



**BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS
GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR**

**TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI
KONFERENCIA**

2016. NOVEMBER 17.



MEGHÍVÓ

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

2015. november 17-én tartja

TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI KONFERENCIÁJÁT.

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

Budapest, 2015. október 30.

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. Kozmann György

Pro Progressio Alapítvány

A TDK KONFERENCIA SEKCIÓI

ALKALMAZOTT MECHANIKA	6
ANALITIKUS MECHANIKA.....	18
ANYAGTUDOMÁNY ÉS TECHNOLÓGIA	31
ÁRAMLÁSTAN	40
BIOMECHATRONIKA	53
ENERGETIKAI RENDSZEREK MODELLEZÉSE.....	61
ÉPÜLETGÉPÉSZET	74
ÉPÜLETGÉPÉSZET ÉS GÉPÉSZETI ELJÁRÁSTECHNIKA	82
FENNTARTHATÓ ENERGETIKA	90
GÉPÉSZETI ELJÁRÁSTECHNIKA	102
GÉP- ÉS TERMÉKTERVEZÉS	111
GÉPGYÁRTÁSTECHNOLÓGIA	121
MECHATRONIKA	134
ORVOSTECHNIKA	146
POLIMER TECHNOLÓGIA	156
POLIMER KOMPOZITOK	164
POLIMERTECHNIKA	172



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

ALKALMAZOTT MECHANIKA

Helyszín: Műszaki Mechanikai Tanszék fsz. 13 nagylabor
Időpont: 2016. november 17. 8:30
Elnök: Dr. Csernák Gábor, egyetemi docens
Titkár: Dr. Miklós Ákos, tudományos munkatárs
Tag: Dr. Dombóvári Zoltán, adjunktus

8:30 Heizer Balázs

Mélyhornyú golyóscsapágy tönkremenetele szállítás során
Konzulens: Dr. Takács Dénes, tudományos munkatárs

8:50 Petényi József

Multirotoros kopterek kvaternió-alapú szabályozása
Konzulens: Dr. Kalmár-Nagy Tamás, egyetemi docens

9:10 Patkó Dóra

Futás során fellépő ütközések hatása a kinetikus energiára
Konzulens: Dr. Zelei Ambrus, tudományos munkatárs

9:30 Hegyesi Donát Sándor

Daniel egyensúlyoz: egy humanoid robot dinamikája
Konzulens: Dr. Stépán Gábor, egyetemi tanár

9:50 Kardos Tamás

Forgó tömegekkel aktuált inverz inga paraméter vizsgálata
Konzulens: Zana Roland, tanszéki mérnök

SZÜNET

10:30 Molnár Csenge Andrea

Egyensúlyozó deszkán való egyensúlyozás paraméteres vizsgálata

Konzulens: Dr. Insperger Tamás, egyetemi docens

Dr. Zelei Ambrus, tudományos munkatárs

10:50 Kovács Balázs András

Inga egyensúlyozás gyorsulásmérővel

Konzulens: Dr. Insperger Tamás, egyetemi docens

11:10 Gáspár Dávid

Hajlított rudas mikroaktuátor termomechanikai analízise

Konzulens: Dr. Kovács Ádám, egyetemi docens

11:30 Sziráki Máttyás

Végeselemes szoftver fejlesztése Java és Android környezetben

Konzulens: Dr. Zelei Ambrus, tudományos munkatárs

11:50 Zsiros Ádám

Periodikusan változó forgácsleválasztás hatása esztergálási folyamatok stabilitására

Konzulens: Hajdu Dávid, PhD hallgató

Mélyhornyú golyóscsapágy tönkremenetele szállítás során (Failure of deep groove ball bearing during transportation)

Heizer Balázs MSc
heizer.balazs@gmail.com

Konzulens: Dr. Takács Dénes, tudományos munkatárs, Műszaki Mechanikai Tanszék

A gördülő csapágyakkal kapcsolatos kutatások mindmáig az egyik kitüntetett területét képezik a gépészetnek. Ennek oka, hogy a gördülőcsapágyak tervezési, mechanikai, anyagtechnológiai és gyártástechnológiai szempontból is igényes gépészeti részegységek. A dolgozat a gördülőcsapágyak tönkremeneteli módjának egyik típusát kívánja megvizsgálni egy esettanulmányon keresztül.

Mechanikai szempontból az elektromos motorok egyik legfontosabb gépeleme a rotor tengelyének csapágyazása, ezért nagyon fontos, hogy megóvjuk a különböző károsodásoktól. A csapágyak mind az adott gép összeszerelése, szállítás és üzemeltetése során is komoly károsodásnak lehetnek kitéve. Dolgozatomban arra a kérdésre kerestem a választ, hogy a szállítás során fellépő károsodás milyen okokra vezethető vissza. A kérdés megválaszolásán túl, célom volt, hogy olyan modellezési lehetőségeket tárjak fel, illetve modelleket alkossak, melyek alkalmasak az adott károsodási folyamat jellemzésére.

A szállítás során fellépő hatások két módon okozhatják a csapágyak tönkremenetelét, az egyik a gördülő felület benyomódása (True Brinelling), a másik a rezgések okozta kopása (False Brinelling). A gördülő felületek benyomódását a statikus túlterhelés, illetve kemény felütközések okozhatják (felütközés történik például az összeszerelt gépek leejtése során). A rezgések okozta kopás az üzemben kívüli gépeket veszélyezteti, mivel a kopást megelőző olaj film, álló tengely esetén nem tud kialakulni. [1]

A gördülőfelület benyomódásának vizsgálatához kidolgoztam egy analitikus számítási módszert. A számítás az adott csapágy paraméterei (geometria, anyag), a csapágyazással megtámasztott tömeg és a tömeg gyorsulása alapján megadja a legjobban terhelt gördülőelemnél a benyomódás mértékét. A számítási módszert egy végeselemes modell segítségével verifikáltam.

A csapágy rezgések okozta kopásának modellezése nehéz feladat, amely komoly szimulációs és programozási tapasztalatot igényel. A kopás modellezésének egyik legnagyobb nehézsége, hogy a folyamat lezajlását befolyásolja az érintkező felületek geometriája és minősége, amelyek jelentősen változnak időben. A probléma komplexitása miatt, kizárólag a modellezés elvi lehetőségeit mutatom be, a jelenségről szimulációt nem készítettem. [2] [3] [4]

Irodalom:

- [1] Rolling Bearing Damage, FAG Schaeffler Group
- [2] J. S. L. I.R. McColl, „Finite element simulation and experimental validation of fretting wear,” WEAR, pp. 1114-1127, 2004.
- [3] H. Lin, Simulation of wear in turbocharger wastegates, 2016.
- [4] Y. H. B. F. Y. C. S. D. Wen Li, „Fretting damage modeling of linear-bearing interaction by combined finite element - discrete element method,” Tribology International, pp. 19-31, 2013.

Multirotoros kopterek kvaternió-alapú szabályozása (Quaternion-based control of multirotor copters)

Petényi József MSc
jozsef.petenyi@gmail.com

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

Az egyre inkább népszerű quadcoptert a szabályozástechnika teszi megvalósíthatóvá, és működőképpé. Bár nagyon egyszerű egy ilyen kopter mechanikai felépítése, a legkisebb zavarás is kibillentheti egyensúlyából. Mivel nincs csillapítás, illetve visszatérítő erő a dinamikájában, ezért aktív szabályozás használata szükséges. A szabályozás segítségével megváltoztathatjuk a quadcopter dinamikáját, úgy, hogy az állandó instabil egyensúlyi helyzete körül stabil maradjon.

A quadcoptert számtalan módon lehet szabályozni, minél több jellemzőt szabályozunk, annál könnyebb lesz az irányítása, tehát nem kell tapasztaltnak lenni a reptetéséhez. A legalapvetőbb módja a szabályozásnak a "gyro" mód, ahol a pilóta a lokális koordináta rendszerben mért szögsebességre szabályoz. Ebben az esetben a quadcopter csak a giroszkóp által mért értékre szabályoz, bármilyen orientációban (akár fejjel lefelé) is legyen. A következő az „attitude”, vagy orientáció mód, ahol a pilóta a kívánt orientációt adhatja meg.

A dolgozatom fő célja egy újszerű kvaternió alapú szabályozási algoritmus kidolgozása multirotoros helikopterekhez. A kvaterniók (négy dimenziós komplex számok) segítségével ugyanis elkerülhetők az Euler-szögek használatakor megjelenő szingularitások, valamint a Direction Cosine Matrix reprezentációval kapott kapcsolt differenciálegyenlet rendszerek.

A kvaternió alapú megközelítés előnye, hogy a dinamika lineáris egyenletekkel írható le, így az orientációtól függetlenül ténylegesen (és nem csak közelítőleg) lineáris szabályozás használható. A dolgozat végén ezt az új módszert összehasonlítottuk a klasszikus Euler és Direction Cosine Matrix-os megoldással.

Futás során fellépő ütközések hatása a kinetikus energiára (The effect of impacts on the kinetic energy while running)

Patkó Dóra BSc
dora.patko94@gmail.com

Konzulens: Dr. Zelei Ambrus, tudományos munkatárs, Műszaki Mechanikai Tanszék

Járáskor, futáskor lábunkkal ütemesen érintkezünk a talajjal, majd újból ellökjük magunk attól. Ütközéskor vagy a talpunk elülső részét tesszük le először vagy a sarkunkat. Megfigyelhető, hogy mezítláb inkább az előbbit alkalmazzuk, valamint rövidtávfutóknál is ez a domináns.

Dolgozatom során a futás jelenségét vizsgáltam. Talajhoz ütközéskor egy pillanatszerű esemény hatására energiaveszteség lép fel. A megfigyelés azt mondja, hogy attól függően, a talpunk mely része ér a talajhoz, valamint a lábszárunk épp milyen szögben áll, ez a veszteség más és más. A futás modellezésével képet kaphatunk arról, hogy milyen módon érdemes mozognunk, ha tudjuk, hogy minél több vagy minél kevesebb energiát szeretnénk leadni, tehát lassítani vagy energiahatékonyan haladni szeretnénk.

Többféleképp is kiszámítható az ütközés utáni sebességállapot vagy perdületmegmaradást felírva, vagy vetítési mátrix használatával. Hogy megismerjem mindkét módszer működését, először egy, ezután több rúdból álló rendszereken alkalmaztam őket. Később csak a vetítési mátrixszal dolgoztam.

Először az irodalomban elért eredményeket ismertetem, illetve magam is levezetem őket összehasonlításkepp. A mechanikai modellek két, egymással mereven kapcsolt rúdtól, amely csak a lábfejet és a lábszárat tartalmazza, egy összetettebb lábmodellig terjednek, ami a három, egymáshoz csuklósan kapcsolt, a végén az ember tömegét tartalmazó modellt jelenti.

Mivel futáskor nem csupán egyszer ütközik a lábunk a talajjal- például az előláb talajfogását sok esetben sarokütés követi-, ezért ennek hatásával is foglalkoztam. Ezt a kérdést még nem vizsgálták az általam tanulmányozott szakirodalmakban. A vizsgálatok során kiderült, hogy a lábszár szöge is nagyban befolyásolja az elvesztett energia értékét. A kapott eredmények helyességét arról, hogy mikor mennyi energiát veszítünk, mérési eredmények kiértékelésével igazoltam.

