyártható modellek esetén, a termék bonyolultságának csak a tervező fantáziája szab határt. Ezáltal olyan 3D-s testek közvetlen legyártása vált lehetővé, amelyek megvalósítása hagyományos megmunkáló eljárásokkal meglehetősen bonyolult, sok esetben pedig egyszerűen lehetetlen lenne. Az új technológia elterjedése egyre több területen történik, így az orvostudományt is érinti, amelynél nem engedhetünk meg hibás terméket, hiszen emberi élet múlhat rajta, ezért az additívan gyártott alkatrészek anyagtani ismerete elengedhetetlen.

Dolgozatomban hagyományos és additív technológiával gyártott próbatesteket hasonlítok össze különböző vizsgálati módszerekkel, kifejezetten az implantátumanyagként való alkalmazhatóságot szem előtt tartva.

Implantátumok csontadhézióját elősegítő, additívan gyártható felületi struktúrák tervezése és vizsgálata oszeintegráció szempontjából
(Planning and examination of additively manufactured morphological structures that improve the osseointegration of bone implants)

Csongvay Péter BSc
cs.csongvay@gmail.com

Konzulens: Pammer Dávid, tanársegéd (ATT)

Az emberi csontszövetbe beültetett implantátumok csontosodása egy komplex biológiai folyamat, amely akár több héten át is eltarthat. Az csontimplantátumok oszeintegrációs időszükségletének csökkentése érdekében a gyártás folyamán az implantátumok felületkezelési eljárásokon (abrazív megmunkálás, kémiai maratás, stb.) mennek keresztül. Ezen eljárásokat alkalmazva nincsen lehetőség programozott és szabályozott felületi struktúrák kialakítására. Ennek következtében a csontsejtek által kedvelt megfelelő méretű felszíni struktúra kialakítható, de annak morfológiája nem biztos, hogy ideális az oszeintegráció szempontjából. Ezzel szemben az additív gyártástechnológia (fém 3D nyomtatás) lehetőséget nyújt arra, hogy előre jól definiált felületi struktúrák valósuljanak meg, ahol a geometriai paraméterek könnyen változtathatók és vizsgálhatók.

Kutatásunk során a 3D nyomtatást alkalmazzuk, mint implantátumgyártást forradalmasító gyártástechnológia. A technológia fejlődésének köszönhetően napjainkban már biokompatibilis fémekből (pl.: Ti-6Al-4V ELI), is van lehetőség implantátumokat 3D nyomtatni. A gyártástechnológia előnye, hogy az eddig leggyárthatatlan, biomimetikus felületi morfológiák is létrehozhatók megfelelő pontossággal. Dolgozatunkban számítógépes szoftverek segítségével a csontszövet trabekuláris szerkezetére hasonlító, illetve a csontintegrációt elősegítő megfelelő méretű pórusokkal ellátott felületi morfológiákat terveztünk, majd ezzel a felületi struktúrával rendelkező próbatesteket állítottuk elő additív gyártástechnológiával biokompatibilis titán ötvözetből. Hagyományos piacon kapható implantátum felületeknek megfelelő próbatesteket és a tervezett felületi struktúrájú próbatesteket in vitro csontosodási folyamatnak vetettük alá, amely során elemeztük a felület függvényében létrejövő fibrinhálók adhézios kapcsolatát. Szakítóvizsgálattal meghatároztuk a felületeket összefogó fibrinhálók szétszakításához szükséges erőket, amelyek alapján következtetni lehet az additív gyártástechnológiával előállított felületek oszeintegrációs képességére.

Polimer bevonat hatása L605 anyagú sztent korróziós tulajdonságaira (Effect of polymer coating on corrosion properties of L605 stent)

Izsó Izabella MSc
izso.izabella@gmail.com

Konzulens: Asztalos Lilla, doktorandusz (ATT)

A 2000-es évek elejétől a sztentek felületére olyan polimer bevonatot visznek fel, amiből gyógyszeres hatóanyag oldódik ki a sztent élettartama során. Ezeknek a bevonatoknak rengeteg előnyös és hátrányos tulajdonságát tárták fel kutatások, de kimondottan a korróziós leromlási folyamatra gyakorolt hatását nem. A kutatás célja bevonatos és bevonat nélküli kobalt-króm (L605) alapanyagú sztenteken korróziós vizsgálatok (OCP, EIS, Tafel) elvégzése, a korrózió előtti és utáni állapotok dokumentálása és összehasonlítása tömegméréssel, sztereomikroszkóppal, pásztázó elektronmikroszkóppal. A kutatáshoz szükséges mintadarabok és eszközök a tanszéken rendelkezésre állnak.

Honnan tudjuk, hogy két sztent összeillik? (How do we know if two stents fit together?)

Bartha Eszter MSc
eszterke0811@gmail.com

Konzulens: Károly Dóra, tanársegéd (ATT)

Kutatásom során az erek elágazásánál alkalmazott bifurkációs sztentelés koszorúersztentek funkcionális tulajdonságaira vonatkozó hatásait vizsgálom. A téma fontosságát mutatja, hogy Magyarországon a halálozások több mint a feléért (54%) a szív- és érrendszeri megbetegedések felelnek, és az összes sztentelés közel egyötöde bifurkációs technikát igényel.

A szív- és érrendszeri betegségek során az erek falában zsíros, meszes lerakódás alakul ki, amit plakknak nevezünk. A folyamatos lerakódás miatt szűkület alakul ki, ami az idő elteltével érelzáródáshoz vezet. A sztent, vagy más néven értágítóbetét, egy olyan vékony hálós falú csatorna, melyet a szűkült érszakaszba helyeznek, így kitágítja és megtámasztja azt.

Oldalágak esetén szükséges lehet a fő és mellék erek tágítása is, és sztent implantálásra mindkét érágba. Erre több technika áll az orvosok rendelkezésére. Dolgozatomban arra a kérdésre kerestem a választ, hogy a különböző technikákkal elvégzett bifurkációs sztentelések előtt milyen vizsgálatok szükségesek ahhoz, hogy megtudjuk két sztentet összetágíthatunk-e vagy sem?

A sztentmintázat leképezésével lehetőség van megadni egy sztenthez tartozó maximális átmérőt, amelyet a sztent párja nem léphet át. Korróziós vizsgálatokkal megadhatjuk milyen anyagpárosítások nem előnyösek. Az oldalági tágítás modellezésével pedig tesztelhetjük, hogy az adott technikákkal milyen szögtartományban mekkora sztenteket érdemes alkalmazni. A vizsgálatok így segíthetnek az orvosoknak kiválasztani az "összeillő párokat".

Alakemlékező ötvözetek alkalmazási lehetőségei kézprotéziseknél **(Applications of shape memory alloys in hand prostheses)**

Pusztai Zénó BSc
pusztai.zeno@gmail.com

Konzulens: Károly Dóra, tanársegéd (ATT)

A sérülések egyik legsúlyosabb formája egy végtag vagy annak egy részének elvesztése. Ujj vagy ujjhegy sérülések könnyen előfordulhatnak különböző balesetek és betegségek esetén. A baleseti sérülés lehet éles vágás, szakadás, szétzúzódás vagy ezeknek a kombinációja. Orvosi okok miatt akkor végeznek amputációt, ha az érintett testrész nem gyógyítható, vagy a beteg életét másként nem lehet megmenteni. Az amputáció a 20. század közepéig a végtag végleges elvesztését jelentette, de ma már lehetőség van a végtagok vagy végtagrészek replantációjára, visszaültetésére. Az orvostechika fejlődésével a nem visszaültethető végtagrészek protézissel való pótlására is lehetőség nyílik.

Dolgozatomban az ilyen balesetek esetén szükséges protézis tervezésével foglalkozom, a kézre összpontosítva. Külön kitérek arra, hogy az alakemlékező fémötvözetek - mint amilyen az orvostechikában elterjedt nikkelt-titán ötvözet, a nitinol – számos előnyös tulajdonságát, hogyan lehetne felhasználni végtagpótlásokban.

Állati anatómiai modell tervezése, intubációs folyamatok gyakorlására (Design of a canine mannequin for practicing intubation)

Mészáros Fanni MSc
fanni.meszaros94@gmail.com

Konzulens: Pammer Dávid, tanársegéd (ATT)

Az általános orvosképzések során nagy hangsúlyt fektetnek a beavatkozások gyakorlati elsajátítására, ezáltal a különféle segédeszközök szerves részét képezik az oktatásnak. Az eszközöknek köszönhetően az orvostanhallgatók realisztikus képet kapnak a valódi beavatkozások folyamatáról, felkészültségük jelentős mértékben növekszik.

Hasonlóan a humán orvosi képzéshez, az állatorvosi képzés területén is szükség van az elméleti tananyaghoz kiegészítésként szolgáló gyakorló anatómiai taneszközök, szimulátorok alkalmazására. Ezek legfőbb célja az adott téma megismerésének, eredményes elsajátításának könnyítése, a tényleges beavatkozások gyakorlása és azok sikeres elvégzésének támogatása. Magyarországon az állatorvosi képzés helyzetét tekintve kevésbé ismertek és elterjedtek az ilyesfajta állati anatómiai gyakorló modellek. Ezek hiányában számos kritikus és rutinszerű klinikai beavatkozás gyakorlása nincs megfelelő módon biztosítva a hallgatók számára.

Kutatásunk középpontjában ezen beavatkozások egyike, az intubáció folyamata és ennek gyakorlását segítő anatómiai modell áll, melynek során egy átlagos kutyafajtára nézve foglalkozunk az anatómiai gyakorló modell előállításának lehetőségeivel. Az egyedi anatómiai gyakorló modellek kialakítása minden esetben olyan geometriai sajátosságokkal rendelkeznek, amelyek hagyományos, gyártósorra tervezett és azon készített rendszerek esetében nem megvalósíthatók. Ebből adódóan a kutatómunka során a hagyományos gyártástechnológiáktól eltérő technológiákat vizsgálunk (pl. additív technológiák), amelyekkel hatékonyan lehet kisszériás, teljes valóságnak megfelelő anatómiai modelleket előállítani. Az anatómiai gyakorló modell tervezése során figyelembe vesszük a hazai állatorvosok által igényelt kritériumokat és a külföldi piacon elérhető torzók kialakítását. A 3D-s modell alapját klinikumban használt képalkotás, CT felvételek szolgáltatják, amelyek kellő részletességgel rendelkeznek a feldolgozáshoz és a modell megalkotásához. A tervezés során különböző szintű gyakorló modelleket készítenek, amelyekhez bonyolultságuk függvényében kerülnek kiválasztásra az adott gyártástechnológiák.



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

POLIMER ANYAGTUDOMÁNY

Helyszín: MT épület Polimertechnika Tanszék laborelőadó
Időpont: 2018. november 14. 9:00
Elnök: Prof. Dr. Vas László Mihály, címzetes egyetemi tanár
Titkár: Dr. Bakonyi Péter, adjunktus
Tag: Dr. Meiszel László, tanácsadó, Polinvent Kft.
Dr. Molnár Kolos, adjunktus

9:00 Varsányi Dániel, Incze Lídia, Molnár Enikő

Töltőanyagok társíthatósága kaprolaktám rendszerekkel

Konzulensek: Dr. Suplicz András, adjunktus
Semperger Orsolya Viktória, doktorandusz

9:20 Szabó József

Polietilén-tereftalát morfológiai és mechanikai tulajdonságai közötti összefüggések jellemzése

Konzulensek: Dr. Suplicz András, adjunktus
Dr. Tábi Tamás, egyetemi docens

9:40 Kiss Csanád

A poliamid 6 mátrixú hibridkompozitok újrafeldolgozásának hatása a mechanikai jellemzőkre

Konzulensek: Dr. Mészáros László, egyetemi docens
Petrény Roland, doktorandusz

10:00 Krasznai Diána

A böhmít hatása a politejsav mechanikai tulajdonságaira

Konzulensek: Dr. Mészáros László, egyetemi docens
Dr. Kmetty Ákos, adjunktus,
Litauszki Katalin, doktorandusz

10:20 Fris Dorottya Réka

PET alapanyag degradációs tulajdonságainak vizsgálata

Konzulens: Dr. Szabó Ferenc, adjunktus

10:40 Ureczki Ágnes

Egyedi gyártású könyökprotézis fejlesztése

Konzulensek: Dr. Szebényi Gábor, adjunktus

Dr. Kiss Zoltán, adjunktus

Dr. Kocsis György, tanársegéd

11:00 Kotroczi Luca

Pontszerű terhelés hatásának elemzése biopolimeren

Konzulensek: Dr. Bakonyi Péter, adjunktus

Dr. Tábi Tamás, egyetemi docens

11:20 Solti Márton, Ébend András

Szabályos és sztochasztikus cellastruktúrák orvostechnikai alkalmazása

Konzulens: Dr. Kiss Zoltán, adjunktus

Töltőanyagok társíthatósága kaprolaktám rendszerekkel **(Dispersion of fillers in caprolactam)**

Varsányi Dániel MSc, Incze Lídia MSc, Molnár Enikő MSc
dvarsanyi03@gmail.com, inczelidia1994@gmail.com, molnareniko6@gmail.com

Konzulensek: Dr. Suplicz András, adjunktus, Polimertechnika Tanszék
Semperger Orsolya, doktorandusz, Polimertechnika Tanszék

Világunkban a növekvő polimer feldolgozás mellett egyre nagyobb a hangsúly a polimer termékek újrahasznosíthatóságán. Az elmúlt évtizedben az újrahasznosított műanyagok mennyisége szinte duplájára nőtt [1], azonban igen nagy gondot jelentenek a különböző hőre nem lágyuló polimer kompozitokból készült termékek. Az újrahasznosíthatóság mértékének növelésére adhat választ a hőre lágyuló mátrixú kompozitok fejlesztése és alkalmazása. A hőre lágyuló mátrixú kompozitok jó ütésállósággal, korlátlan eltarthatósággal és gyors gyártási ciklusidővel rendelkeznek. Ma már széles körben alkalmazzák a repülőgépiparban, az autópiparban, a sportfelszerelésekben és a közlekedési ágazatokban [2].

Ugyanakkor az erősítőanyagok mellett jelentős szerepe van a különféle töltőanyagoknak is, amelyek nagy előnye, hogy képesek kis töltőanyag tartalom esetén is jelentős változásokat létrehozni a polimerek adott tulajdonságaiban. Hátrányuk azonban, hogy a polimer mátrixban hajlamosak aggregátumokat kialakítani, így megfelelő eloszlásuk meglehetősen nehézkes, egyes esetekben akár ronthatnak is a mátrix tulajdonságain. Erre nyújthat megoldást a kaprolaktám in situ polimerizációja.

Kutatásunk fő célja a különböző töltőanyagok kaprolaktámmal történő elegyíthetőségének vizsgálata. Mivel a kaprolaktám olvadék állapotban kis viszkozitással rendelkezik, így benne a töltőanyag szemcsék a gravitációs erő hatására leülepedhetnek, ezáltal a gyártási folyamat során inhomogenitás keletkezhet a termékben. Ezt a folyamatot szendimentációs vizsgálatok segítségével elemezzük és az egyes ülepedések sebességéből vonunk le következtetést a technológia kiválasztására, a gyártási folyamat maximális ciklusidejére valamint a szerszámban való keverés szükségességére. Az elegyítést három különböző módon végezzük: szilárd halmazállapotban, olvadék halmazállapotban, illetve homokfürdőben. A homokfürdő-eljárás lényege, hogy a felmelegített homokba, egy mozsárba elhelyezzük a töltőanyagot és a kaprolaktámot. Ott egy keverőeszköz segítségével, nyíróerő hatására homogenizáljuk az anyagokat, így mesterkeveréket állítunk elő. Végül az eljárások hatékonyságának összehasonlítását végezzük el a megfelelő előállítási technológia kiválasztása érdekében.

Irodalom:

- [1] Plastics Europe: Plastics – the Facts (2017).
- [2] Michael Legault: Infusible thermoplastics via in-situ polymerization. CompositesWorld (2014).

Polietilén-tereftalát morfológiai és mechanikai tulajdonságai közötti összefüggések jellemzése

(Characterization of the connection between morphological and mechanical properties of Polyethylene-terephthalate)

Szabó József MSc
jocaszabo94@gmail.com

Konzulensek: Dr. Suplicz András, adjunktus, Polimertechnika Tanszék
Dr. Tábi Tamás, egyetemi docens, Polimertechnika Tanszék

A polietilén-tereftalát (PET) egyike a legszélesebb körben alkalmazott, legnagyobb tömegben gyártott műanyagoknak. Elsődleges felhasználási területe a csomagolóipar, amelyen belül kiemelkedően nagy az üdítőitalos palackok gyártása, de számottevő mennyiségben használják élelmiszerek vagy akár kozmetikumok és gyógyszerek csomagolására is. Nem elhanyagolható a fólia- és lemezgyártásban, valamint a szálgyártásban betöltött szerepe sem [1]. A közéletben leginkább tömegműanyagként terjedt el, annak ellenére, hogy kifejezetten jó mechanikai tulajdonságokkal rendelkezik, amelyek ezáltal kitűnő technikai célú anyaggá is teszik. Tekintve, hogy a manapság gyártott palackok már igen vékonyak és mégis ellenállnak a kifejezetten nagy nyomásnak, az olyan felhasználási területek, mint a vitorla, a ragasztószalagok hordozófóliája, kötelek, vagy akár fogaskerekek is mind ezt igazolják [1-3].

A PET alapvetően egy részben kristályos polimer. Ennek a kristályos részarányának a nagyságát a hűtés sebességének változtatásával kontrollálhatjuk. Lassú hűtéssel maximalizálhatjuk a kristályosság mértékét, amíg gyors hűtés segítségével akár egészen amorf formában is rögzíthetjük az anyagot. Összehasonlítva az amorf és a kristályos formában megszilárdult PET mechanikai tulajdonságait, jelentős különbségeket vehetünk észre: mind szakítószilárdságot, mind pedig modulust tekintve a kristályos PET rendelkezik jobb értékekkel [2, 4].

Kutatásom célja, hogy megvizsgáljam a polietilén-tereftalát kristályossága és mechanikai tulajdonságai közötti kapcsolatokat. Vizsgálataim során két fajta PET alapanyaggal dolgoztam: egy ütésálló adalékkal társított, valamint egy adott arányban reciklált anyagot tartalmazó PET-tel. A két anyagból egy kísérletterv alapján különböző technológiai paraméterek alkalmazásával próbatesteket fröccsöntöttem, majd ezeket alávetettem DSC-vizsgálatnak, szakítóvizsgálatnak, végül pedig Charpy-féle ütvehajlító vizsgálatnak is. A kapott eredmények kiértékelésével összefüggéseket kerestem a kristályos részarány nagysága és az anyagok mechanikai tulajdonságai között.

Irodalom:

- [1] Buzási Lajosné: Magyarország műanyagipara 2016-ban (II.). www.polimerek.hu, 2018. július 10.
- [2] Czvikovszky T., Nagy P., Gaál J.: A polimertechnika alapjai. Műegyetem Kiadó, Budapest (2007).
- [3] Pál Károlyné: PET-gyártás és -felhasználás Európában. Műanyagipari szemle (A műanyagok a gazdaságban), 2003/02.
- [4] Polimerek morfológiai vizsgálata. Anyagtudomány, gyakorlati jegyzet, 2017.03.06., www.pt.bme.hu.

A poliamid 6 mátrixú hibridkompozitok újrafeldolgozásának hatása a mechanikai jellemzőkre

(The effect of recycling of polyamide 6 matrix hybridecomposites on mechanical properties)

Kiss Csanád MSc
kiss.csanad.94@gmail.com

Konzulensek: Dr. Mészáros László, egyetemi docens, Polimertechnika Tanszék
Petrény Roland, doktorandusz, Polimertechnika Tanszék

A hőre lágyuló mátrixú kompozitok egyre nagyobb teret hódítanak, mivel fröccsöntéssel viszonylag egyszerűen előállíthatók belőlük bonyolult geometriájú termékek. A kompozitok területén egyre nagyobb a nyomás azok újrahasznosítása területén is, ami szintén a hőre lágyuló mátrixú kompozitok elterjedésének kedvez, hiszen ezek könnyebben újrahasznosíthatók, mint a térhálós társaik. A kompozitok kutatása területén egyre inkább előtérbe kerülnek a nanorészecskéket, illetve a nanorészecskéket és mikrorészecskéket együttesen tartalmazó kompozitok. Mivel ezekkel az anyagokkal csak pár évtizede foglalkoznak a kutatók, így viszonylag kevés ismeret áll rendelkezésre azok újrahasznosításával kapcsolatban, ezért választottam ezt a témát kutatásom alapjául.

Dolgozatomban főként az újrafeldolgozás során a különböző kompozittermékek mechanikai és anyagszerkezeti változásait igyekszem föltárni. Ezek alapján becslést is kívánok adni, hogy mennyi feldolgozási ciklus után válik az anyag használhatatlanná az ipar és a piac szempontjából.

Munkám során montmorillonit (MMT) és bazaltszál (BF) erősítésű kompozit anyagokat gyártottam. Extrúziós technológiával újra és újra feldolgoztam az alapanyagunkat, mintákat véve a gyártási lépések között, amelyekből próbatesteket fröccsöntöttem. Ezek mechanikai tulajdonságait húzó vizsgálat útján határoztam meg.