Irodalom:

- [1] Daniel E. Lieberman, Madhusudhan Venkadesan, William A. Werbel, Adam I. Daoud, Susan D'Andrea, Irene S. Davis, Robert Ojiambo Mang'Eni, Yannis Pitsiladis: Foot strike patterns and collision forces in habitually barefoot versus shod runners, Nature, 531--536, 2010. jan. 28., Vol 463
- [2] József Kövecses, László L. Kovács: Foot impact in different modes of running: mechanisms and energy transfer, Department of Mechanical Engineering and Centre for Intelligent Machines, McGill University, Montreal, Quebec, Canada

Daniel egyensúlyoz: egy humanoid robot dinamikája (Daniel keeps balance: dynamics of a humanoid robot)

Hegyesi Donát Sándor BSc
donat9504@gmail.com

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

Daniel, a humanoid robot ötlete 2014-ben született meg. Céлом az volt, hogy egy egyedi, saját tervezésű, kutatási célra szánt humanoid robotot építsek. Az elsődleges szempont a kutatásra való alkalmasság volt, e mellett a konkurens robotokhoz képest több szabadságfokot szerettem volna, annak érdekében, hogy komplexebb kísérletek végrehajtására alkalmas legyen.

Több, mint 2 év tervezést, fejlesztést és gyártást követően a humanoid robot lényegében elkészült. Közel 70cm magas, 6kg tömegű és 25 szabadsági fokkal rendelkezik. A vázát egyedi alumínium szerkezet alkotja, amely több helyen is csapágyas szerkezettel van megtámogatva.

A testében található egy számítógép és egy saját tervezésű elektronikai áramkör, amely gondoskodik a rendszer áramellátásáról, az aktuátorok és szenzorok csatlakozásáról. Minden számítás, érzékelés, vezérlés és szabályzás a roboton belül zajlik, így autonóm robotként használható.

Egy szoftveres keretrendszert készítettem a robot számára, ami könnyen és gyorsan használható modulokat, függvényeket tartalmaz, amelyek univerzálisan felhasználhatók.

Daniel, a humanoid robot elkészítése közben már felvetődött, milyen feladatot oldjon meg, ami kutatási szempontból is érdekes. Olyan területet szerettem volna megjelölni, amely aktuális, nem kézenfekvő és valós felhasználási vonatkozással, továbbfejlesztési lehetőséggel is rendelkezik. Így esett a választásom a dinamikus egyensúlyozásra.

Az aktív dinamikus egyensúlyozás a humanoid robot esetén rendkívül fontos, viszont még napjainkban sem triviális feladat. Daniel az emberhez hasonló módon igyekszik kiegyensúlyozni magát az oldalról érkező behatásokkal szemben. Egyszerűsített dinamikai modell alapján kapott differenciálegyenleteket és PID szabályzást használok ennek eléréséhez. A dolgozatomban bemutatom a kétlábon és az egylábon való egyensúlyozás elméleti és gyakorlati megvalósítását. A későbbiekben ezeket az a tapasztalatokat szeretném felhasználni egy dinamikus járásalgorithmus elkészítéséhez.

Irodalom:

- [1] Stépán Gábor, Delay effects in the human sensory system during balancing, Phil. Trans. R. Soc. A 367 pp. 1195-1212 (2009)
- [2] Dr. Csernák Gábor, Dr. Stépán Gábor, A műszaki rezgésstan alapjai, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Műszaki Mechanikai Tanszék (2012)
- [3] Eniko Enikov, Stépán Gábor, Stabilizing an inverted pendulum – alternatives and limitations, Periodica Polytechnica Ser. Mech. Eng. Vol. 38, NO. 1, pp. 19-26 (1994)

Forgó tömegekkel aktuált inverz inga paraméter vizsgálata (Reaction wheel actuated inverted pendulum's parameter inspection)

Kardos Tamás BSc
mrkardostamas@gmail.com

Konzulens: Zana Roland, tanszéki mérnök, Műszaki Mechanikai Tanszék

Az inverz inga napjaink egyik népszerű témája a mérnök világnak. Főként szabályozási technikák tesztelésére, demonstrálására, értékelésére alkalmazták az elmúlt időben. A forgó tömeggel operáló szabályozást eddig műholdak pozicionálására, helyzetének stabilizálásra használták.

Ezen két önmagában is érdekes téma ötvözéséből született meg a forgó tömeggel aktuált inverz inga. A koncepció azon alapul, hogy az inga a stabil helyzetet a tömeg forgatásával tartja meg. A forgó tömegre kapcsolt motorral a tömegre kifejtett nyomaték nagyobb, mint a gravitációból származó a testre ható nyomaték, ezáltal az inverz inga instabil egyensúlyi helyzete stabilizálható, sőt bizonyos mértékű zavarás ellenére is képes a stabil helyzet fenntartására. Nem mellesleg a függőleges álló helyzetbe való fellendülést is a forgó tömeggel éri el, impulzus segítségével. Ezen impulzust a forgó tömeg adott szögsebességre történő felgyorsításával, majd hirtelen megállításával éri el.

A dolgozat egyik célja a zavarás maximális értékének függése az inverz inga konstans paramétereitől, figyelembe véve a megvalósíthatóságot. Másrészt előzetes számítások végzése egy szerkezet megépítéséhez.

Irodalom:

- [1] Gerardo Cruz and Dennis S. Bernstein, "Adaptive Spacecraft Attitude Control with Reaction Wheel" , 2013 American Control Conference (ACC) Washington, DC, USA, June 17-19, 2013, Actuation <http://www-personal.umich.edu/~dsbaero/library/ConferencePapers/CruzReactionWheels.pdf>
- [2] Mohanarajah Gajamohan, Michael Merz, Igor Thommen and Raffaello D'Andrea, "The Cubli: A Cube that can Jump Up and Balance", 2012 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems October 7-12, 2012. Vilamoura, Algarve, Portugal, https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/mavt/dynamic-systems-n-control/idsc-dam/Research_DAndrea/Cubli/Cubli_IROS2012.pdf

Egyensúlyozó deszkán való egyensúlyozás paraméteres vizsgálata (Parametric examination on balancing of balance board)

Molnár Csenge Andrea MSc
molnarcsege@gmail.com

Konzulensek: Dr. Insperger Tamás, egyetemi docens, Műszaki Mechanikai Tanszék
Dr. Zelei Ambrus, tudományos munkatárs, Műszaki Mechanikai Tanszék

Az emberi egyensúlyozás vizsgálata napjainkban egyre fontosabbá válik, mert főként az idős emberek körében sok baleset köthető az egyensúly elvesztéséhez. Emellett az emberi egyensúlyozás elméleti és kísérleti vizsgálatával megismerhető az agy által használt szabályozási folyamata.

Dolgozatomban egy két szabadsági fokú modellel írtam le az ember (egyensúlyozó) deszkán történő egyensúlyozását az AP síkban. Az embert homogén rúddal, a boka körüli izmokat egy torziós merevséggel, illetve egy viszkózus csillapítással modelleztem. Az egyensúlyozó személy reakcióidejét konstans időkéssel vettem figyelembe, illetve feltételeztem, hogy az emberi agy az ember és a deszka környezethez viszonyított dőlésszögével és dőlési sebességével arányos beavatkozásra készíti a boka körüli izmokat. Tehát az emberi agyat időkéseletett PD szabályzóval modelleztem.

A rendszer függőleges egyensúlyi helyzet körüli stabilitása a D-szeparáció és a szemi-diszkretizáció segítségével vizsgálható. Matematikailag az egyensúlyvesztés akkor következik be, amikor egyetlen szabályzó-paraméter kombinációra sem stabilak a mechanikai modellt leíró egyenletek.

A számítások során fontos paraméter az egyensúlyozó deszka kerekeinek sugara. A dolgozatban azt vizsgáltam, hogy különböző konstans időkések esetén mekkora az a minimális keréksugár, amely esetén még éppen léteznek megfelelő szabályzó-paraméterek a stabilitás fenntartására, tehát ha a kerék sugarát csökkentjük, akkor bekövetkezik az egyensúlyvesztés.

Az elméleti modellt kísérletekkel hasonlítottam össze. Elkészítettem egy egyensúlyozó deszkát cserélhető kerekekkel, így a különböző sugarak egyensúlyozásra való hatása könnyen vizsgálhatóvá vált. Elvégeztem a számításokat és az egyensúlyozási kísérleteket több személlyel, felvételeket készítettem az egyes személyek egyensúlyozásáról. Az elméleti és kísérleti eredmények összehasonlításán keresztül vizsgáltam, hogy az emberi agy időkéseletett PD szabályzóval történő leírása milyen mértékben közelíti a valóságos egyensúlyozási folyamatot.

Irodalom:

- [1] G. Stépán, Retarded Dynamical Systems: Stability and Characteristic Functions, Longman, Harlow, 1989.
- [2] T. Insperger, G. Stépán, Semi-Discretization for Time-Delay Systems – Stability and Engineering Applications, Springer, New York, 2011.
- [3] I. Loram, M. Lakie, Direct measurement of human ankle stiffness during quiet standing: the intrinsic mechanical stiffness is insufficient for stability, Birmingham, 2002.

Inga egyensúlyozás gyorsulásmérővel (Stick balancing problem with an accelerometer)

Kovács Balázs András MSc
koviub92@gmail.com

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

A dolgozat egy inga egyensúlyozási problémáját fogalmazza meg, olyan módon, hogy a visszacsatolt szabályozás kimenetét a rúdon elhelyezett gyorsulásmérő jele biztosította. Modellezésekor különböző elhanyagolásokat eszközölve és a gyorsulásmérőt egy tömeg-rugó rendszerként kezelve a klasszikus mechanikában ritkán előforduló egyenletek kaphatók. 1D-s esetben, csak az inga dinamikáját figyelembe véve a gyorsulásmérő kimeneti jele a rúd szöghelyzetének és szöggyorsulásának lineáris kombinációjaként állítható elő. Ezt a jelet hagyományos PD szabályzóval visszacsatolva és az időkésést figyelembe véve a leíró egyenletek ún. siettetett (advanced) differenciálegyenletek, mivel a rúd szöghelyzetének harmadik deriváltja is megjelenik késleltetett argumentummal a differenciálegyenletben. Az ilyen típusú egyenletek sajátossága, hogy nem ok-okozati, vagyis a jelen pillanat függ későbbi eseményektől is, nem csak a korábbiaktól és ezek a rendszerek végtelen számú instabil gyökkel rendelkeznek. Abban az esetben, ha nincsenek elhanyagolások, a teljes rendszert modellezve már a valósághoz közelebb álló modell alkotható. Ebben az esetben a kimeneti jel tisztán a gyorsulásmérőben jelenlévő tömeg elmozdulásával arányos. A visszacsatolás szintén hagyományos PD szabályzóval történt. Megfigyelhető, hogy a szabályzás digitális hatásai stabilizálni képesek az 1D-s modell eredményeként adódó advanced egyenletet. A teljes dinamika vizsgálatával ez a viselkedés megerősíthető folytonos esetre is. A dolgozat a rúdegyensúlyozás és a rúd szögpozíciójának mérésére használt gyorsulásérzékelő különböző modelljeinek részleteit elemzi a hozzájuk tartozó stabilitási diagrammok alapján.