Az eredmények azt mutatták, hogy az újrafeldolgozás segíti a nanorészecskék mátrixon belüli jobb eloszlását, és nem jár nagymértékű degradációval a polimer szempontjából. Mindemellett a szálak erősítő anyag tördelődése nagymértékben rontja a kezdeti tulajdonságokat.

Irodalom:

- [1] Dennis H. R., Hunter D. L., Chang D., Kim S., White J. L., Cho J. W., Paul D. R.: Effect of melt processing conditions on the extent of exfoliation in organoclay-based nanocomposites. *Polymer*, 42, 9513-9522, (2001).
- [2] Bernasconi A., Davoli P., Rossin D., Armani C.: Effect of reprocessing on the fatigue strength of a fiberglass reinforced polyamide. *Composites: Part A*, 38, 710-718, (2007).
- [3] Sua K.-H., Lin J.-H., Lin C.-C.: Influence of reprocessing on the mechanical properties and structure of polyamide 6. *Journal of Materials Processing Technology*, 192-193, 532-538, (2007).

A böhmit hatása a politejsav mechanikai tulajdonságaira **(The effect of boehmite on the mechanical properties of poly(lactic acid))**

Krasznai Diána MSc
krasznaidia93@gmail.com

Konzulensek: Dr. Mészáros László, egyetemi docens, Polimertechnika Tanszék
Dr. Kmetty Ákos, adjunktus, Polimertechnika Tanszék
Litauszki Katalin, doktorandusz, Polimertechnika Tanszék

Manapság egyre növekszik az igény megújuló erőforrások használatára, amelyre a műanyagiparnak is reagálnia kell, ennek következtében a biopolimerek piaca bővülő tendenciát mutat. Ezt a csoportot gyarapítja a politejsav (PLA) is, amelynek alkalmazási területeit a közelmúlt fejlesztései egyre inkább szélesítik, így például jelentős alternatívát biztosít a csomagolóiparban alkalmazott szintetikus polimerek helyettesítésére. Az alapanyag számos kedvező tulajdonsággal bír, ilyen például biokompatibilitása, jó feldolgozhatósága, azonban egyes területeken jelentős korlátokkal rendelkezik. Habár egyes mechanikai tulajdonságai a polietilén-tereftalátéhoz (PET) hasonló, de szívóssága nem megfelelő, amely korlátozza a magasabb feszültség szinten végbemenő deformációt eredményező felhasználási lehetőségeit. Emellett a felületi módosítások kihívást jelenthetnek, hiszen kevés reaktív oldallánc csoporttal rendelkezik és üveges átmeneti hőmérséklete meglehetősen alacsony, amelyhez amorf állapotban alacsony hőalaktartás társul. Belátható, hogy egyes alkalmazásokhoz elengedhetetlenek az alapanyag olyan jellegű módosításai, amelyek a szívósság és termikus stabilitás fokozását célozzák [1, 2].

A PLA jellegzetessége, hogy kétféle, 'D'- és 'L'-típusú izomerrel is rendelkezik. Egyes tulajdonságaira, mint például a kristályos részarány, a D-laktid tartalom alapvetően hatással van, így kísérleteimben háromféle, eltérő D-laktid tartalommal rendelkező alapanyagot vizsgálok. A fejlesztés fő iránya a PLA adalékolás útján történő módosítása [3].

Ehhez egy kevésbé kutatott, ám jól elosztható nanorészecskét, a böhmitet választottam, amelyet eltérő tömegszázalékban, belső keverés során adagoltam a háromféle alapanyaghoz. Az így kialakuló mechanikai és termikus tulajdonságok vizsgálatára végzett mérések azt bizonyították, hogy a böhmitet önmagában alkalmazva az alapanyag kívánt tulajdonságaiban szignifikáns fejlődés nem tapasztalható. Ezért a következő lépésben a szívós poli(butilén-adipát-ko-tereftalát)-tal (PBAT) blendet képeztem, majd síkfólia termékeket állítottam elő. Ebben az esetben az eredmények már kedvezőbben alakultak.

Irodalom:

- [1] Rahul M. R., Amol V. J., Douglas E. H.: Poly(lactic acid) modifications. Progress in Polymer Science 35, 338–356 (2010).
- [2] R. Auras, L.-T. Lim, S. E. M. Selke, H. Tsuji: Poly(lactic acid): Synthesis, Structures, Properties, Processing, and Applications. Wiley Series on Polymer Engineering and Technology, Canada. (2010).
- [3] Lidong F., Bao Z., Xinchao B., Gao L., Zhiming C., Xuesi C.: Thermal Properties of Polylactides with Different Stereoisomers of Lactides Used as Comonomers. Macromolecules, 50, 6064–6073, (2017).

PET alapanyag degradációs tulajdonságainak vizsgálata **(Effects of degradation on PET substrate)**

Fris Dorottya Réka BSc
frisdorottya@freemail.hu

Konzulens: Dr. Szabó Ferenc, adjunktus, Polimertechnika Tanszék

A műanyagok korszakát több ezer éve kövezték ki azok a természetes anyagok, amelyek polimerszerű tulajdonságokkal bírnak [1]. Az első rágógumi használata az ókori görögökhöz köthető [2], amíg az állati eredetű gyanta, a sellak selyemruhák színezésére volt használatos az ókori Kínában és Indiában [3]. Az első szintetikus anyag Alexander Parkes nevéhez fűződik, aki 1855-ben találta fel a celluloidot. A modern műanyagok áttörésére 1907-ben került sor, amikor Baekeland tömeggyártásra bocsátotta találmányát, a bakelitot [1]. Ezután számos neves kémikus alkotásvágya kapott teret, Wallace Carothers 1937-ben találta fel például a poliamidot. Korai tragikus halála miatt munkáját mások folytatták, így Dickson és Whinfield 1941-ben szabadalmaztatta a PET-et [1]. Nélküle a XXI. századi csomagolóipar, ami a műanyag gyártás 39,9%-át karolja fel [4] elképzelhetetlen lenne. A PET hazai felhasználása 10,6% [5], amíg ezen érték európai mutatókkal 7,4% [1] körüli a 2016-os adatok alapján. Ez közel 3,7 millió tonnányi PET termelést jelent Európában éves szinten. Az értékek előző évekhez képest növekednek, ami olyan téren is szerencsés, hogy a PET újrahasznosítása és felhasználása rendkívül széleskörű és egyszerűen megvalósítható, így fokozottabban környezetbarát irányokat is vehet a műanyagipar.

A dolgozat célja a polietilén-tereftalát (PET) különféle okokból fakadó degradációjának és annak alapanyagra való hatásainak vizsgálata. Az ismeretek az iparban fontos szerepet töltenek be, mivel a degradáció jelentheti akár a késztermék tulajdonságainak olyan mértékű romlását, hogy az nem képes betölteni funkcionális szerepét. A degradáció a polimer molekuláinak sérüléseiből fakad, hatása kiterjedhet az alapanyag tulajdonságaira is és kedvezőtlenül módosíthatja azokat. Bár ez a jelenség a műanyagok egyfajta természetes velejárója, az ipari tevékenységek nagyban felgyorsíthatják a folyamatot. Az alapanyag nem megfelelő tárolása, szárítása és maga a feldolgozás is elősegítheti a degradációt. A többszörösen reciklált alapanyagból készült termékek elveszítik megfelelő szilárdsági tulajdonságaikat, ezáltal selejtes termékek gyártására kerül sor. A polimerek újrafelhasználása azonban nagyon jelentős mind gazdasági, mind környezetvédelmi szempontból. Ezért fontos a műanyagfeldolgozási iparban a degradáció vizsgálata és hatásainak megfigyelése, ezáltal a termékek tulajdonságainak optimális szinten tartása megvalósítható, költséghatékony módon.

Irodalom:

- [1] <https://www.plasticseurope.org> (History of Plastics)
- [2] <http://www.chewinggumfacts.com> (History of Chewing Gum)
- [3] <https://www.naturalhandyman.com> (The story of Shellac, 2003)
- [4] Plastics Europe: Plastics Market Data. Plastics – the Facts 2017, 22-24 (2018).
- [5] Buzási L.: Magyarország műanyagipara 2016-ban (II.). Polimerek, **3**, 8, 232-237 (2017).

Egyedi gyártású könyökprotézis fejlesztése **(Development of custom elbow prosthesis)**

Ureczki Ágnes MSc
agnes.ucz@gmail.com

Konzulensek: Dr. Szabó Gábor, adjunktus, Polimertechnika Tanszék,
Dr. Kiss Zoltán, adjunktus, Polimertechnika Tanszék,
Dr. Kocsis György, tanársegéd, Semmelweis Egyetem Ortopédiai Klinika

Napjainkban a polimerek a gyógyászatban, orvostechikában is egyre nagyobb szerepet töltenek be köszönhetően a kedvező mechanikai tulajdonságaiknak, biokompatibilitásuknak, sterilizálhatóságuknak és szükség szerint egyes polimerek lebomló képességének. Ennek megfelelően a különböző protézisek nagy részében található polimer alkatrész. A hagyományosan fémből készülő protézisek polimerrel való kombinálása továbbá azért is eredményes, mivel az emberi szervezet összetettsége folytán egyetlen anyagtípussal gyakran nem lehet kielégíteni az adott alkatrészszel szemben támasztott követelményeket. A különböző anyagtípusok társításával viszont lehetőségünk nyílik az optimális tulajdonságok beállítására [1].

A könyökprotézisek esetében megkülönböztetünk puha-kemény és kemény-kemény mesterséges ízületi felszín párosításokat. Ezek közül az előbbi párosítás esetén leggyakrabban ultranagy molekulatömegű polietilén (UHMWPE) alkotja a kemény orvosi fémmel érintkező puha felületet. Az UHMWPE alkalmazása során jelentős problémát okoz az anyag kopása [2]. A kopadék jelenléte komplex immunreakciót vált ki, aminek járulékos következményeképpen a csont lokálisan felszívódhat, ami a protézis kilazulásához vezet [3]. Következésképpen a protézis fejlesztése során cél a kopás minimalizálása, a terhelésátadás javítása, geometriai változtatásokkal a súrlódó felületek növelése [4].

Munkám célja, hogy a jelenleg kereskedelmi forgalomban kapható könyökprotézisek ismert hibáit és gyengeségeit megvizsgálva, egy olyan új terméket fejlesszek, amely az általános protézisekkel és implantátumokkal szemben támasztott követelmények mellett egyedi geometriával rendelkezik. Vizsgálataim során először a Magyarországon sebészeti gyakorlatban leginkább elterjedt Coonrad-Morrey protézis vizsgálatával kezdtem. A szerkezet UHMWPE betétjeinek kopását vizsgáltam pásztázó elektronmikroszkóp és 3D optikai mérőrendszer segítségével. Az eredmények figyelembevételével és a műtési technika szabta igények mentén követelményjegyzéket állítottam fel. Ennek megfelelően különböző konstrukciókat terveztem, amelyek az említett kopást hivatottak minimalizálni.

Irodalom:

- [1] Czvikovszky T.-Nagy P.: Polimerek Az Orvostechikában. Műegyetem Kiadó, Budapest (2003)
- [2] Z.M. Jin, J.Zheng, W.Li , Z.R.Zhou: Tribology of medical devices. Biosurface and Biotribology 2, 173–192, (2016)
- [3] T. W. Bauer MD, P.A. Campbell PhD, G.Hallerberg MS: How Have New Bearing Surfaces Altered the Local Biological Reactions to Byproducts of Wear and Modularity? Clinical Orthopaedics and Related Research, (2014)
- [4] E. A. King, P. Favre, A. Eldemerdash, J. E. Bischoff, M. Palmer, J. N. Lawton, J. N. Lawton: Physiological Loading of the Coonrad/Morrey, Nexel, and Discovery Elbow Systems: Evaluation by Finite Element Analysis. Journal of Hand Surgery (2018)

Pontszerű terhelés hatásának elemzése biopolimeren **(Analysis of the impact of point load on biopolymer)**

Kotroc Luca MSc
kotroc.luca@gmail.com

Konzulensek: Dr. Bakonyi Péter, adjunktus, Polimertechnika Tanszék
Dr. Tábi Tamás, egyetemi docens, Polimertechnika Tanszék

Napjainkban világszerte nagy hangsúlyt fektetnek a különböző műanyag termékek életútjának vizsgálatára, főként az előállítás és a hulladékkezelés szempontjából. A környezettudatos szemlélet előtérbe kerülésével, a műanyagok újrahasznosítása mellett, a biopolimerek kutatásával, fejlesztésével is egyre többen, és egyre több területen foglalkoznak [1].

Biopolimerek alkalmazása esetén is fontos, hogy pontosan milyen követelményeknek kell megfelelni, hogy használatuk során milyen igénybevételek, milyen környezeti hatások lépnek fel. A jól ismert húzó-, hajlító-, illetve nyomó vizsgálatokból információt kapunk az anyag rövidtávú mechanikai tulajdonságairól. Azonban polimerek esetén már szobahőmérsékleten is jellemző, hogy állandó, akár már kis terhelés mellett is folyamatosan nő a deformáció, ezért fontos, hogy a tartós tulajdonságait is megismerjük ezeknek az anyagoknak. Ilyen jelenség a feszültségrelaxáció, a ciklikus terhelések és a kúszás, ez utóbbinak legismertebb vizsgálati módjai a húzás, és a hajlítás, kevésbé vizsgált a csavarás és a nyomás. Utóbbi esetben beszélhetünk felületi, vagy pontszerű nyomó vizsgálatokról [2].

A klasszikus keménységmérés elveire épülő mélységérzékeny benyomódásmérés (*depth sensing indentation*, DSI) kiválóan alkalmas pontszerű terhelések vizsgálatára. A módszer alkalmazásával a felületi mechanikai tulajdonságok (pl.: keménység) tárhatók fel [3-4]. Egy új, dinamikus mechanikai analizátorhoz (DMA) tervezett mérőfelet segítségével lehetőség nyílik ilyen mérések elvégzésére, akár széles hőmérséklettartományban is.

Dolgozatomban politejsav (PLA) (NatureWorks 3100 HP) típusú biopolimer alapanyagon végeztem méréseket Vickers-típusú benyomófejjel. A mérőfej által hagyott lenyomatokat optikai mikroszkóp segítségével lemérve vizsgáltam a terhelőerő, illetve a terhelési idő hatását, valamint a relaxáció jelenségét is.

Irodalom:

- [1] Angyal A.: Műanyagok újrahasznosítása, Pannon Egyetem, Veszprém (2012)
- [2] H., Varga Cs., Nagy R.: Polimerek mérés technikája, Pannon Egyetem, Veszprém (2002)
- [3] Nagy P. M.: Viskoelasztikus szerkezeti polimerek tömbi és felületi mechanikai tulajdonságainak vizsgálata benyomódási mérés technikával, PhD értekezés, Eötvös Lóránd Tudományegyetem, Budapest (2007)
- [4] Gubicza J., Juhász A., Lendvai J.: A new method for hardness determination from depth sensing indentation test. *Journal of Materials Research*, 11 (1996) 2964-2967

Szabályos és sztochasztikus cellastruktúrák orvostechnikai alkalmazása **(Medical application of regular and stochastic cellular structures)**

Solti Márton MSc, Ébend András BSc
andras.ebend@gmail.com, marci.solti.hu@gmail.com

Konzulens: Dr. Kiss Zoltán, adjunktus, Polimertechnika Tanszék

Az additív gyártás a polimer technológia egyik legdinamikusabban fejlődő ága. Alkalmazása az ipar minden területére kiterjed, a technológiában rejlő lehetőségek azonban még nincsenek teljes körűen feltárva.

Az additív technológiákat számos helyen alkalmazzák az orvostechnikában is. A polimer 3D nyomtatás ma még nem alkalmas beültethető szervek gyártására, még sokat kell fejlődnie, hogy kisebb méretű szerveket elő lehessen állítani vele. Az egyik legjelentősebb lehetséges felhasználása a csontpótlás. A csont a világon a második leggyakrabban átültetett szövet, évente több mint négymillió műtétet hajtanak végre csontpótlás és egyéb csontdefektusok kezelése céljából.

A csontok szivacsos belső szerkezetét a Voronoi-diagrammal szokták modellezni. A Voronoi-diagrammal képzett sztochasztikus cellaszerkezet a protéziseknél fennálló szabadformájú határoló geometria és komplex terhelések esetén sokkal hatékonyabb lehet az eddig alkalmazott szabályos struktúráknál.

A dolgozatunkban a Voronoi-támasztóstruktúra előnyeit és a csontpótlás területén betölthető szerepét vizsgáljuk. A Voronoi-diagrammal képzett próbatesteket hasonlítjuk össze a szabályos rácsszerkezetekkel.

Irodalom:

- [1] Solti, M., Piros, A.: Belső tartószerkezetek optimalizálása térbeli Voronoi-cellák segítségével. GÉP, vol. 64, no. 2, 61-65 (2018)



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

POLIMER KOMPOZITOK

Helyszín: T épület T201 terem
Időpont: 2018. november 14. 9:00
Elnök: Dr. Toldy Andrea, egyetemi docens
Titkár: Dr. Tamás-Bényei Péter, adjunktus
Tag: de Rivo Balázs, fejlesztési csoportvezető, Zoltek Zrt.
Dr. Mezey Zoltán, adjunktus

9:00 Bugár – Mészáros Márton

A nedveségtartalom és a hőmérséklet együttes hatásának vizsgálata vékony rétegű szén/üvegszálás hibrid kompozitok szívósságára és tönkremeneteli módjára

Konzulens: Dr. Czél Gergely, tudományos munkatárs

9:20 Varga László József

Ataktikus polipropilén mátrixú önerősített kompozit fejlesztése

Konzulens: Dr. Bárány Tamás, egyetemi docens

9:40 Virág Ábris Dávid

Az FBC modell alkalmazhatóságának vizsgálata különböző üvegszövetek esetén

Konzulensek: Dr. Halász Marianna, egyetemi docens
Prof. Dr. Vas László Mihály, címzetes egyetemi tanár
Dr. Bakonyi Péter, adjunktus

10:00 Schultz Domokos

Kompozitok konvencionálistól eltérő alakváltásának vizsgálata

Konzulensek: Vermes Brúnó, doktorandusz
Prof. Dr. Czigány Tibor, egyetemi tanár

10:20 Bugár-Mészáros Márton

Nagyteljesítményű unidirekcionális szénszál/epoxi prepreg kompozitok szakadási nyúlásának pontos meghatározása új típusú üveg/szénszál erősítésű hibrid próbatestek alkalmazásával

Konzulens: Dr. Czél Gergely, tudományos munkatárs

10:40 Pocsai Lilla

Száltöredezés elemzése a fröccsöntő csiga hatásainak kimutatására

Konzulensek: Dr. Kovács József Gábor, egyetemi docens
Török Dániel, doktorandusz

A nedvességtartalom és a hőmérséklet együttes hatásának vizsgálata vékony rétegű szén/üvegszálás hibrid kompozitok szívósságára és tönkremeneteli módjára

(The effect of moisture and test temperature on the pseudo-ductility and failure mode of thin-ply glass /carbon fibre reinforced hybrid composites)

Bugár – Mészáros Márton BSc
marton.bugar.meszaros@gmail.com

Konzulens: Dr. Czél Gergely, tudományos munkatárs, Polimertechnika Tanszék

A szénszálás polimer kompozitok kitűnő mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek, ugyanakkor a hirtelen bekövetkező, katasztrofális tönkremenetelükből adódóan a tervezés során alkalmazott biztonsági tényezők jelentősen magasabbak, mint a hagyományos szerkezeti anyagok (pl. acél, alumínium) esetében. Ennélfogva a bennük rejlő lehetőségek nem használhatók ki teljes mértékben.

A nagyteljesítményű kompozitok szívósságnövelésének céljából a Bristoli Egyetem Kompozit Kutatóközpontja és a Polimertechnika Tanszék kutatói különböző megoldásokat fejlesztettek ki. A koncepciók közül az egyik legígéretesebb a vékony szénréteget tartalmazó, unidirekcionális, hibrid kompozitok létrehozása. A szokásos vastagágú szénrétegeket tartalmazó szén- és üvegszál erősítésű kompozitok esetében a szénréteg húzóterhelés hatására történő tönkremenetelkor jelentős erőesés tapasztalható a kiterjedt rétegelválásnak köszönhetően. Ezzel szemben a vékony rétegű hibridek esetében a szénszálás réteg töredezésekor csak a repedések közvetlen környezetében történik rétegelválás, így a feszültség állandó értéken marad a szénréteg teljes tönkremenetelig, majd ismét nőni kezd, ha az üveg rétegek képesek további terhelés felvételére.