Hajlított rudas mikroaktuátor termomechanikai analízise (Thermomechanical analysis of a bent beam microactuator)

Gáspár Dávid BSc
davidgaspar8@gmail.com

Konzulens: Dr. Kovács Ádám, egyetemi docens, Műszaki Mechanikai Tanszék

A Technológiai fejlődés az utóbbi évtizedekben egy olyan irányvonalat kezdett el követni, melynek célja már nem az egyre nagyobb teljesítmény, egyre nagyobb gépekkel történő elérése, hanem azonos, vagy ha lehetséges nagyobb teljesítmény elérése a gépek méreteinek csökkentése mellett. MEMS (Micro Electro Mechanical System) gondolati alapját az integrált áramkörök adják. Az 1960-as évekre az áramkörök gyártástechnológiájának fejlődése révén egyre kisebb és kisebb méretekben voltunk képesek létrehozni ugyanazt az áramkört. Mivel az áramkörök esetében a méretcsökkenés a funkciójának betöltését nem befolyásolja, ezért a gyártók célja az volt, hogy minél több áramkört helyezzenek el egy-egy félvezető lapkán. Ezeknek a törekvéseknek köszönhetően az integrált áramkörök gyártása átkerült a tömeggyártás kategóriába. Ezeken a sikereken felbuzdulva új irányvonalként megjelent, hogy az IC miniaturizálása terén elért eredményeket, átvigyük a mechanika, optika és az áramlástan területére is, melynek eredményként létrejött a MEMS.

A MEMS-nek mint fogalomnak pontos, mindenki által elfogadott definíció nincsen, azonban ezek közül a funkcionalitásukat legjobban bemutató az, hogy a MEMS olyan miniaturizált szenzorokat, aktuátorokat, jelfeldolgozó egységeket tartalmazó rendszer, mely ezek által képes érzékelni, dönteni és beavatkozni. Az ilyen rendszerek alkotóit rendszerint szilíciumból készítik el mikro-megmunkálási eljárással. Jelenlegi gyártástechnológiai korlátok miatt ezek a rendszerek egyszerűbb elemekből épülnek fel, például négyzet keresztmetszetű gerendaelem.

Dolgozatomban a MEMS családjába tartozó hajlított karos elektrotermikus aktuátor vizsgálatát tűztem ki célul. Ezen típusú aktuátor a lineáris elmozdulást végző aktuátorok csoportjába tartozik. Az aktuátort a működtetéséhez feszültség alá kell helyezni, melynek következtében azon áram folyik át. Az átfolyó áram miatt hőmérsékletnövekedés következik be, melynek hatására létrejövő hőtágulás miatt az aktuátor lineárisan elmozdul.

A dolgozatban célom ezen aktuátor elektrotermikus illetve termomechanikai analízise, ezen belül koncentrálni a hőmérsékletmezőt, illetve elmozdulást leíró analitikus egyenletek meghatározására. Célom továbbá ezek összevetése végelelemes síkmodellel, majd a modell validálása után különböző konstrukciós kialakítások összevetése végelelemes modellek segítségével, és ezek eredményét felhasználva konklúziót levonni, hogy egyes gyártási paraméterek miként befolyásolják az aktuátor működését.

Végeselemes szoftver fejlesztése Java és Android környezetben (Finite element software development on Java and Android)

Sziráki Máttyás MSc
matyusz.sziraki@gmail.com

Konzulens: Dr. Zelei Ambrus, tudományos munkatárs, Műszaki Mechanikai Tanszék

Mérnökként a feladatunk a körülöttünk található fizikai világ modellezése. Erről – bizonyos egyszerűsítések, elhanyagolások mellett – matematikai modelleket készítünk, mellyel egyenletek formájában megoldást keresünk a vizsgált folyamataink leírására. Azonban nagyon sokszor, még kellően sok elhanyagolás mellett is, annyira bonyolult egyenletekkel találkozunk, melyekre analitikus megoldások keresése szinte reménytelen. Gyakran numerikus módszerek alkalmazása jelent megoldást, amelyek viszont rengeteg számítási művelettel járnak. Ezért ezen módszerek széleskörű elterjedését a számítástechnika rohamos fejlődése tette lehetővé.

Ez a fejlődés természetesen a mobil eszközökben is megmutatkozik. Manapság egy mobiltelefon számító képessége felveszi a versenyt PC társaival. Ez az egyik ok, ami miatt a mobilkommunikációs eszközök egyre népszerűbbek. Egy átlagos felhasználó a számítási képességet nem érzékeli, de az animációkkal teli, akadás mentes felhasználói felületet (felhasználói élményt) igen, ami a sikeresség egyik kulcsa. Egy programozó lehetőséget lát ebben, amit ki lehet használni mérnöki programok készítéséhez is. Ez a kihasználás a SIKER-hez hasonló végeselemes szoftver fejlesztését jelenti esetemben.

Az Android az egyik legnépszerűbb mobil operációs rendszer, amely a jól ismert programozási nyelven nyugszik, a Java-n. Kihhasználva ezt a hasonlóságot, céljaim közé tartozik számítógépekre és mobil eszközökre is a fejlesztés. A kitűzött feladatok: oldja meg a gerendaelemes végeselemes feladatot, közölje az eredményeket, azokat grafikusán is, tegye lehetővé adatok mentését, exportálását, továbbá tegyen lehetővé szövegfájlos adatbevitelt, ezzel is gyorsítva a számításokat.

A kitűzött végeselemes feladat megoldásához szükséges matematikai háttérrel is megvizsgálom, mint például a probléma kondicionáltsága, az egyenletrendszer megoldásához használható különféle módszerek stb. (elsősorban az előforduló ritka mátrixok miatt direkt – iterációs módszerek vizsgálata stb.)

Az alkalmazás fejlesztésének elsődleges célja az oktatás segítése, hiszen egy csábító és egyben hasznos alkalmazás segíthet az új ismeretek megértésében. Tervek szerint az alkalmazás elérhető lesz Google Play áruházon keresztül, a tervezett minimális Android verzió: API 15, Android 4.0.3 – Ice Cream Sandwich.

Irodalom:

- [1] Bert Bates, Kathy Sierra: Agyhullám: Java – Frissített kiadás: Java 5.0 (Rézműves László fordítása). Kiskapu Kiadó, 2011.
- [2] Ekler Péter, Fehér Marcell, Forstner Bertalan, Kelényi Imre: Android-alapú szoftverfejlesztés. (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Villamosmérnöki és Informatikai Kar, Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszék, Alkalmazott Informatika Csoport) SZAK Kiadó, 2012.
- [3] Kovács Ádám, Szekrényes András.: Végeselem-módszer. (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Műszaki Mechanikai Tanszék) Typotex, Budapest, 2011.
- [4] Faragó István, Horváth Róbert: Numerikus módszerek, Budapest, 2011.
- [5] <http://stackoverflow.com/>
- [6] <https://developer.android.com/index.html>

Periodikusan változó forgácsleválasztás hatása esztergálási folyamatok stabilitására
(The effect of periodically varying chip thickness on the stability of turning processes)

Zsiros Ádám BSc
adam.zsiros@live.com

Konzulens: Hajdu Dávid, doktorandusz, Műszaki Mechanikai Tanszék

Forgácsolási folyamatok anyagleválasztásának sebessége függ a megmunkálási paraméterektől, mint például a fordulatszám, előtolási sebesség vagy fogásmélység. Ezek a mennyiségek azonban nem változtathatók tetszőlegesen, gyakran nemkívánatos rezgések lépnek fel, amelyek rontják a felületi minőséget, illetve limitálják a megmunkálás sebességét.

Esztergáláskor az esztergakés sem tökéletesen merev test, így a folyamat során a szerszám éle szabad szemmel nem észrevehető kis rezgéseket végezhet. Következtetésképp a leválasztott forgács vastagsága sem állandó, hanem a mechanikai modellek alapján függ az aktuális és egy fordulattal korábbi elmozdulásoktól.

Dolgozatomban az esztergálási folyamatok stabilitását vizsgálom azon esetekben, amelyekben a forgács vastagsága periodikusan változik. A hagyományos modellekhez képest a matematikai egyenlet periodikus együtthatójú tagot is tartalmaz, amely esetén a Floquet elmélet használandó. Hasonlóan a Mathieu egyenlethez, ez a periodikus együttható megváltoztathatja a stabilitási tulajdonságokat, azaz növelheti vagy csökkentheti a stabil megmunkálást biztosító paraméterek tartományát. A kutatásom során ennek a modellnek a leírásával, valamint alkalmazhatóságával foglalkozom.



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

ANALITIKUS MECHANIKA

Helyszín: Műszaki Mechanikai Tanszék I. em. 29 olvasóterem
Időpont: 2016. november 17. 8:30
Elnök: Dr. Insperger Tamás, egyetemi docens
Titkár: Antali Máté, tanársegéd
Tag: Dr. Bachrathy Dániel, adjunktus

8:30 Herlett Simon

Utánfutós gépjárműszerelvénny kanyarodásának dinamikai vizsgálata

Konzulens: Beregi Sándor, PhD hallgató

8:50 Vörös Illés

Sávváltó járművek stabilitása

Konzulens: Várszegi Balázs, PhD hallgató

9:10 Genda Attila

Előzés modellezésének lehetőségei közlekedési dinamikában

Konzulens: Dr. Stépán Gábor, egyetemi tanár

9:30 Bodor Bálint

Alulaktuált mechanikai rendszerek prediktív szabályozása

Konzulens: Bencsik László, tudományos segédmunkatárs

9:50 Horváth Hanna Zsófia

Pattogó bőröndök stabilitása

Konzulens: Dr. Takács Dénes, tudományos munkatárs

SZÜNET

10:30 Krajnyák Gábor

EHL kontakt modell alkalmazása csillapítás becsléséhez

Konzulens: Dr. Takács Dénes, tudományos munkatárs

10:50 Lovász Zoltán

Kálmán-szűrő alkalmazása mechanikai rendszerekben

Konzulens: Dr. Stépán Gábor, egyetemi tanár

11:10 Patkó Dóra

Emberi kar mozgástervezésének algoritmikus leírása

Konzulens: Dr. Zelei Ambrus, tudományos munkatárs

11:30 Erdős Gergely

Lökéshullámok vizsgálata húrokban

Konzulens: Dr. Stépán Gábor, egyetemi tanár

11:50 Szücs Mátyás

Szilárd közegek nemegyensúlyi termodinamikája – reológiai megoldások műszaki problémákban

Konzulens: Dr. Fülöp Tamás, adjunktus

12:10 Dóka Tamás, Dankovics Viktor, Valki Márton Bendegúz

Termo-higro-mechanika és bistabilitás

Konzulens: Dr. Szekeres András, nyug. tudományos főmunkatárs

Utánfutós gépjárműszerelvény kanyarodásának dinamikai vizsgálata (Dynamic analysis of the turning manoeuvre of the car trailer system)

Herlett Simon BSc
sherlett1@gmail.com

Konzulens: Beregi Sándor, doktorandusz, Műszaki Mechanikai Tanszék

Az utakon az egyik leggyakoribb balesetet kiváltó ok, amikor az utánfutós gépjárműszerelvény elveszti stabilitását és gyakran jól észrevehető rezgésbe kezd. Ez többek között függ az utánfutó dinamikai tulajdonságaitól, mint a tömegtől, a súlypontjának helyétől, a vontató gépjármű dinamikai tulajdonságaitól, például a tehetetlenségi nyomatékától, a tömegétől, a kerék és az út kapcsolatától, továbbá nagymértékben függ a kormányszögtől.

A gépjármű-utánfutó rendszer mozgásegyenleteinek felírása a rendszerben megjelenő kinematikai kényszerek miatt nem triviális, ugyanis sem a másodfajú Lagrange-egyenlet, sem a szabadtest-ábra módszer nem ad könnyen értelmezhető eredményt, viszont megfelelően használható rá a Gibbs-Appell egyenlet. Másik fontos része a modellnek a kerék és az út kapcsolata miatt fellépő nemlineáris kúszási szögerő-karakterisztikák meghatározása, melyet a valóságot jól közelítő kefe modell segítségével írok le.

A matematikai modell levezetésével adódik egy 3,5 szabadságfokú dinamikai rendszer, ami 7 független változót jelent 7 elsőrendű differenciálegyenletben. Ebből leválasztható 4 egyenlet 4 változóval, melyek elégségesen leírják a járműszerelvény kanyaradó mozgását, ezért a továbbiakban elég ezeket vizsgálni. Ezen differenciálegyenlet-rendszernek megvizsgálom a stacionárius pontjait és azoknak a lineáris stabilitását, továbbá a környezetükben szimuláció segítségével is képet alkotok a rendszer nemlineáris viselkedéséről is.

Dolgozatomban nagy hangsúlyt fordítok a kanyarodás vizsgálatára különböző hosszirányú sebességek esetén, figyelem a különböző kormányszögeknek a stabilitásra gyakorolt hatását, illetve további paraméterek a kanyarodó rendszerre gyakorolt hatását sem hagyom figyelmen kívül, mint például az utánfutó tömegét vagy a súlypontjának a helyét.

Ezen modellt fel lehet továbbá használni stabilabb járműszerelvény, illetve olyan szabályzó tervezésére, amellyel a stabilitási határok kitolhatók.

Irodalom:

- [1] Hans B. Pacejka: Tire and Vehicle Dynamics, 3rd Edition, Elsevier Science & Technology, Oxford, 2012 vol. 3 p. 90-95.
- [2] F. Gantmacher, Lectures in analytical mechanics, MIR Publishers, Moscow, 1975.
- [3] B. Krauskopf . H. M. Osinga, J. Galán-Vioque (Eds.) Numerical Continuation Methods for Dynamical Systems, 2007 p. 17-22.

Sávváltó járművek stabilitása (Stability of lane changing vehicles)

Vörös Illés MSc
illes.voros@gmail.com

Konzulens: Várszegi Balázs, doktorandusz, Műszaki Mechanikai Tanszék

A technika fejlődésével egyre több vezetést támogató rendszer kerül beépítésre napjaink gépjárműveibe. Ezen technológiák nagymértékben növelik a közlekedés biztonságát, megkönnyítik a sofőr dolgát, valamint csökkentik az üzemanyag fogyasztást.

Dolgozatunkban a jármű oldalirányú pozicionálásával foglalkozunk. Ez a problémakör a sávtartó, illetve sávváltó rendszerek technológiájához köthető, melyek segítségével jelentősen csökkenthető a figyelmetlen sávelhagyásból adódó balesetek száma.

Első lépésként felállítunk egy tisztán kinematikai modellt a jármű mozgásának leírásához, majd egyszerű, arányos állapot visszacsatolással biztosítjuk a kívánt pályán történő haladást. Az egyenes vonalú mozgás, mint egyensúlyi helyzet stabilitását vizsgálva megállapíthatók az időközletetett szabályozás stabil paramétertartományai, illetve ezek optimális értékei.

Ezt követően egy modell prediktív szabályozási módszert, az úgynevezett FSA (Finite Spectrum Assignment) szabályozót alkalmazzuk az időkésés kompenzálására. A módszer alap gondolata, hogy egy, a rendszer dinamikáját pontosan leíró modell segítségével a pillanatnyi állapot ismeretében bármely időpontra meg tudjuk határozni a rendszer állapotát. Tehát a késéssel terhelt jelet alapul véve a szabályozó meg tudja becsülni, hogy valójában hol tart a folyamat, és a becsült jel alapján tud beavatkozni a rendszerbe. Így ideális esetben (amennyiben pontosan ismert a rendszer viselkedése, valamint az összes paraméter) kiküszöbölhető az időkésés.

A dolgozatban megvizsgáljuk a szabályozás stabilitását tökéletes modell, illetve a paraméterek kis eltérése esetén. Az eredményeket stabilitási térképeken szemléltetjük, valamint numerikus szimulációval ellenőrizzük.

Végül a dolgozat utolsó részében egy, a valóságot pontosabban leíró, a kerék-talaj kapcsolatot is tartalmazó dinamikai modell segítségével vizsgáljuk a sávváltás stabilitását. Ezen a komplexebb modellen is vizsgáljuk az arányos állapot visszacsatolással történő szabályozást, valamint a kinematikai modell alapján prediktáló FSA szabályozót. Így értékes eredményeket kapunk mind a járművek stabilitásának, mind pedig az FSA alkalmazhatóságának tekintetében.

Előzés modellezésének lehetőségei közlekedési dinamikában (Modelling overtaking in traffic dynamics)

Genda Attila BSc
gendaattila@gmail.com

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

A TDK dolgozat a fantom forgalmi dugók kialakulása körülményeinek feltárását tűzte ki célul, melyben a klasszikus parciális differenciálegyenletekkel való modellezéssel ellentétben itt a ritkábban alkalmazott, de a valóságot jobban modellező differenciálegyenlet-rendszerekkel való megközelítést alkalmazom. A fantom forgalmi dugók kialakulásában kulcsfontosságú szerepet játszik a forgalom résztvevőinek reakcióideje, amely vonatkozhat a forgalom többi résztvevőjétől való távolság, azok sebesség vagy gyorsulásváltozásainak felismerésére.

A dolgozat első fele egy egysávos, körpályán zajló közlekedési rendszert tárgyal a japán kutató, Bando modelljét alapul véve, amely nem tartalmaz időkésést és célja megmutatni, hogy ilyen körülmények között is kialakulhat már stabilitásvesztés a forgalomban.

A dolgozat második felében a modell kétsávos, körpályán történő egyirányú forgalmat tárgyal, amelyben az előzés is lehetséges. Az előzés feltételeire a matematikai kezelhetőség miatt egy saját elgondoláson alapuló szintén a Bando-féle modellre épülő megközelítést használok. Mindennek célja vizsgálni az előzések a forgalom dinamikájára gyakorolt hatását.

A számítások eredménye realitásának ellenőrzését egy számítógépes animáció segíti, ahol az autók gyorsulása, sebessége és pozíciója numerikusan kerül meghatározásra részben sejtautomata modellek alapján.

Irodalom:

- [1] Subcritical Hopf bifurcations in a car-following model with reaction-time delay (by Gábor Orosz and Gábor Stépán)
- [2] Bando, M., Hasebe, K., Nakayama, A., Shibata, A. & Sugiyama, Y. 1995 Dynamical model of traffic congestion and numerical simulation. Phys. Rev. E 51, 1035–1042. (doi:10.1103/PhysRevE.51.1035)
- [3] Gasser, I., Sirito, G. & Werner, B. 2004 Bifurcation analysis of a class of ‘car-following’ traffic models. Physica D 197, 222–241. (doi:10.1016/j.physd.2004.07.008)

Alulaktuált mechanikai rendszerek prediktív szabályozása (Predictive control of underactuated mechanical systems)

Bodor Bálint BSc
bodor.balus@gmail.com

Konzulens: Bencsik László, tudományos segédmunkatárs, Műszaki Mechanikai Tanszék

Alulaktuálnak azokat a mechanikai rendszereket nevezzük, amelyek szabadsági fokainak száma több mint a beavatkozók száma. Az ilyen rendszerek trajektória-követő szabályozása a teljesen aktuált rendszerekénél komplexebb feladat, mivel az ott alkalmazott szabályozási módszerek stabilitása nem minden esetben garantálható. Ennek az az oka, hogy ezek a módszerek a rendszer pillanatnyi állapotát veszik csak figyelembe.

A dolgozatban ezzel szemben egy prediktív módszert javaslok. A módszer alapgondolata az, hogy a rendszer mozgását leíró differenciálegyenletet felhasználjuk arra, hogy analitikus úton egy becslést adjunk a rendszer által megvalósítható mozgásokra. Ennek segítségével választjuk ki az előírt pályagörbét legjobban közelítő mozgást.

A dolgozat célja a módszer általánosítása úgy, hogy ne kelljen megkötést tenni a szabadsági fokok és a beavatkozók számára. A nemlineáris rendszereken való alkalmazhatósághoz szükséges továbbá módosításokat tenni a pályakövetési hiba számításának módjában és a linearizálási intervallumok hosszának megválasztására is figyelni kell.

Ahhoz, hogy a szabályozási elv alkalmazható legyen valós robot alkalmazások esetén is, a számítások numerikus költségigénye minimális kell, hogy legyen. A dolgozat célja egy olyan módszer levezetése is aminek a számításigénye lehetővé teszi a valósdejeű alkalmazást.

Pattogó bőröndök stabilitása (Stability of rocking suitcases)

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

Konzulens: Dr. Takács Dénes, tudományos munkatárs, Műszaki Mechanikai Tanszék

Dolgozatom a kétkerekű bőröndök pattogásának vizsgálatáról szól. Mindenki számára ismerős lehet az a mindennapi szituáció, mikor egy adott sebességgel húzott bőrönd egyik kereke elválik a talajról, a rendszer pattogni kezd [1], kritikus esetben pedig a bőrönd akár fel is borulhat. Különböző anholonom rendszerek, vontatmányok húzásának problémájával foglalkoztunk egy hétköznapi, „játékszerű” mechanikai rendszert vizsgálva.

Cél volt meghatározni a bőrönd stabilitás szempontjából releváns paramétereit. A vizsgálatokhoz egyszerűsített analitikus modell készült. Különböző eseteket vettünk figyelembe: mikor a bőrönd mindkét kereke a talajon van, valamint mikor az egyik kereke a levegőben tartózkodik.

Azt az esetet vizsgálva, mikor mindkét kerék a talajon van, arra az eredményre jutottunk, hogy a bőrönd húzásának megfelelő stacionárius mozgás lineárisan aszimptotikusan stabil, míg a hátrafelé való toláshoz tartozó mozgás lineárisan aszimptotikusan instabil.

Mikor az egyik kerék elemelkedik a talajról, a bőrönd térbeli helyzetét térbeli forgatásokkal írhatjuk le. A talajon lévő kerék gördülését leíró kinematikai kényszert a kerék sugarát elhanyagolva, a kereket egyetlen pontnak tekintve határozhatjuk meg. Ezzel a térbeli forgatások tengelyeit úgy választhatjuk meg, amellyel az eredményül kapott egyenletek tömörebb alakban írhatók fel. A mozgásegyenletet Routh–Voss-egyenletekkel [2] kerültek meghatározásra. A jobb illetve bal oldali kerekeken való gördüléshez más-más dinamikai egyenlet írja le a rendszer mozgását, így eredményül egy nemsima rendszert kapunk. Azt, hogy egy adott kitérítés hatására a bőrönd milyen mozgásban kezd – visszatér a két kerékkel való gördüléssel esethez vagy felborul –, szimulációk segítségével vizsgáltuk. Stabilitási térképeket rajzoltunk a vontatási sebesség és a kitérítési szög függvényében. Az így kapott eredményeket összehasonlítottuk mért eredményekkel.

A megalkotott mechanikai modell a későbbiekben jó alapot szolgáltathat új típusú bőrönd- és kerékkonstrukciók kialakításához, amelyekkel nagyobb paramétertartományban biztosítható a bőrönd stabil futása. A modell természetesen a későbbiekben kibővíthető, a kerekek megcsúszásának figyelembe vételével is, amely a modell érvényességének határait tárhatja fel.