A kutatásom célja a repülőgépek üzemi hőmérséklettartományában megvizsgálni a hőmérséklet és a nedvességtartalom együttes hatását a kifejlesztett unidirekcionális hibrid kompozitok mechanikai tulajdonságaira. A vékonyabb, egy-egy üvegszálás réteg között két, folytonos szénréteget tartalmazó próbatestek esetében a szénréteg töredezését vizsgáltam, míg a kétszeres vastagságú, középen felvágott szénrétegekből álló próbatestekkel a szén- és üvegszálás rétegek elválásának folyamatát elemeztem. A próbatesteket 1500 órán át 60 °C-on, 90%-os relatív páratartalom mellett kondicionáltam, az egytengelyű húzóvizsgálatokat -50 °C, 25 °C és 80°C-on végeztem. A vékonyabb próbatestek száraz körülmények között tapasztalt szívós viselkedése teljes mértékben megszűnt és katasztrofális tönkremenetel következett be mindhárom vizsgálati hőmérsékleten. A nem folytonos szénréteget tartalmazó próbatesteknél a rétegelválás kisebb nyúlásértékeknél indult meg nedves esetben, mint a nem kondicionált próbatesteknél. Ezután a terhelés irányával párhuzamosan felhasadtak a próbatestek még mielőtt a teljes felületen elválhattak volna a rétegek, ahogy azt a száraz esetben tapasztaltam.

A szívós viselkedés megszűnésének tanulmányozása céljából üvegszálás próbatesteket vizsgáltam szobahőmérsékleten száraz állapotban, valamint 125/500/1000/1500 óra nedves kondicionálást követően. A mérési eredmények alapján az üvegszálás próbatestek szakítószilárdsága és szakadási nyúlása egyaránt nagymértékben csökkent a kondicionálás időtartamának növelésével, 1000 óra után a kezdeti érték 70 %-ára állt be. Ez megmagyarázza a tönkremeneteli módok tapasztalt változását a különböző próbatest típusok esetén.

Ataktikus polipropilén mátrixú önerősített kompozit fejlesztése **(Development of self-reinforced polypropylene composites with atactic polypropylene matrix)**

Varga László József MSc
vlj10615@gmail.com

Konzulens: Dr. Bárány Tamás, egyetemi docens, Polimertechnika Tanszék

Az önerősített polimer kompozitok jellemzője, hogy mind az erősítőszál, mind a mátrix egyazon anyagcsaládba tartozik. A kompozitok nagy előnye, hogy teljes mértékben újrahasznosíthatók, kis sűrűség mellett kiváló mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek, továbbá megfelelő konszolidáltság elérése esetén jó szál/mátrix adhézió alakul ki. Az előállításuk kulcskérdése, hogy milyen tág feldolgozási ablak biztosítható, azaz a mátrix és az erősítőanyag olvadási hőmérséklete között mekkora különbség van, mivel az olvadási hőmérsékletek közötti túlságosan kicsi különbség esetén a magas előállítási hőmérséklet miatt az orientált PP-szálak relaxációt szenvednek, ami erősítőpotenciáljukat rontja.

Az ataktikus polipropilén (aPP) kis szilárdságú, nagy tapadóképeségű anyag (jellemzően ömledékes ragasztók alapanyaga), amelynek olvadási hőmérséklettartománya jóval az erősen orientált PP (izotaktikus, iPP) szál alatt van. Ezek alapján az aPP/iPP kombinációval alacsony hőmérsékleten képezhető jól konszolidált önerősített kompozit nagy száltartalom mellett. E kompozitok előnye, hogy alacsony hőmérsékleten is nagy energiaelnyelő képességgel rendelkeznek, hátrányuk, hogy a hőállóságuk korlátozott. Ez utóbbi javítására az aPP párosítható más típusú PP kopolimerrel (pl. rPP).

A TDK dolgozat célja nagy erősítőanyag tartalommal rendelkező, ataktikus polipropilén mátrixú, önerősített polimer kompozitok fejlesztése. További cél az ataktikus PP mátrix módosíthatóságának vizsgálata random PP kopolimer hozzáadásával. Az előállított kompozitokat mechanikai és morfológiai módszerekkel minősítettem.

Irodalom:

- [1] Capiati N. J., Porter R. S.: The concept of one polymer composites modelled with high density polyethylene. *Journal of Material Science*, 10, 1671-1677 (1975).
- [2] Kmetty Á., Bárány T., Karger-Kocsis J.: Self-reinforced polymeric materials. *Progress in Polymer Science*, 35, 1288-1310 (2010).
- [3] Bárány T., Izer A., Karger-Kocsis J.: Impact resistance of all-polypropylene composites composed of alpha and beta modifications. *Polymer Testing*, 28, 176-182 (2009).
- [4] Swolfs Y., Van den Fonteyne W., Baets J., Verpoest I.: Failure behavior of self-reinforced polypropylene at and below room temperature. *Applied Science and Manufacturing*, 65, 100-107 (2014).

Az FBC modell alkalmazhatóságának vizsgálata különböző üvegszövetek esetén

**(Examining the applicability of the FBC model in case of
glass woven fabrics)**

Virág Ábris Dávid MSc
viragabris@gmail.com

Konzulensek: Dr. Halász Marianna, egyetemi docens, Polimerteknika Tanszék
Prof. Dr. Vas László Mihály, címzetes egyetemi tanár, Polimerteknika Tanszék
Dr. Bakonyi Péter, adjunktus, Polimerteknika Tanszék

Manapság széles körben alkalmazunk kompozit szerkezeteket, így egyre nagyobb igény van arra, hogy már a tervezési fázisban kellő pontossággal modellezni tudjuk a termék mechanikai viselkedését és tönkremenetelét. Az alkalmazott polimer kompozit termékek egy része szövet erősítésű kompozit, ezen belül is az egyik legelterjedtebb az üvegszövet erősítés.

Dolgozatomban a Vas-féle FBC (Fiber Budle Cell – szálkötegcella) modell alkalmazhatóságát vizsgálom üvegszövetek esetén.

Munkám során két azonos területi sűrűségű, de eltérő kötésmintájú szövetből vett, különböző hossz-szélesség arányú mintákon végzek sávszakító jellegű nyíróvizsgálatokat. A szövetek nyíró viselkedését fonalkihúzó vizsgálatok eredményeit felhasználva az FBC modell segítségével modellezem. Ezt követően pedig megvizsgálom, hogy a modellel meghatározott eredmények milyen kapcsolatban vannak a mérési eredményekkel, azaz a modell milyen pontossággal írja le a szövetek valós mechanikai viselkedését.

Kompozitok konvencionálistól eltérő alakváltásának vizsgálata **(Examination of the non-conventional deformations of composites)**

Schultz Domokos MSc
schultz.domokos@gmail.com

Konzulensek: Vermes Brúnó, doktorandusz, Polimertechnika Tanszék
Dr. Czigány Tibor, egyetemi tanár, Polimertechnika Tanszék

Napjainkban a polimer kompozitok képviselik az egyik legmagasabb minőséget és a legütemesebben fejlődő ágazatot a szerkezeti anyagok családjában. Ezeknek az anyagoknak az anizotrópiáját kihasználva a kitüntetett irányokban kiváló fajlagos mechanikai tulajdonságokat tudunk elérni. A rétegrend megfelelő optimalizálásával az anizotróp jelleget azonban fel tudjuk használni konvencionálistól eltérő alakváltás elérésére is.

Kutatásom során egy formula típusú versenyautó padlólemezének esetében próbáltuk igazolni a konvencionálistól eltérő deformációs válasszal rendelkező kompozit anyag előnyeit. A cél olyan szénszál erősítésű, epoxi gyantával átitatott kompozit rétegrend létrehozása volt, amely hajlító igénybevételre egyik esetben csavarodik, másik esetben pedig keresztirányban hajlik meg, így javítva a versenyautó aerodinamikai jellemzőit menet közben.

Ennek első lépését a klasszikus lemezelmélet (CLT) alapján végzett számításokon keresztül véghezvitt rétegrend optimalizálás jelentette. Az így kapott kompozit lemezeket ezt követően végeselemes környezetben is felépítettük, majd szimuláltuk a deformációkat. A laminátumokat a valóságban is legyártottuk autoklávus prepreg technológiát alkalmazva, ezzel is minimalizálva a gyártásból eredő hibákat. A legyártott próbatesteken ezt követően a hajlításra adott konvencionálistól eltérő alakváltást mértük videoextenzométer segítségével. Végző lépésként az analitikus, numerikus és gyakorlati eredmények kiértékelését, összevetését végeztük el, valamint kijelöltük a további lépéseket, hogy a közeljövőben a gyakorlatban is hasznosíthatók legyenek a kutatás eredményei.

**Nagyteljesítményű unidirekcionális szénszál/epoxi prepreg kompozitok
szakadási nyúlásának pontos meghatározása új típusú üveg/szénszál
erősítésű hibrid próbatestek alkalmazásával**

**(Accurate measurement of failure strain of high performance unidirectional
carbon fibre/epoxy prepreg composites using glass/carbon fibre reinforced
hybrid specimens)**

Bugár – Mészáros Márton BSc
marton.bugar.meszaros@gmail.com

Konzulens: Dr. Czél Gergely, tudományos munkatárs, Polimertechnika Tanszék

A szénszálgyártó cégek által közzétett egyes száltípusok adatlapjain megfigyelhető, hogy a gyártó által megadott szál- illetve kompozit lemez szakadási nyúlásértéke között jelentős eltérés van, ez a különbség egyes esetekben eléri a 25%-ot. A szabványos szakító próbatestekre felhelyezett befogófülek környezetében terhelés hatására feszültségkoncentráció alakul ki, amely a próbatest idő előtti tönkremeneteléhez vezethet. További nehézséget jelent a szakadás pontos helyének meghatározása, melyhez nagysebességű kamera használata szükséges, mivel a szénszálalás próbatest jellemzően szétrobban a tönkremenetel pillanatában.

A kutatásom célja olyan üveg- és szénszál erősítésű hibrid kompozit próbatestek tervezése, gyártása és vizsgálata, amelyek segítségével pontosan meghatározható a szénszálalás réteg szakadási nyúlása. Három, különböző típusú prepregből (Toray T700 200 g/m², T700 150 g/m², T800 120 g/m²) háromrétegű tisztán szénszálalás-, valamint oldalanként három ill. négy üvegszálalás réteg közé laminált szénrétegeket tartalmazó hibrid próbatesteket készítettem. A próbatesteket egytengelyű szakítóvizsgálatnak vettem alá. Az üveg- és szénszálalás hibrid próbatestek esetében nem szükséges befogófüleket alkalmazni, ugyanis a külső üvegszálalás rétegek megvédik a szénréteget a befogásnál az esetleges károsodástól.

A mérési eredmények igazolják, hogy a hibrid próbatestekkel mért szakadási nyúlásértékek 0,2-0,4 százalékkal magasabbak, mint a tisztán szénszálalás próbatestek esetében kapott értékek. Emellett az üveg- és szénszálalás hibrid próbatest alkalmazásának előnyös tulajdonsága, hogy az üveg fényáteresztő képességének köszönhetően szabad szemmel is megállapítható a szénréteg tönkremenetelének pontos helye, amely az esetek túlnyomó részében a befogási pontoktól távol található.