Irodalom:

- [1] Plaut, R. H. : Rocking instability of a pulled suitcase with two wheels, Acta Mechanica 117, 165-179 (1996)
- [2] Gantmacher, F.: 1975, Lectures in Analytical Mechanics, MIR Publishers, Moscow

EHL kontakt modell alkalmazása csillapítás becsléséhez (Approximation of damping by EHL contact model)

Krajnyák Gábor MSc
krajnyi93@gmail.com

Konzulens: Dr. Takács Dénes, tudományos munkatárs, Műszaki Mechanikai Tanszék

A csapágy a gépészeti berendezéseink egyik alap építőeleme. Előfordul minden forgó alkatrészt tartalmazó szerkezetünkben, így bátran állíthatjuk, hogy az egyik leggyakrabban alkalmazott gépelemünk. A gépgyártástudományban legkritikusabb szerepet a megmunkáló központok főorsójánál tölti be [1]. A főorsókban alkalmazott csapágyak jelentősen befolyásolják a megmunkálás pontosságát és a felületi minőségét, de mindemellett a gördülőelemek dinamikus kontaktja kihatással van a teljes megmunkáló központ rezgéseire is. Mivel szélsőséges technológiai paraméterek esetén a megmunkálás stabilitása rendkívül érzékeny a rendszer csillapítására, ezért a csapágyakban jelenlévő csillapító hatás pontos leírása különösen kutatott terület. Dolgozatomban egy a gördülő csapágy modelljében alkalmazható kontakt modellt vizsgáltam, amely képes leírni a kenőolajfilm hatását a csapágy működése során. A szakirodalomban ez a modell EHL rövidítéssel ismert (elastohydrodynamic lubrication), melynek vizsgálata elsősorban numerikus úton lehetséges.

A kontakt modell egyszerre tartalmaz áramlástan és mechanikai egyenleteket [2], amelyek kapcsoltak. Ezen egyenletrendszert véges differenciák módszerével oldottam meg [3]. A véges differenciák módszerével előállított egyenletrendszer nemlineáris, így Newton-Raphson módszert alkalmaztam a megoldás során. A numerikus gyökkeresés elindításához szükséges kezdeti értékeket a Hertz-féle kontakt modell segítségével adtam meg [4]. Megvizsgáltam a kontakt modell állandósult állapotbeli megoldásait. A csapágygolyó erőgerjesztés hatására bekövetkező rezgéseit meghatározva számíthatóvá vált a kontakt által felemészített energia hiszterézis hurok [5]. Így, az elkészített numerikus kód segítségével a kontakt jellemezhetővé vált koncentrált paraméterek segítségével.

Irodalom:

- [1] E. Abele, Y. Altintas, C. Brecher : Machine tool spindle units. CIRP Annals - Manufacturing Technology 59 (2010) 781–802
- [2] K. L. Johnson. Contact Mechanics. (1985).
- [3] Christopher Edward Goodyer. “Adaptive Numerical Methods for Elastohydrodynamic lubrication”. (2001).
- [4] H. Hertz. “On the Contact of Elastic Solids”. In: (1881).
- [5] Y H Wijnant. “Contact Dynamics in the field of Elastohydrodynamic Lubrication”. (1998).

Kálmán-szűrő alkalmazása mechanikai rendszerekben (Application of Kalman-filter in mechanical systems)

Lovász Zoltán BSc
infohazileadas@gmail.com

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

A Kálmán-szűrő egy olyan algoritmus, amely zajjal terhelt lineáris dinamikai rendszerek állapotára ad optimális becslést zajos mérések és az előző becsült állapot figyelembevételével. Így sokkal pontosabb információt kaphatunk a rendszer vizsgált állapotáról mintha csak a mérési eredményt használtuk volna. A Kálmán-szűrőt megalkotójáról Rudolf E. Kálmán (1930-2016) magyar származású villamosmérnökről nevezték el. Felhasználási területe széles skálára oszlik szét. Egyaránt alkalmazhatják irányítástechnikai valamint navigációs problémák megoldására is. Első sikere az Apollo űrprogramon belül az Apollo 11 holdra juttatásában való részvétele volt. Manapság a legtöbb egyensúlyozó robotban illetve drónban ezt a szűrőt használják az eszközök térbeli helyének minél pontosabb becslésére.

Kálmán-szűrővel egy saját egyensúlyozó robot építésénél találkoztam. Céлом az volt, hogy a szenzorból jövő gyorsulás és szögsebesség jel alapján a robot dőlési szögére minél pontosabb becslést tegyek. Az algoritmus felépítése azonban a Kálmán-szűrő mélyebb megértését igényelte.

Dolgozatom témája a Kálmán-szűrő matematikai levezetése, illetve az ehhez szükséges matematikai háttér ismertetése, valamint alkalmazásának bemutatása egy illetve két szabadsági fokú mechanikai rendszerekre. Ezeken az egyszerű, de nem triviális példákon szeretném megmutatni a szűrő működését továbbá azt, hogy miért jobb a Kálmán-szűrő által módosított jelet visszacsatolni a mechanikai rendszerbe a közvetlenül mért jelnél. A dolgozatban egyszerű visszacsatolt mechanikai rendszerként egy Tempomatos sebességtartást fogok bemutatni, ahol a lényeg a kívánt sebesség minél gyorsabb elérése és minél pontosabb tartása. Itt is látható lesz, hogy a szűrt jel visszacsatolása sokkal gyorsabb és pontosabb sebességtartást fog eredményezni ahhoz az esethez képes mintha csak a mérési eredményt csatolnánk vissza a rendszerbe. Végző alkalmazási példa az egyensúlyozó robot dőlési szögének minél pontosabb becslése, ahol a gyorsulásérzékelő és a giroszkóp szenzorból érkező zajos jelek egyesítése történik Kálmán-szűrő segítségével. Vizsgálataim tehát alátámasztják azon tapasztalatokat, hogy a szűrt jel visszacsatolása sokkal 'gyorsabb és pontosabb szabályozást tesz lehetővé ahhoz képest mintha csak a giroszkóp vagy csak a gyorsulásérzékelő jelét használtuk volna.

A kísérleti összeállítás megépítésével arra vonatkozóan is gyűjtök adatokat, hogy a Kálmán-szűrő algoritmus milyen gyorsan fut Arduino környezetben és az így megnövekedő mintavételezési idő lehet-e hatással a visszacsatolt mechanikai rendszer dinamikai tulajdonságaira, stabilitására.

Irodalom:

- [1] R.E. Kalman: A New Approach to linear Filtering and Prediction Problems, Baltimore, 1960
- [2] G.Welch, G. Bishop: An introduction to the Kalman Filter, Citeseer, vol. 7, 2006

Emberi kar mozgástervezésének algoritmikus leírása (Motion planning algorithm of human's arm)

Patkó Dóra BSc
dora.patko94@gmail.com

Konzulens: Dr. Zelei Ambrus, tudományos munkatárs, Műszaki Mechanikai Tanszék

Mozgástervezésünk során agyunk rengeteg külső hatást vesz figyelembe. Érdekes lenne megvizsgálni, hogy amennyiben egy előre kijelölt pályának követése a feladat, a vizsgált személyek hasonlóképp vezetik-e végig rajta a kezük, valamint a mozgási sebesség, a kézben tartott tömeg milyen hatást gyakorolnak a mozgásra. Az a kérdés is felmerül, találhatunk-e olyan a robotikában használatos inverz kinematikai módszert, amelynek megadva a kijelölt pályát, szimulálni tudja a karunk mozgását. Ha létezik ilyen, az felhasználható mind a gyógyászat, mind a robotika területén.

A dolgozatom során az előző évi munkámat folytattam. A cél az akkor alkalmazott inverz kinematikai módszerekben található paraméterek optimalizálása volt úgy, hogy a számított eredmények közelebb kerüljenek a mért adatokhoz. További célom az új mérések minél pontosabb elvégzése és a kapott eredmények statisztikai értékelése. Azt vizsgáltam, hogy ha a karunkban tartott rúd végpontjának megadott sík pályán való mozgatása a feladatunk, akkor ismerve a bejárat utat milyen inverz kinematikai módszer adja vissza leginkább azokat a csuklósögeket, amelyeket az emberi kar felvesz. Mivel a szabadsági fokok száma nagyobb, mint ami a feladat megoldásához minimálisan szükséges lenne, a probléma redundáns, épp ezért végtelen sokféle konfiguráció elképzelhető a megoldásakor.

A tavalyi munkámhoz képest további fejlesztések is megvalósultak. A meglévő inverz kinematikai módszereken felül három további is hozzávettem a dolgozathoz. A sebességszintű módszereknél magasabb rendű integrálási sémát használtam. Egyetlen pálya helyett a mérésben részt vevő személyeknek nyolc kisebb pályán kellett a rúd végpontját végigvezetniük, melyek az általuk elérhető tér egy-egy negyedében helyezkedtek el. A képfeldolgozás során a csuklók és a végpont koordinátáit határoztam meg, majd felhasználva őket állapítottam meg a szögértékeket és a karhosszakat, mindkettőt pontosabb módszerekkel, mint korábbi dolgozatomban. Az egyes személyeknél az optimalizált paraméter értékekről megvizsgáltam, hogy korrelálnak-e.

Statisztikai módszereket alkalmaztam annak kiértékelésére, hogy a vizsgált személyek által elérhető tartományon belül való elhelyezkedése a pályának, a bejárási gyorsaság és a rúd tömege milyen befolyással van a megtervezett mozgásra illetve a paraméterekre. Hangsúlyos részt kapott annak kiderítése, hogy az egyes személyek mozgása mennyire fedt egymást, tehát kijelenthető-e, hogy a mérésben részt vevő vizsgált személyek hozzávetőlegesen ugyanúgy vezették végig a kezük a megadott útvonalon.

Az optimalizálásnak köszönhetően a méréshez közelebbi eredményeket kaptam az inverz kinematikai módszereken keresztül. A vizsgált személyek által felvett csuklósögeket egymással összevetve megvizsgáltam, hogy van-e lényegi különbség a mozgásunkban, és mely módszer az, amivel egyetemesen leírhatjuk ezt.

Irodalom:

- [1] John M. Hollerbach, Ki C. Suh: Redundancy resolution of manipulators through torque optimization. Massachusetts Institute of Technology Artificial Intelligence Laboratory, 1986.
- [2] B. Siciliano, O. Khatib: Handbook of Robotics. Springer, 2008.

Lökéshullámok vizsgálata húrokban (Analysis of shock waves in strings)

Erdős Gergely MSc
erdosg93@gmail.com

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

A villamos mozdonyok energiaellátása felsővezetékek és áramszedők segítségével történik. A vezetékekben terjedő lökéshullámok az áramszedés minőségét ronthatják. E probléma első felvetése óta eltelt közel fél évszázad, azonban a jelenség vizsgálata napjainkban is kihívást jelent, és a sebesség növekedésével egyre fontosabbá válik. A legelterjedtebb megoldások esetén a felsővezeték és az áramszedő kölcsönhatásának vizsgálata csak körülményesen, a többtest-dinamikai módszer és végelelemes módszer kombinálásával, általános célú elemek használatával történik.

A jelenség alapjainak mélyebb megismerése – ami jelen kutatás legfőbb célja – lehetőséget nyújthat a jövőben olyan különleges elemek kifejlesztésére, amelyek használatával a felsővezeték rendszerek szimulációja pontosabb és hatékonyabb lehet. Elsősorban a húrként modellezhető vezetékek viselkedésének közelebbi vizsgálata motiválja a „Lökéshullámok vizsgálata húrokban” című munkát.

Jelen TDK dolgozat egy hosszabb kutatás első fázisa. Az kutatás első szemeszterében a D'Alembert-féle „haladó hullám” megoldásból kiindulva egyszerűsített modellek kerülnek létrehozásra. Álló peremfeltételekkel, többek között fix és szabad végekkel, több egymáshoz kapcsolt szakasszal, illetve rugalmas megfogással és a húrhoz rögzített tömeggel történik a vizsgálat egyszerűbb gerjesztések (pillanatszerű ütközés, kezdeti kitérítés) használatával. A jelenséget így késleltetett differencia-differenciálegyenletekkel (DDE) lehet modellezni, az analitikus számítások során elért eredmények összevethetőek végelelemes (FEM) módszerrel kapottakkal. A kutatás első szakaszában a mozgó peremfeltételek egyszerűbb esetekben kerülnek vizsgálatra, különös figyelmet fordítva a lehetséges elhanyagolásokra a rögzítési pontokhoz közel és azoktól távol.

Jelen munka az Emberi Erőforrások Minisztériuma által nyújtott Új Nemzeti Kiválóság Program keretein belül elnyert ösztöndíj támogatásával valósul meg.

Irodalom:

- [1] M. Arnold és B. Simeon, The simulation of pantograph and catenary: a PDAE approach, DLR German Aerospace Centre, 1998.
- [2] J. R. Ockendon és A. B. Tayler, The dynamics of a current collection system for an electric locomotive, Proceedings of the Royal Society London A., 322. szám, pp. 447-468., 1971.
- [3] A. B. Tayler, Mathematical Models in Applied Mechanics, 2. kiadás, Oxford: Oxford University Press, 2001.
- [4] A. Facchinetti és S. Bruni (Eds.), Special Issue: The Pantograph-Catenary interaction Benchmark, Vehicle System Dynamics, 53. évfolyam, 3. szám, 2015.

**Szilárd közegek nemegyensúlyi termodinamikája – reológiai megoldások
műszaki problémákban**
**(Nonequilibrium thermodynamics of solids – rheological solutions in
engineering problems)**

Szücs Mátyás MSc
szucsmatyass@gmail.com

Konzulens: Dr. Fülöp Tamás, adjunktus, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

Dolgozatomban először összefoglalom azt a néhány éve született irreverzibilis termodinamikai levezetést, melynek eredménye egy termodinamikai szempontból természetes szilárdtest-reológiai (viszkoelasztikus) modellcsalád. A származtatás egy tenzori belső változó feltételezésén alapul, a hozzá kapcsolódó mikroszkopikus vagy mezoszkopikus háttér folyamatokat nem szükséges ismerni. Az adódó univerzális reológiai modellcsalád speciális esetként tartalmazza a Kelvin–Voigt-, a Maxwell-, a Poynting–Thomson–Zener- és a Jeffrey-féle klasszikus reológiai modelleket.

Ezt követően egy olyan – szintén nemrég megjelent – analitikus módszert ismertetek, mellyel ilyen reológiai közegekre vonatkozó, időfüggő peremfeltételekkel megadott problémák oldhatók meg. Ennek során a megfelelő rugalmasságtani megoldást tesszük alkalmas módon időfüggővé, és így a reológiai parciális differenciálegyenlet-rendszert közönséges differenciálegyenlet-rendszerre vezetjük vissza.

Ezt a módszert alkalmazom saját kutatási eredményeimben: dolgozatom fő részében hat, mérnöki szempontból fontos problémát oldok meg. Mindegyik esetben megvizsgálom a reológiai időskálákhoz képest lassú, közepesen gyors és gyors peremfeltétel-változások hatását a feszültség- és alakváltozási mezőkre. Számításaim azt mutatják, hogy már a legegyszerűbb reológiai modellekben is váratlan lefutású, erős tranziensek léphetnek föl.

Dolgozatom végén az analitikus módszer általánosítási lehetőségeit tekintem át.

Termo-higro-mechanika és bistabilitás (Thermo-hygro-mechanics and bistability)

Dóka Tamás BSc, Dankovics Viktor BSc, Valki Márton Bendegúz BSc
tamas.doka@gmail.com, dankovicsviktor@gmail.com, b.m.v.94@t-online.hu

Konzulens: Dr. Szekeres András, nyug. tud. főmunkatárs, Műszaki Mechanikai Tanszék

A gépészetben alkalmazott modern anyagok jelentős része, többek közt a polimerek, a fa és a beton is, hő- és nedvességérzékeny. A hőmérséklet-, nedvesség- és feszültségmezők páronként függenek egymástól, így együtt egy hármas kapcsolt mezőt alkotnak. [1] Így például a nedvességgkoncentráció és a hőmérséklet változtatásával szabályozni lehet egy szerkezetben ébredő belső feszültségeket, ezáltal az alakváltozást is. Az e három jellemző együttes vizsgálatával foglalkozó tudományág a termo-higro-mechanika (THM). [2]

A műszaki gyakorlatban a hő és a nedvesség okozta feszültségeket általában csökkenteni szándékoznak, ám számos alkalmazásban ugyanezt a hatást előnyünkre fordíthatjuk. Ilyenek például a bistabil szerkezetek.

A bistabil szerkezeteknek, mint például egy villanykapcsoló, két mechanikailag stabil állapota van, amelyeket elválaszt egymástól egy instabil állapot. A stabil állapotok közti váltáshoz egy megfelelő nagyságú feszültséget kell elérnünk a szerkezetben. Ezt az átváltási feszültséget lehet a kapcsolt THM mezővel befolyásolni, így akár a stabil állapotok közötti váltást előidézni.

A dolgozatban a kapcsolt THM mezők egymásra, illetve a bistabil polimer szerkezetekre gyakorolt hatását vizsgáljuk.

Irodalom:

- [1] A. Szekeres, Cross-Coupled Heat and Moisture Transport: Part 1—Theory, Journal of Thermal Stresses, 2012 (1-3)
- [2] A. Szekeres, Thermo-Hygro-Elasticity (THE), Encyclopedia of Thermal Stresses (ETS)



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

ANYAGTUDOMÁNY ÉS TECHNOLÓGIA

Helyszín: MT épület, ATT Könyvtár
Időpont: 2016. november 17. 9:00
Elnök: Prof. Dr. Szabó Péter János, egyetemi tanár
Titkár: Katona Bálint, doktorandusz
Tag: Dr. Éva András, c. adjunktus
Dr. habil Orbulov Imre Norbert, egyetemi docens
Dr. Verő Balázs, egyetemi tanár

9:00 Szlancsik Attila

Szintaktikus fémhabok mechanikai tulajdonságainak becslése és mérése

Konzulens: Dr. habil Orbulov Imre Norbert, egyetemi docens

9:20 Pálfi Nikolett

Mikroszerkezeti változások 900 °C-on hőn tartott, majd alakított SAF 2507 típusú duplex korrózióálló acélban

Konzulensek: Dr. Berecz Tibor, adjunktus,
Dr. Fábián Enikő Réka, adjunktus

9:40 Milbich Márk

Mennyi idő szükséges a hatásos plazmanitridáláshoz?

Konzulens: Kovács Dorina, doktorandusz,

10:00 Balog Boldizsár Zsolt

Hőkezelés hatása hidegen alakított léces martenzites acélok szövetszerkezetére és mechanikai tulajdonságaira

Konzulens: Dr. Fábián Enikő Réka, adjunktus

10:20 Szünet

10:40 Farkas Tamás

Lőfegyverek pontosságának megőrzése felületkezelési technológiával

Konzulensek: Dobránszky János, tudományos tanácsadó,
Kovács Dorina, doktorandusz

11:00 Hajas Miklós, Nagy András Pál

Ponthelesztő berendezés áramkarakterisztikájának meghatározása

Konzulens: Dr. Májlínger Kornél, adjunktus

11:20 Kemény Dávid Miklós

Auszténites hőcserélő csövek károsodás analízise

Konzulensek: Dr. Fábián Enikő Réka, adjunktus,
Dr. Berecz Tibor, adjunktus

Szintaktikus fémhabok mechanikai tulajdonságainak becslése és mérése (Estimation and measurement of mechanical properties of syntactic foams)

Szlancsik Attila MSc
szlana045@gmail.com

**Konzulens: Dr. habil Orbulov Imre Norbert, egyetemi docens, Anyagtudomány és
Technológia Tanszék**

Jelen dolgozatban a szintaktikus fémhabok mechanikai tulajdonságainak becslésével és mérésével foglalkoztam, különös tekintettel a zömítőgörbére, és az abból kinyerhető adatokra. A becslésnél többféle analitikus modellt hasonlítottam össze, és a mérésekre támaszkodva választottam ki a legmegfelelőbbet. Ezen kívül végeselemes modellezéssel is megvizsgáltam a fémhabok tulajdonságait. Egy saját zömítőgörbét is bevezettem, annak érdekében, hogy a mátrixanyag és az erősítőanyag tulajdonságai alapján meg lehessen becsülni a fémhab mechanikai tulajdonságait. Ennek az egyenletnek a paramétereit kezdtem meghatározni. Ehhez nem csak zömítővizsgálatra volt szükség, hanem sajátfrekvencián alapuló mérésre is. Ezzel a módszerrel a fémhabok rugalmassági modulusát lehet meghatározni. Ezt szintén modelleztem végeselemes szimulációval, és azt tapasztaltam, hogy az mérés és a szimuláció közötti egyezés megfelelő.

Mikroszerkezeti változások 900 °C-on hőn tartott, majd alakított SAF 2507 típusú duplex korrózióálló acélban

(Microstructural changes in SAF 2507 type duplex stainless steel after heat treating at 900 °C and subsequently cold work)

Pálfi Nikolett BSc
nikipalfi18@gmail.com

Konzulens: Dr. Berecz Tibor, adjunktus, Anyagtudomány és Technológia Tanszék
Dr. Fábián Enikő Réka, adjunktus, Anyagtudomány és Technológia Tanszék

A duplex korrózióálló acélok közel 50-50%-ban ferrites és ausztenites szövetszerkezetűek. A két fázis jelenléte kedvező fizikai és mechanikai tulajdonságokat eredményez. Hátránya, hogy a nagy ötvözetartalom miatt hő hatására különböző másodlagos kiválásokkal kell számolni.

Korábbi kutatásaim során képlékenyen alakított, majd hőkezelt SAF 2507 típusú duplex korrózióálló acélt vizsgáltam. Jelen dolgozatban ugyanezen acéltípusban létrejövő tulajdonságváltozásokat tanulmányozom 900 °C-on hőkezelt, illetve 900 °C-on hőkezelt, majd alakított mintákon. A vizsgálat során célom megállapítani, hogy milyen folyamatok mennek végbe a makro- és mikroszerkezetben, és megtudni, hogy az alakíthatóság miként befolyásolja ezen folyamatokat.

A 900 °C-on hőkezelt mintát duó hengerállványon hengereltem. A próbadarabnál csak 11%-os alakíthatóságot tudtam elérni. Az igénybevétele hatására kereszt- és hosszirányú repedések is megjelentek. A repedéseket, szövetszerkezetet sztereó mikroszkóppal és metallográfiai vizsgálatokkal is tanulmányoztam. A mintákban hő hatására végbemenő folyamatok meghatározásához DTA-eljárást (differential thermal analysis) használtam. Ennek során a mintákat különböző felfűtési sebességek mellett hevítettem 1000 °C-ig. A kapott mérési eredmények alapján az átalakulások aktiválási energiáit Kissinger-féle módszer segítségével számoltam. A mintákban végbemenő átalakulások meghatározásához a vizsgálati eredményeket keménységméréssel (makro-és mikrokeménység mérés) egészítettem ki.

Jelenlegi eredményeim azt mutatják, hogy a 900 °C-os hőntartás elridegdedést okoz a SAF 2507-es anyagnál, ami nagyrészt a σ -fázis megjelenéséhez köthető.