Száltöredezés elemzése a fröccsöntő csiga hatásainak kimutatására **(Investigation of fiber breakage to evaluate the effects of injection screw)**

Pocsai Lilla BSc
lilla.pocsai@gmail.com

Konzulensek: Dr. Kovács József Gábor, egyetemi docens, Polimerteknika Tanszék
Török Dániel, doktorjelölt, Polimerteknika Tanszék

A polimer alapanyagok felhasználása napjainkban a műszaki élet szerves részét képezik. Ezt jól szemlélteti a világ polimerfelhasználása, amely az elmúlt 30 évben évről évre gyarapodott. Fogyasztói oldalról nézve a dolgot, becslések szerint az átlagos fogyasztó naponta több mint ötven árucikket használ vagy érint meg, amely kapcsolódik a műanyagokhoz [1]. Ezek a termékek mintegy harmada fröccsöntéssel készül, ami a polimerfeldolgozási technológiák közül az egyik legtermelékenyebb eljárás [2].

Fröccsöntéssel a polimer alapanyagok széles skálája dolgozható fel, amelyeket minden valamilyen adalékanyaggal társítanak. Ezek javíthatják a feldolgozott alapanyag mechanikai tulajdonságait, feldolgozhatóságát, környezettel szembeni ellenállását, vagy módosíthatják a termékek megjelenítését. A leggyakrabban használt adalékanyagok az erősítő szálak, amelyeket a polimer mátrixban elosztatva, kompozit termékeket hozhatunk létre. Ezek a kompozitok több anyagból álló összetett rendszerek, amelyekben az erősítő szálakat a polimer mátrix fogja össze. A mátrix tipikusan kisebb szilárdságú, de nagy szívósságú és ütésállóságú anyag, ami adhéziós kapcsolatban van a befoglaló mátrixszal [3].

A céloknak megfelelő, jó minőségű termékek gyártása azonban nem egyszerű feladat. Fröccsöntés során az alapanyag feldolgozása közben ugyanis az erősítő szálak nagy terhelésnek vannak kitéve. A terhelés hatására az erősítő szálak aprózódhatnak, akár olyan mértékben is, hogy azok már nem viselkednek erősítő anyagként. Az aprózódás több okra is visszavezethető, okozhatják azt a nem megfelelő gyártási paraméterek, a rosszul megtervezett szerszám, vagy a rosszul megválasztott fröccsöntőgép is.

Céлом megvizsgálni a fröccsöntőgép kialakításának a hatását a száltöredezésre és a mechanikai tulajdonságokra fröccsöntött, rövidszálas kompozitok esetében, kiemelten kezelve a fröccsöntő gép aggregátjában található csiga hatásait. Munkám során részletesen vizsgálom a visszaáramlásgátló csigacsúcsok hatását. A kísérletek elvégzéséhez üvegszállal erősített polipropilénből szakító próbatestek gyártottam és vizsgáltam azok mechanikai tulajdonságait.

Irodalom:

- [1] Lehoczki László: Trendek a polimerek világpiacán, Polimerek, **1/1**, 14-17 (2015)
- [2] Buzási Lajosné: Magyarország műanyagiapara 2016-ban (I.), Polimerek, **3/7**, 200-205 (2017)
- [3] Czvikovszky T., Nagy P., Gaál J.: A polimerteknika alapjai, Műegyetemi Kiadó, Budapest (2007)



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

POLIMER TECHNOLÓGIA

Helyszín: T épület T200 Polimertechnika Tanszék előadóterem
Időpont: 2018. november 14. 9:00
Elnök: Prof. Dr. Czvikovszky Tibor, professor emeritus
Titkár: Dr. Halász István, adjunktus
Tag: Dr. Szűcs András, adjunktus
Dr. Szabó Ferenc, adjunktus

9:00 Kotrocz Luca

Pontszerű terhelés vizsgálatára alkalmas mérőfeltét tervezése DMA berendezéshez

Konzulensek: Dr. Bakonyi Péter, adjunktus
Dr. Kovács Norbert Krisztián, adjunktus

9:20 Zorics Richárd

Fröccsöntött termékek gyártásra szolgáló kis szériás szerszámok elemzése

Konzulensek: Török Dániel, doktorandusz
Dr. Kovács Norbert Krisztián, adjunktus,
Dudás Mihály

9:40 Perger Dávid

Fröccsprégelő szerszám tervezése és a technológia elemzése

Konzulensek: Dr. Kovács József Gábor, egyetemi docens
Boros Róbert, doktorandusz
Horváth Szabolcs, doktorandusz

10:00 Párizs Richárd Dominik

Zsugorodás vizsgálat PP és PS esetében belsőnyomás-mérés alapján

Konzulens: Dr. Kovács József Gábor, egyetemi docens

10:20 Békefi Balázs Tamás

Adalékanyagok hatása a fröccsöntési paraméterekre és a késztermékek tulajdonságaira

Konzulensek: Dr. Kovács József Gábor, egyetemi docens
Török Dániel, doktorandusz
Kovács Gábor, ügyvezető, Huniplast Műanyagipari Kft.

10:40 Garai Ilka

Felületi mikrostruktúrával rendelkező szerkezetek fröccsöntés-technológiájának fejlesztése mikrofluidikai alkalmazásokhoz

Konzulensek: Dr. Kovács Norbert Krisztián, adjunktus
Dr. Fürjes Péter, vezető kutató, MTA-MFA
Varga Máté, projectmanager, 77 Elektronika Kft.

11:00 Tóth Csenge

Fröccsöntött és 3D nyomtatott kompozit szerkezetek vizsgálata

Konzulensek: Dr. Kovács Norbert Krisztián, adjunktus
Dr. Suplicz András, adjunktus
Dr. Szabó Ferenc, adjunktus

11:20 Retter Barnabás

Oszlopos fröccsöntőgép szerszámzáró egységének vizsgálata végeselemes szimuláció segítségével

Konzulensek: Dr. Kovács József Gábor, egyetemi docens
Dr. Piros Attila, egyetemi docens

Pontszerű terhelés vizsgálatára alkalmas mérőfeltét tervezése DMA berendezéshez

(Development of a mounting unit for a pointwise load for a DMA machine)

Kotroc Luca, MSc
kotroc.luca@gmail.com

Konzulensek: Dr. Bakonyi Péter, adjunktus, Polimertechnika Tanszék
Dr. Kovács Norbert Krisztián, adjunktus, Polimertechnika Tanszék

A különböző anyagok vizsgálatára két leggyakrabban alkalmazott módszer a rövidtávú mechanikai tulajdonságok jellemzőit adja meg, ezek a szakító és a hárompontos hajlítóvizsgálatok. A polimerekre azonban már alacsony hőmérsékleten és kis terhelés mellett is jellemző, hogy állandó terhelés esetén a deformáció folyamatosan nő, ezért fontos számunkra a tartós tulajdonságok feltárása is. Ilyen tulajdonság az anyagok kúszása, amelyet általában húzó-, vagy hajlító igénybevételek mellett vizsgálnak. Kevésbé tanulmányozott a csavarásból, illetve nyomásból származó kúszás, amely utóbbi lehet felület-, vagy pontszerű [1].

Dolgozatomban a pontszerű terhelésre válaszul jelentkező kúszással foglalkozom. Célom, hogy ezen kevésbé tanulmányozott kúszási viselkedés hőmérsékletfüggő vizsgálatához, a mélységérzékeny benyomódás mérés (*depth sensing indentation*, DSI) elvét felhasználva [2-4], egy dinamikus mechanikai analizátor (DMA) berendezésben használható befogóegységet fejlesszek, gyártsak és a módszer használhatóságát bizonyítsam.

A legyártott berendezés segítségével PolyJet eljárással nyomtatott fotopolimer próbatesteken (RGD720) végeztem a méréseket, amelyekhez Vickers-típusú mérőfejet alkalmaztam. A mérőfej által különböző nagyságú terhelőerők hatására hagyott lenyomatokat optikai mikroszkóppal vizsgálva, és a berendezés segítségével azok méreteit meghatározva bizonyítottam a fejlesztett mérőberendezés alkalmazhatóságát.

Irodalom:

- [1] Szakács H., Varga Cs., Nagy R.: Polimerek mérés technikája, Pannon Egyetem, Veszprém (2002)
- [2] Nagy P. M.: Viszkoelasztikus szerkezeti polimerek tömbi és felületi mechanikai tulajdonságainak vizsgálata benyomódási mérés technikával, PhD értekezés, Eötvös Lóránd Tudományegyetem, Budapest (2007)
- [3] Gubicza J., Juhász A., Lendvai J.: A new method for hardness determination from depth sensing indentation test. *Journal of Materials Research*, 11 (1996) 2964-2967
- [4] Seltzer R., Mai Y.-W.: Depth sensing indentation of linear viscoelastic-plastic solids: A simple method to determine creep compliance. *Engineering Fracture Mechanics*, 75 (2008) 4852-4862

Fröccsöntött termékek gyártásra szolgáló kis szériás szerszámok elemzése **(Investigation of prototype molds used in injection molding)**

Zorics Richárd
richard.zorics@gmail.com

Konzulensek: Dr. Kovás Norbert Krisztián, adjunktus, Polimertechnika Tanszék
Török Dániel, doktorandusz, Polimertechnika Tanszék
Dudás Mihály, ipari konzulens

Manapság a műanyagipari termékek iránt egyre növvő igények kielégítése elképzelhetetlen sorozatgyártás nélkül, ennek egyik legnagyobb kihozattal rendelkező eljárása a fröccsöntés, amely kiemelkedő szerepet tölt be a műszaki életben. A technológia fontosságát jól mutatja hogy a világon évenként előállított több mint 320 millió tonna [1] műanyag csaknem egyharmadát fröccsöntéssel dolgozzák fel, emellett a hazai műanyag-feldolgozás során előállított termékek, ami körülbelül 970 kilotonna volt 2016-ban, mint egy 32%-át tették ki az így készült termékek [2].