Irodalom:

1. Outokumpu: A nyerő ötletek anyaga, Outokumpu duplex korrózióálló acélok, Finnország, 2011
2. Pálfi N., Berecz T., Fábián R.: Képlékenyen alakított duplex korrózióálló acélban hő hatására végbemenő átalakulási folyamatok vizsgálata, TDK dolgozat, Budapest, 2015
3. Pálfi N., Berecz T., Fábián R., Fazekas É.: Képlékenyen alakított duplex korrózióálló acélban végbemenő átalakulási folyamatok vizsgálata, XXIV. Nemzetközi Gépészeti Találkozó, Déva, 2016, pp. 347-350

Mennyi idő szükséges a hatásos plazmanitridáláshoz? **(How much time is needed for effective plasma nitriding?)**

Milbich Márk BSc
mark.milbich@gmail.com

Konzulens: Kovács Dorina, doktorandusz, Anyagtudomány és Technológia Tanszék

A plazmanitridálás egy olyan felületkezelő eljárás, amely során egy kemény, kopásálló réteget lehet létrehozni a felületen. A felületkezelés során a bejuttatott gáz a két elektróda között (katódként kapcsolt munkadarab, anódként kapcsolt kemencefal) ionizálódik. A gáz halmazállapotú atomok gerjesztett állapotba kerülnek, és a legrövidebb úton ütköznek egymással, valamint bombázzák a munkadarabot. Az ionizálódott N₂ atomok Fe atomokat választanak le a felületről, melyekkel összekapcsolódva megtapadnak a felületen [1].

A legtöbb acél esetében a folyamatos ionbombázás során a plazma miatt a vas-nitrid instabil állapotba kerül, ami a vas-nitrid bomlásához, majd különböző fázisok keletkezéséhez vezet. A nitridálás során az ausztenites szövetszerkezetű anyagok másképpen viselkednek. Nem képződik új fázis, hanem egy nagy nitrogén tartalmú, egyes esetekben nitrogénben túltelített, és ezáltal feszített/kiterjesztett ausztenit lesz az alkatrész felületén [2]

A kutatómunkámat a BME Gépészmérnöki Kar, Anyagtudomány és Technológia Tanszékén épített, Blücher József professzor tervei alapján készült plazmanitridáló berendezésen végeztem el. Célja az idő hatásának vizsgálata a plazmanitridálás során a keletkezett rétegre. A munkám során rövid idejű (10 perc, 30 perc, 1 óra, 2 óra, 4 óra) plazmanitridálásokat végeztem el nemesíthető és rozsdamentes anyagokon. A nitridálás során a hőmérséklet, nyomás és a gázmennyiség állandó, tehát mindkét típusú anyag próbatestei azonos körülmények között készültek. Metallográfiai vizsgálattal, mikrokeménység-méréssel, pásztázó elektronmikroszkóppal elemeztem a felületen kialakult réteg összetételét, vastagságát, keménységét.

Irodalom:

1. Pye D: Practical Nitriding and Ferritic Nitrocarburizing, ASM International, OH, 2003, 71–86. oldal
2. Kocsisné Baán Mária, Marosné Berkes Mária, Szilágyiné Bíró Andrea: Nitridálás – Korszerű eljárások és vizsgálati módszerek. Miskolci Egyetem, Miskolc, 2015.

**Hőkezelés hatása hidegen alakított léces martenzites acélok
szövetszerkezetére és mechanikai tulajdonságaira**
**(Effects of tempering temperature on microstructure and mechanical
properties of cold formed lath martensitic steels)**

Balog Boldizsár Zsolt BSc
balog.boldi@gmail.com

**Konzulens: Dr. Fábián Enikő Réka, adjunktus, Anyagtudomány és Technológia
Tanszék**

A léces martenzit jellegzetes többszintű mikroszerkezettel rendelkezik. Az átalakuló ausztenit néhány köteget (packets) tartalmaz. Az egyes kötegek blokkokból állnak, amelyeket pedig lécek alkotják. Ennek a léces martenzites szövetnek a relatív jó alakíthatósága és keménysége [1-2] miatt jelentős szerepe lehet a szerkezeti anyagok fejlesztésében.

Kutatásainkhoz léces martenzites szerkezet hoztunk létre különböző ötvözettségű (0,1%Mo, 0,3%Mo 0,5%Mo, 1%Ni, 3%Ni és 5%Ni), kis karbontartalmú ($C=0,15\%$) acélokban. A mintákat 75%-os fogyáig hengerelve hőkezeltük. Hasonló mintákon Hangyás [2] végzett hőkezelési kísérleteket 200 °C, 400 °C, illetve 600 °C-on. Vizsgálatai azt mutatták, hogy 300 °C-500 °C tartományban a molibdénnel ötvözött mintákon a keménység nem monoton esik, látszólagos lokális maximum jelent meg főleg a nagyobb Mo tartalmú mintáknál. Közeli ötvözettségű acéloknál külföldi kutatásokban ütőmunka minimum volt megfigyelhető [3]. Ennek a lokális maximumnak igazolása vagy cáfolása érdekében az adott ötvözettségű alakított léces martenzites acéloknál kisebb hőmérsékletközökkel hőkezeltük 300 °C, 350 °C, 400 °C, 500 °C, 550 °C, 600 °C valamint 650 °C, 20 percig. Vizsgáltuk a minták szövetszerkezetét fénymikroszkóppal és keménységét. A különleges tulajdonságok karbidkiválásokkal állhatnak kapcsolatban. Minden egyes 650 °C hőmérsékleten hőkezelt darabon találtunk újrakristályosodott ferrites szöveteket.

A nikkellel ötvözött mintáknál gyakorlatilag a keménység monoton csökkenést mutatott a hőkezelési hőmérséklet növelésével. Újrakristályosodott szemcséket kisebb hőmérsékleteken sikerült megfigyelni a molibdénnel ötvözött mintákhoz viszonyítva.

Irodalom:

1. Szabó Péter János: Intenzív Alakítási és hőkezelési folyamatok mikroszerkezetre gyakorolt hatásának értelmezése visszaszórtelektrondiffrakcióval, BME 2012, MTA doktori mű
2. Hangyás István Atanáz: Az ötvöztetés hatása a mechanikai alakítások hatására bekövetkező tulajdonságváltozásokra (2015)
3. CAO Yi, WANG Zhao-dong, KANG Jian, WU Di, WANG Guo-dong: Effects of Tempering Temperature and Mo/Ni on Microstructures and Properties of Lath Martensitic Wear-Resistant Steels

Lőfegyverek pontosságának megőrzése felületkezelési technológiával **(Preserving accuracy of firearm with surface treatment)**

Farkas Tamás BSc
farkas0904@gmail.com

**Konzulensek: Dobránszky János, tudományos tanácsadó, Anyagtudomány és
Technológia Tanszék,
Kovács Dorina, doktorandusz, Anyagtudomány és Technológia Tanszék**

Egy lőfegyver rendszeres használatakor elkerülhetetlen az idővel jelentkező pontatlanság. A lövések során a puskacső nagy hő- és koptató igénybevételnek van kitéve, aminek köszönhetően több lövés után „elhord” a fegyver. A puskapor égéséből keletkező gázok maró hatással lehetnek a fémre. A lövedék súrlódása a cső falával, valamint a nagy hőmérsékleti és a légköri korrózió is problémákat okozhat. Repedések képződhetnek a cső belső felülete mentén, amiben a szennyeződések megtapadva befolyásolhatják a lövedék sebességét és útját egyaránt. Ezek a károsodási típusok a fegyver élete során elkerülhetetlenek, azonban élettartama növelhető különböző felületkezelési technológiákkal.

Két különböző anyagú puskacső (egy gyengén és egy erősen ötvöztött acél) sófürdős nitridálás utáni vizsgálatát végeztem el. A mintákat a puskacső elejéből szikraforgácsolás útján, a végéből pedig esztergapadon való leszórással hoztuk létre. A minták 5, 10, 40, 60, 90 perces nitridálása a TS Hungary KFT. jóvoltából készültek el. Minden mintát a kezelés előtt és után sztereomikroszkóppal elemeztem. A puskacső elejéből származó próbatestek belső felületén kopási nyomok fedezhetőek fel. A cső huzagolási nyomvonalai (a lövedék hossz tengelye menti forgómozgást elősegítő vájat) szabad szemmel is jól láthatók, azonban nagyobb nagyításban vonal menti kopás figyelhető meg, amik egyenetlenné teszik a nitridált réteg kialakulását. A keletkezett réteg vizsgálatához keresztcsiszolati mintákon végeztem pásztázó elektronmikroszkóppal rétegvastagság mérést, majd mikrokeménység-méréssel keménység eloszlást. A kutatómunka célja az elvégzett vizsgálatok alapján megállapítani a puskacső igénybevételeihez igazítva az optimális nitridáláshoz szükséges kezelési időt.

A puskacsőveket egy mestervadász biztosította számomra, akinek célja a lőpontosság fejlesztése és a puskacső hosszabb élettartamra való kiterjesztése.

Ponthegesztő berendezés áramkarakterisztikájának meghatározása (Determining the characteristic of a spot welding machine)

Hajas Miklós BSc, Nagy András Pál BSc
hajasmiki@gmail.com, andrasnagy993@gmail.com

Konzulens: Dr. Májlinger Kornél, adjunktus, Anyagtudomány és Technológia Tanszék

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Anyagtudomány és Technológia tanszékének ellenálláshegesztő laboratóriumában található egy ponthegesztő gép, 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 technológiai paraméterek megadásakor.

Ezért tehát elsődleges célunk volt az áramforrás áramkarakterisztikájának meghatározása. Ezt egy a REHM Kft. által rendelkezésünkre bocsátott flexibilis toroid mérőtekerccsel ellátott BF ENTRON WA1 Weld Analyser típusú árammérő berendezéssel mértük ki. Ennek folyamán kimértük a tényleges hegesztéskor folyó áramértékeket üresjárásban, valamint 1-4 mm-es lemezzvastagságok esetén (természetesen csak az erős fröcskölés fellépéséig). Az áramforrás teljesítményét mérési pontonként 5 osztásértékkal növeltük az 1-es pontról indulva mivel értelem szerűen a 0 álláshoz a 0 áramérték tartozik, így nem folyik áram.

Az így kapott adatokat kiértékeltek és statisztikai görbéket illesztettünk mellyel megkaptuk az áramforrás által ténylegesen leadott áram - beállított érték karakterisztikát. Ezen grafikonok, nomogramok alapján, a különböző lemezzvastagságokra meghatározható az adott gépbeállításához tartozó ténylegesen a munkadarabon átfolyó áram nagysága. Ennek további gyakorlati haszna a későbbiekben az Anyagtudomány és Technológia tanszék által oktatott Fémek Technológiája, illetve Hegesztés c. tárgyak gyakorlati leiratai, valamint az oktatók által használt segédletek pontosításában is megjelenik majd. Dolgozatunk továbbá magába foglalja a gép által kifejtett záróerő alakulását a pneumatikus rendszer bemenő tápnyomásának függvényében. Tárgyaljuk továbbá a hegesztési idő (0-99 periódus közt állítható) és az áram alakulásának viszonyát is.

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.

Auszténites hőcserélő csövek károsodás analízise **(Analysis of austenite exchanger tubes damage)**

Kemény Dávid Miklós BSc
kemenydauid@gmail.com

Konzulensek: Dr. Fábián Enikő Réka, adjunktus, Anyagtudomány és Technológia Tanszék

Dr. Berecz Tibor, adjunktus, Anyagtudomány és Technológia Tanszék

Mindennapi életünk elengedhetetlen kelléke a villamos energia. A technológia folyamatos fejlődéséhez nagy mennyiségű, de ugyanakkor alacsony költségű energia szükséges. Az atomenergia az egyik legkedvezőbb energiaforrás, hiszen felhasználása során környezeti szennyezés nem lép fel s az energia előállítás költsége nagyon kedvező a felhasználók számára.