Fröccsöntött termékek előállításakor egyre nagyobb hangsúly kerül az ár, és a minőség mellett a gyors piaci megjelenésre. Ehhez azonban kiemelt figyelmet kell fordítani az új technológiákra és nagy hangsúlyt fektetni a fejlesztésekre. Napjaink egyik leginkább elterjedőben lévő technológiája az additív gyártás, ami egy új utat nyitott a fejlesztésben. Ezek a technológiák jó alapot biztosítanak a gyors szerszámozási eljárásokhoz (RT) is, amelyekkel prototípusokat vagy szerszámokat tudunk készíteni a különböző alakadási technológiákhoz, többek közt fröccsöntéshez. Ezek a szerszámok már alkalmasak a funkcionális modellek legyártására, kis sorozatszámú fröccsöntésre, amelyeken lehetőség nyílik átfogó tesztek végrehajtására, amelyekkel gyorsan és könnyen kiküszöbölhetjük a rejtett hibákat, már a termékfejlesztési fázisban, ezzel kiegészítve a szimulációkat. Így sokkal kevesebb idő és pénz befektetése mellett valósulhat meg a termékfejlesztés 0.

A prototípusszerszámok élettartama és pontossága azonban elmarad a hagyományos fém szerszámokétól. Dolgozatom célja tehát a szerszámok élettartamának, pontosságának és alkalmazhatóságának a vizsgálata. A munkám keretein belül különböző módon elkészített prototípus szerszámokat fogok összehasonlítani, vizsgálom azok pontosságát, majd ezekkel termékeket gyártok, amelyek alkalmasak a további vizsgálatokhoz.

Irodalom:

- [1] Plastics-The Facts 2017, PlasticsEurope <https://www.plasticseurope.org/>
- [2] Polimerek 4.évfolyam 2.szám, 2018 február
- [3] A. Rosochowski, A. Matuszak: Rapid Tooling: the state of the art, Journal of Materials Processing Technology 106 (2000)

Fröccspréglő szerszám tervezése és a technológia elemzése **(Technology analysis and mold design for injection compression molding)**

Perger Dávid MSc
david.perger93@gmail.com

Konzulensek: Dr. Kovács József Gábor, egyetemi docens, Polimertechika Tanszék
Boros Róbert, doktorandusz, Polimertechika Tanszék
Horváth Szabolcs, doktorandusz, Polimertechika Tanszék

A fröccsöntés napjainkban az egyik legtermelékenyebb gyártási eljárás. A termékek fejlődésével párhuzamosan a technológiai megoldások is folyamatos fejlődésen mennek keresztül. Egyre összetettebb geometriával rendelkező termékeket gyártanak, amelyek bonyolultsága kihívások elé állítja a mérnököket.

Az ipar 4.0 elterjedésével és az összetett megoldások miatt felmerült az igény a folyamat teljes felügyeletére. Egyre szélesebb körben terjednek el a nyomásmérő szenzorok alkalmazásai, amelyek segítségével a folyamat termékről-termékre nyomon követhető és kontrollálható [1]. A kis falvastagságok, a hosszú folyási utak, a bonyolult geometriák nyomásesést okoznak, ezáltal pedig hiányos termékek keletkezhetnek. Ezt kiküszöbölendő nagyobb nyomást, nagyobb hőmérsékleteket kell alkalmazni, amelyek ronthatják a termék tulajdonságait, vagy növelhetik a ciklusidőt. Egy lehetséges megoldás a prézelés vagy préseles alkalmazása, amelyek segítségével kisebb és egyenletesebb belső nyomás mellett a termék tetszőleges részén kompenzálható a fajtérfogat lokális és egyenetlen változása [2]. Az eljárások lényege, hogy mozgó betétekkel vagy lapokkal a gátfagyás után nyomást fejtünk ki a termék felületére, csökkentve az anyag rendelkezésére álló térfogatot. Ezáltal a még ömledék állapotban lévő polimer lokálisan kompenzálhatóvá válik.

Ezek mellett a többkomponensű és szereléses, valamint ráfröccsöntési technológiák is gyakorivá váltak ahol a termékek komplexitását fokozva, egyre gyakrabban eltérő anyagpárokat is alkalmaznak. A ráfröccsöntés segítségével például különféle bevonatokat, közvetítő rétegeket, vagy akár hibrid szerkezeti elemeket is létrehozhatnak [3]. Az eljárás során egy meglévő, félkész termékre fröccsöntenek rá azonos, vagy eltérő anyagból.

Kutatásom célja, egy mérőszerszám tervezése, amellyel vizsgálható a prézeléses és a ráfröccsöntéses eljárások együttes alkalmazása. Ehhez egy már meglévő prézelőszerszámon végzett kísérletek eredménye alapján olyan szerszámot terveztem, amelynek segítségével egy előgyártmányra lehet fröccsönteni. Fontos, hogy a szerszámban mérhető és szabályozható legyen a kötést kialakító üregnyomás, valamint a lokális hőmérséklet, így jobban kontrollálva a hegedés lokális környezete. A próbatest kialakításánál törekedtem olyan geometria megalkotására, amellyel hagyományos húzó vizsgálatokkal minősíthető a kötés szilárdsága.

Irodalom:

- [1] Kazmer D. O., Johnston S. P., Gao R. X., Fan Z.: Feasability Analysis of an In-mold Multivariate Sensor. International Polymer Processing, Vol. 26, No. 1, 63-72 (2011).
- [2] Shen Y. K.: Comparison of height replication properties of micro-injection moulding and micro-injection-compression moulding for production of microstructures on lightguiding plates. Plastics, Rubber and Composites – Macromolecular Engineering, Vol. 36, No. 2, 77-84 (2007).
- [3] Filho S. T. A., Blaga L. A.: Joining of Polymer-Metal Hybrid Structures: Principles and Applications. John Wiley & Sons, Hoboken (2018).

Zsugorodás vizsgálat PP és PS esetében belsőnyomás-mérés alapján (Shrinkage examination based on internal pressure measurement for PP and PS)

Párizs Richárd Dominik MSc
richardparizs@gmail.com

Konzulens: Dr. Kovács József Gábor, egyetemi docens, Polimertechnika Tanszék

Napjainkban műanyagok térhódításával egyre nagyobb mennyiségben dolgoznak fel polimereket. A különböző feldolgozási technológiák közül az egyik leggyakrabban használt feldolgozási módszer a fröccsöntés, amely során a polimer alapanyagot megömlesztik, majd nagy nyomással egy zárt szerszámba juttatják az ömledéket. Az ömledék a temperált szerszámban az alacsonyabb hőmérséklet hatására megszilárdul. A fröccsöntött termék fontos tulajdonsága, hogy az alapanyagától függően, különböző mértékben zsugorodik a szerszámból való eltávolítás után is. Minőségellenőrzési és alkalmazási szempontból a termék méretének pontossága fontos, így lényeges ismerni már a folyamat során, hogy a termék milyen mértékben zsugorodik, illetve milyen hatással vannak a fröccsöntési paraméterek a termékre.

A polimerek méretváltozására általánosan jellemző, hogy a részben kristályos alapanyagok nagyobb mértékben zsugorodnak, mint az amorf polimerek [1]. Ezt Chang és Faison [2] is alátámasztottak nagy sűrűségű polietilén (HDPE), akrilnitril-butadién-sztirol (ABS), illetve polisztirol (PS) esetében. A Taguchi módszer segítségével Altan [3] polipropilén (PP) illetve polisztirol (PS) zsugorodásának vizsgálatát tervezte meg és a kísérleteiből azt a következtetést vonta le, hogy az utónyomás és az ömledék hőmérsékletével lehet a zsugorodást legjobban szabályozni.

Kutatásom célja amorf és részben kristályos polimerek fröccsöntésénél a technológiai paraméterek hatásának vizsgálata volt a termék zsugorodására. Dolgozatomban a zsugorodás és belső nyomás kapcsolatát vizsgáltam. A zsugorodás méréséhez a fröccsöntést követően több időpontban megmértem a termékek méreteit. A különböző alapanyagú termékek vizsgálatával megfigyeltem, hogy mi okozza az eltérést az amorf és a részben kristályos alapanyagok zsugorodásában.

Irodalom:

- [1] Malloy R. A.: Plastic part design for injection molding, Hanser Publishers, Munich (2010).
- [2] Chang T. C., Faison E.: Shrinkage behavior and optimization of injected molded parts studied by the Taguchi method, Polymer Engineering and Science, 41, 703-710 (2001).
- [3] Altan M.: Reducing shrinkage in injection moldings via the Taguchi, ANOVA, and neural network methods, Materials and Design, 31, 599-604 (2010).

Adalékanyagok hatása a fröccsöntési paraméterekre és a késztermék tulajdonságaira

(The effect of additives on the parameters of the injection molding process and characteristics of the finished products)

Békefi Balázs Tamás BSc
balazsbekefi@hotmail.com

Konzulensek: Dr. Kovács József Gábor, egyetemi docens, Polimertechnika Tanszék
Török Dániel, doktorandusz, Polimertechnika Tanszék
Kovács Gábor, ügyvezető, Huniplast Műanyagipari Kft.

Az elmúlt évtizedekben, Európában és Magyarországon is megfigyelhető a műanyagipar és azon belül a fröccsöntő ágazat dinamikus fejlődése. Hazánkban 2010 és 2016 között csaknem másfél szeresére nőtt a legyártott fröccsöntött termékek száma [1]. Népszerűsége annak is köszönhető, hogy termékek széles skáláját tudjuk előállítani és ezeket gyorsan és precízen reprodukálni elenyésző gyártási hulladék mellett. Termékek összetettségén túl a kinézetére vonatkozó vevői igények is könnyen kielégíthetőek.

Fröccsöntéskor az alapanyaghoz gyakran keverünk különböző adalékanyagokat tulajdonság módosítás céljából. Színek számos fajtáját és árnyalatát tudjuk elérni mesterkeverékek használatával. Azonos termékek különböző színű változatainak előállítása azonban a gyártók számára kihívást jelenthet. Egy színezett fröccsöntött termék esetén megfigyelhető, hogy gyártási paraméterek jelentősen eltérnek a felhasznált mesterkeveréktől függően. Ennek egyik fő oka a mesterkeverékek összetételbeli különbsége lehet, hisz az ezekben fellelhető eltérő adalékanyagok a fröccsöntési folyamatra jelentős hatást gyakorolhatnak. Elsősorban a termék mérettartását és hűtési idejét, mint legmérvadóbb paramétereket, kell ilyenkor vizsgálnunk. Leírtak alapján érthető az igény a gyártóktól arra, hogy ennek a problémának a valós okait kiderítsük, és ezáltal javaslatot tehessünk a színezett termékek gyártásának egységesítésére [2-3].

Kutatásom célja, hogy jobban megismerjem a különböző mesterkeverékek összetételét és ezáltal magyarázatot tudjak adni arra, hogy mi okozza a végtermékre gyakorolt eltérő hatásukat. Méréseim során különböző színű, ezáltal különböző összetételű mesterkeverékekkel adagolt próbatesteket készítek. Ezeknek fogom vizsgálni a gyártás során változó technológiai paramétereit és a késztermék tulajdonságait, külön hangsúlyt fektetve a zsugorodásra.

Irodalom:

- [1] Buzási L.: A fröccsöntés helyzete Magyarországon 2016-ban. Polimerek Magazin, 4 (2), 39-43 (2018).
- [2] Albrecht M.: Coloring of Plastics, Carl Hanser Verlag, Munich (2003)
- [3] Rosato Dominick. V., Rosato Donald V, Rosato M. G.: Injection Molding Handbook, Springer Science+Business Media, New York (2000)

Felületi mikrostruktúrával rendelkező szerkezetek fröccsöntés-technológiájának fejlesztése mikrofluidikai alkalmazásokhoz

(Injection molding technology development for devices with microstructured surface for microfluidic applications)

Garai Ilka MSc
garai.ilka@gmail.com

Konzulensek: Dr. Kovács Norbert Krisztián, adjunktus, Polimertechnika Tanszék
Dr. Fürjes Péter, vezető kutató, MTA-MFA
Varga Máté, projectmanager, 77 Elektronika Kft.

A mikrostruktúrált felületek elterjedése a nyolcvanas években kezdődött, a CD megjelenésével. A korongon kialakított mikromintázat segítségével az egyik legelterjedtebb adathordozó lett a XX. század végére. Azonban a mikrostruktúrák nem csak információátvitelre alkalmasak. A mérettartományból fakadóan a felület fizikai tulajdonságait képesek megváltoztatni, megfelelő kialakítással például hidrofób határreteg hozható létre az anyagok felületén. Mikroszaturnákban történő folyadékáramlás jelentős eltérést mutat a makrotartományban tapasztaltakhoz képest. Az egyik ilyen szembevetendő változás az egyszaturnában együtt közlekedő folyadékok lamináris áramlása. Azaz két érintkező folyadék között nem az örvényes keveredés dominál, hanem egymással a határfelületükön létrejövő felületi diffúzió révén elegyednek [1]. Ennek köszönhetően jól behatárolható és szabályozható mikrofluidikai eszközökben a folyadékok reakciós felületének helye és nagysága, így nagyon pontos kémiai analízist tesznek lehetővé. Napjainkra már széles körben elterjedt az alkalmazásuk, például a biotechnológia vagy orvostechika területén [2].

A mikrofluidikai eszközök a mikroelektronikai ipar leszármazottaként jöttek létre. Így a gyártás kezdeti időszakában a MEMS (Microelectromechanical systems) esetében alkalmazott technológiákkal készültek. Jellemzően ezek úgynevezett kemény litográfiás módszerek, melyeknek fő alapanyagai a szilícium és az üveg. Ezek az előállítási technikák viszonylag lassúak, az alapanyag költség pedig jelentős. Fejlesztő laborokon belül az előbbieken említett módszerek segítségével hozzák létre az ősmintát, mely a struktúra negatívját tartalmazza. Erre általában térhálósodó polimer gyantát öntenek, mely a szilárdulás után a kész mikrofluidikai lap alapját képezi. A gyártási folyamat egészen lassú, egy lap előállítása kész struktúraterv esetén három-négy nap munkát jelent a kutatók számára. Látható, hogy az alábbi módszer nem alkalmas a termelékeny gyártásra. Jelenleg a világon csak néhány cég foglalkozik mikrofluidikai lapok sorozatgyártásával. Az MTA Műszaki Fizika és Anyagtudományi Intézetének MEMS Laboratóriumában merült fel az igény egy olyan gyorsabb módszerre, amivel a kutatók is képesek lennének kisszériában, tízes-száz darabszámban előállítani a mikrofluidikai lapokat.

A TDK munkám során vizsgálom, hogy 3D nyomtatási technológiával kialakítható-e a kívánt felbontású ősminta. Továbbá a fröccsöntéshez fémporral töltött gyanta alapanyagú gyorsgyártású inzeret hozunk létre, melynek mintahűségét ellenőrizzük, valamint megvizsgáljuk, hogy alkalmas-e megfelelő minőségű termékek gyártására.

Irodalom:

- [1] Kirby, B.J.: Micro- and Nanoscale Fluid Mechanics: Transport in Microfluidic Devices. Cambridge University Press (2010).
- [2] Nagy A.: Többszaturnás mikrofluidikai rendszerek fejlesztése kromatográfiás alkalmazásokhoz. Debreceni Egyetem, Debrecen (2015).

Fröccsöntött és 3D nyomtatott kompozit szerkezetek vizsgálata **(Investigation of injection molded and 3D-printed composite structures)**

Tóth Csenge MSc
csngtoth@gmail.com

Konzulensek: Dr. Kovács Norbert Krisztián, adjunktus, Polimertechnika Tanszék
Dr. Suplicz András, adjunktus, Polimertechnika Tanszék
Dr. Szabó Ferenc, adjunktus, Polimertechnika Tanszék

Napjainkban a polimer termékek egyre nagyobb számban jelennek meg a biztonságilag kritikus és nagy terhelésnek kitett alkatrészek esetében is. Ennek eredményeként egyre nagyobb hangsúlyt kap a szál erősítésű kompozit anyagok felhasználása, amelyeknél a mechanikai tulajdonságok irányfüggése az alkalmazott erősítő anyagok irányultságával áll összefüggésben.

Szálerősítésű kompozit anyagokat fröccsöntéssel is feldolgozhatunk, amely során a szálak orientációját alapvetően az áramlási viszonyok határozzák meg [1-2]. Ezért sok esetben a mechanikai igénybevételből származó követelmények kielégítéséhez megnövelt falvastagságú termékeket szükséges gyártani. További problémát jelent az ömledék áramlásából fakadóan az áramlási frontok találkozása, amely eredményeként mechanikailag kritikus helyek alakulhatnak ki, valamint a technológia sajátosságából adódó szálrövidülés is nehézségeket okozhat [1-2].

A szálak szerkezetek fröccsöntése során tapasztalt problémákra megoldást jelenthet az additív gyártástechnológia, amely 1987-es megjelenése óta 5 milliárd dolláros piaccá nőtte ki magát [3]. Az AM technológiák jellemzője, hogy CAD állományból közvetlenül anyaghozzáadás útján rétegről-rétegre hozzuk létre a valós fizikai modellt. Kezdetben ezeket az eljárásokat csupán vizuális modellek valamint öntőformák előállítására használták, mára azonban az alapanyagok folyamatos fejlesztésének köszönhetően segítségükkel késztermékek is gyárthatók. Az additív gyártástechnológiák közül kiemelkedik az ömledékrétegezéssel eljárás (FDM) a kedvező gép ár (bekerülési költség) és a költséghatékony üzemeltetés okán. Az FDM technológia működési elve, hogy a berendezés a szál formátumú hőre lágyuló polimert (filamentet) bevezeti az extruderfejbe, ott megolvasztja azt, majd egy szűk fúvókán sajtolja keresztül a modellterbe, ahol összeheged az előző réteggel és megszilárdul [3].

TDK dolgozatomban az FDM gyártástechnológiával előállított kompozit szerkezeteket vizsgálom. Céлом a különböző nyomtatási paramétereknek a kész kompozit szerkezet tulajdonságaira gyakorolt hatásának feltárása, továbbá a fröccsöntött kompozitokon mért eredményekkel történő összehasonlítás. Munkám során különböző nyomtatási paraméterekkel készült kompozit próbatesteken végzek mechanikai, morfológiai és mikroszkópi vizsgálatokat.

Irodalom:

- [1] Dunai A., Macskási L.: Műanyagok fröccsöntése, Lexica Kft, Budapest, 2003
- [2] Czvikovszky T., Nagy P., Gaál J.: A polimertechnika alapjai, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2006
- [3] Gebhardt A.: Understanding Additive Manufacturing, Hanser, München (2011)

Oszlopos fröccsöntőgép szerszámzáró egységének vizsgálata végeselemes szimuláció segítségével

(Finite element simulation of the clamping unit of a tie bar injection molding machine)

Retter Barnabás BSc
retterb96@gmail.com

Konzulensek: Dr. Kovács József Gábor, egyetemi docens, Polimertechnika Tanszék
Piros Attila, egyetemi docens, Gép- és Terméktervezés Tanszék

Az alig több mint 100 éve létező műanyaggyártó- és feldolgozóipar a rendkívül gyors fejlődésének köszönhetően napjaink egy legfontosabb iparágává vált. 2016-ban a műanyaggyártás össztermelése a világon 335 millió tonna volt, ezen mennyiséget a hőrelágyuló műanyagok és poliuretánokon kívül a bevonó anyagok, lakok, gyanták, ragasztók tették ki. Ebből megközelítően 280 millió tonna volt a hőrelágyuló műanyagok. Ennek a rendkívül nagy mennyiségnek a valamivel több mint 25%-át fröccsöntéssel dolgozták fel [1, 2].

A fröccsöntés technológiájának terjedésével és folyamatos fejlődésével a technológia berendezései is folyamatosan fejlődnek és egyre újabb összetettebb gépek jelennek meg a piacon. A fröccsöntőgép fő egységei közül a plasztikáló és fröccsegység valamint a záróegység a legfontosabbak, hiszen ezek kulcsszerepet játszanak a minőségi termékgyártásban. A zárómechanizmus és annak felépítése jelentősen befolyásolja a termék gyártása közben a szerszámfelek helyzetét, párhuzamosságát ezzel a termék pontosságát is közvetlen módon befolyásolva. A piacon megtalálható zárómechanizmusoknak két alaptípusa az oszlopos és az oszlop nélküli gépek csoportja. Mindkét típus esetében különböző megoldások segítik a szerszámfelek párhuzamosítását, ami egy összetett mérnöki feladat, hiszen nagy erőhatásoknak van a szerkezet működés közben kitéve [3].

Átfogó célom egy adott, oszlopos zárómechanizmussal rendelkező fröccsöntő berendezés mechanikai szimulációs vizsgálata a szerkezet deformációjának meghatározására. Célom, hogy a szerkezet deformációjának számítása valós terhelési körülmények között történjen, amihez meghatározom a fröccsöntőgép záróegységének fontos részeit, amelyek fontos szerepet játszanak a zárási és zárt állapotban történő folyamatokban. A számítások alapján rámutatok, hogy mely egységek voltak, amelyek felvették a terhelést. További fontos feladatom meghatározni, hogy milyen módon lehetett a fröccsöntő szerszámok párhuzamosságát biztosítani, hiszen ez a termelés egyik kulcskérdése.

Irodalom:

- [1] Pál Károlyné: A világ műanyagipara, Műanyagipari szemle, 2018/04
- [2] Czvikovszky T., Nagy P., Gaál J.: A polimertechnika alapjai, Műegyetemi Kiadó, Budapest (2007)
- [3] Dunai A., Macskási L.: Műanyagok fröccsöntése, Lexica Kft., Budapest 2003