A Paksi Atomerőmű blokkjai nyomott vizes elven működnek, melyen belül három részt különítünk el. A primer, szekunder és terciér kört. A primer körben játszódik le a szabályozott nukleáris láncreakció, melynél a fővízkör a keletkező hőmennyiség felvételét és átadását végzi a nem radioaktív szekunder körnek. Ez a gőzfejlesztőkben lévő hőcserélő csövek segítségével valósul meg, mely során száraz telített gőz képződik a turbinák üzemeléséhez.

A vizsgálatom a gőzfejlesztők hőcserélő csöveit érinti. A hőcserélő csövek háromszög elrendezésűek, s maguk a cső végek robbantásos technológiával lettek rögzítve a kollektorokban, melyeket körbe hegesztettek. Az adott berendezés üzemi körülmények között nagy nyomáson, magas hőmérsékleten és radioaktív közegben üzemel. Ezért az atomerőmű hosszú üzemelése során károsodások léphetnek fel. A rendszer igénybevételei a tömegáramból adódó koptató hatás, átmeneti hegesztett kötések meghibásodása, a szekunder oldalon magnetit lerakódások s az ebből következő korróziós hatás. A károsodások mértékét anyagminták segítségével határozom meg. Általános károsodás a kopás, lyukkorrózió illetve a hegesztési varratok tönkremenetele. A kis átmérőjű csövek illetve a háromszög elrendezés miatt a felgyorsuló energiahordozó közeg koptató hatása igen jelentős. Erre fokozottan figyelni kell, hiszen a primer kör energiahordozója átkerülhet a nem radioaktív szekunder körbe. A fennálló probléma egyik megoldása a hibás hőcserélő csövek lezárása hegesztés technológiával. Illetve annak hatását vizsgálom, hogy a hegesztési varratok tönkremenetele esetén a károsodást mennyire befolyásolja a formáló gázok megléte vagy éppen annak hiánya. A vizsgálatok során optikai metallográfiát, mikrokeménységmérést, pásztázó elektronmikroszkópot, korróziós tesztek (ASTM G48) szobahőmérsékleten és emelt hőmérsékleten, illetve mágneses vizsgálatot alkalmazok.



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

ÁRAMLÁSTAN

Helyszín: AE épület Áramlástan Tanszék 1. emeleti Mérlegterem
Időpont: 2016. november 17. 8:30
Elnök: Dr. Paál György, egyetemi docens
Titkár: Dr. Kristóf Gergely, egyetemi docens
Tagok: Dr. Istók Balázs, adjunktus
Dr. Kullmann László, címzetes egyetemi tanár

8:30 Kalmár Csanád

Szivattyú-csővezeték rendszer rezgésfelügyelete

Konzulens: Dr. Hegedűs Ferenc, adjunktus

8:50 Tózsér Eszter

Axiálventilátor zajforrásainak vizsgálata különböző üzemállapotokban

Konzulensek: Benedek Tamás, tanársegéd

9:10 Sándor Levente

Egyszerűsített járműáramlástanai modell nyitott kerékháza körüli áramlási struktúrák elemzése numerikus szimuláció használatával

Konzulensek: Nagy László, tudományos segédmunkatárs

9:30 Fenyvesi Bence

Vortex áramlásmérő nemlineáris viselkedésének vizsgálata

Konzulensek: Dr. Horváth Csaba, adjunktus

9:50 Huzsvár Tamás

UV csöves víztisztító berendezés optimalizációja globális és lokális optimumkereső algoritmusok kombinációjának segítségével

Konzulens: Dr. Hős Csaba, egyetemi docens

10:10 Csippa Benjamin

Másodlagos áramlások szerepe agyi aneurizmák kialakulási folyamatában

Konzulensek: Dr. Paál György, egyetemi docens
Dr. Závodszy Gábor, adjunktus

SZÜNET

10:50 Kádár Fanni

Nyomáshatároló szelep zárótestére ható erő kísérleti vizsgálata

Konzulens: Erdődi István, doktorandusz

11:10 Sárosi Kristóf Ádám

Hátsó szárny optimalizálása Adjoint módszerrel különböző mellékfeltételek használatával

Konzulens: Csippa Benjamin, tanszéki mérnök

11:30 Tokaji Kristóf

Akusztikailag átlátszó cső

Konzulens: Dr. Horváth Csaba, adjunktus

11:50 Csippa Benjamin

UV reaktor folyamatainak laboratóriumi és numerikus vizsgálata

Konzulens: Dr. Hős Csaba, egyetemi docens

12:10 Nagy Nóra Mária

Új átcsapó nyelves orgonasíp-konstrukció hangkeltésének modellezése

Konzulens: Dr. Rucz Péter, tudományos segédmunkatárs

Szivattyú-csővezeték rendszer rezgésfelügyelete (Vibration monitoring of a pump-pipeline system)

Kalmár Csanád MSc
kalmarc@gmail.com

Konzulens: Dr. Hegedűs Ferenc, adjunktus, Hidrodinamikai Rendszerek Tanszék

Az örvényszivattyúk mind az iparban, mind a háztartásokban a forgógépek egyik legszélesebb körben használt csoportja. Elég csak az ivóvíz- illetve fűtésszolgáltatásra, vagy a különböző ipari folyamatok folyadékcsállítására gondolnunk. A nagymértékű felhasználás miatt elengedhetetlen az örvényszivattyúk üzemének folyamatos, széleskörű felügyelete egyszerű és jól meghatározott körülmények között. Ez a dolgozat egy ilyen módszer kidolgozásával foglalkozik.

Az iparban legtöbbször két módszert használnak szivattyúk működésének vizsgálatára: mechanikai rezgéseket detektálnak a szivattyúházra szerelt rezgésmérő segítségével, illetve a szivattyú által kibocsátott akusztikai zajt elemzik. Viszont ritkán foglalkoznak nyomásjelek vizsgálatával, ami egy szivattyú működésének talán legfontosabb üzemi paramétere. Jelen esetben egy BNS 25/48 típusú radiális átömlésű örvényszivattyú nyomócsonkjára szerelt nyomástávadó jelét vizsgáljuk különböző fordulatszámokon és térfogatáramokon. Célunk, hogy a nyomásjelet különböző módszerekkel vizsgálva összefüggést kapjunk a szivattyú működési paramétereire (térfogatáram, fordulatszám, hatásfok, stb.) és a nyomásjel bizonyos tulajdonságai között.

A mérés során az említett szivattyú egy tartályból vizet keringet egy csővezetékben, melynek ellenállása tolózárral állítható. A térfogatáramot átfolyó mérőperemmel, a szivattyú bevezetett teljesítményét mérlegmotorral mérjük. A szivattyú nyomócsonkján 9600 Hz-es mintavételezési frekvenciával, 16 s-ig veszünk nyomásjelet, melyet különböző módszerekkel vizsgálunk.

Nagy frekvenciás időjelek elemzésére leggyakrabban a Fourier-transzformációt alkalmazzák. Az amplitúdó-spektrum vizsgálatával lehetőség adódik számos mechanikai, üzemeltetési, illetve áramlástan jelenség detektálására és nyomon követésére. Az azonos fordulatszámon, különböző munkapontokban felvett spektrumokat egy 3D-s diagramban ábrázolva kapjuk az ún. vízesés-diagramot, melynek elemzésével szintén sok, a szivattyú üzemével kapcsolatos információhoz juthatunk.

A spektrum csúcaiból következtetni lehet a hajtó motor és a szivattyú tengelyének excentricitására, szöghibára, kiegyensúlyozatlanságra, stb. A munkapont változtatásával járó hatásfok csökkenés/növekedés is könnyen észlelhető külön teljesítménymérésre alkalmas berendezés beépítése nélkül is, így a szivattyút a gazdaságos, jó hatásfokú pontban tudjuk üzemeltetni. Megfigyelhetők térfogatáramtól függő illetve nem függő csúcsok a spektrumban, valamint szétválaszthatóak a mechanikai és áramlástan eredetű nyomásingadozások.

A módszer alkalmazása igen hasznos lehet az ipari folyamatirányításban, valamint mérnöki diagnosztikában egyaránt. Számos előnyt élvez a gyakran használt rezgés illetve akusztikai módszerekhez képest, és könnyen jó hatásfokú, gazdaságos üzemet tesz lehetővé.

Axiálventilátor zajforrásainak vizsgálata különböző üzemállapotokban (Investigation of the noise sources of an axial flow fan at various operation points)

Tózsér Eszter MSc
eszt0413@gmail.com

Konzulens: Benedek Tamás, tanársegéd, Áramlástan Tanszék

Az axiális átömlésű ventilátorokat mind az ipar, mind az épületgépészet széles körben alkalmazza. Ezek a berendezések sok esetben emberek vagy állatok közelében használatosak, ezért fontos az általuk keltett zaj vizsgálata és a zajkibocsátás mértékére vonatkozó szigorú előírások [1] érvényesítése.

Egy ventilátor által kibocsátott zaj lehet mechanikai eredetű (például kiegyensúlyozatlanság, hanyag szerelés stb. következtében), azonban a zajforrások döntő többsége az áramlásból származik. Ezek között megkülönböztetünk forgási, turbulens, egymásra hatás okozta, és lapáthoz köthető zajokat. [2]

A zajforrások helyének meghatározására alkalmas módszer a mikrofontömbös mérés technika [3], amely során a vizsgált berendezéstől bizonyos távolságban, megfelelő geometriában elrendezett mikrofonokat helyeznek el, majd ezekkel szinkronizáltan mintavételeznek. A kiértékeléskor a nyalábformálás módszerével kapott zajtérképek alapján már beazonosíthatók a kritikus, fejlesztendő területek. Mivel az áramlási eredetű zajok egy része a lapáthoz köthető, ezek vizsgálata esetén a nyalábformálást célszerű a járókerékkel együtt forgó koordináta-rendszerből elvégezni. Erre kifejlesztett eszköz az általam is használt ROSI (Rotating Source Identifier) nyalábformáló algoritmus [4].

Már korábban kimutatták, hogy beszívó tölcser alkalmazása axiális ventilátorok esetén csökkenti a keletkező zajokat és növeli a berendezés hatásfokát [5]. Méréseim során három különböző geometriájú tölcser hatását vizsgáltam a tölcser nélküli kialakításon túl, minden esetben három különböző fordulatszám (1400; 950; 700 RPM). Az eredmények kiértékelése során a lapátózáshoz köthető zajforrások közül a szívott oldali határréteggel és a lapátcsúcsnál kialakuló résáramlással foglalkoztam részletesen.

Irodalom:

- [1] 1. Directive 2003/10/EC of the European Parliament and of the Council of 6 February 2003 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (noise), 2003.
- [2] Dr. Gruber J. et al: Ventilátorok. Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1974.
- [3] L. Koop: Beamforming methods in microphone array measurements theory, practice and limitations. Lecture Series 2007-01, von Karman Institute for Fluid Dynamics, 2006.
- [4] P. Sijtsma, S. Oerlemans, H. Holthuisen: Location of rotating sources by phased array measurements. 7th AIAA/CEAS Aeroacoustics Conference, Maastricht, The Netherlands, 2001.
- [5] W. Stütz: Untersuchungen zu der Wechselwirkung zwischen Einlaufdüse und Axialventilator. VDI Berichte Nr. 1249, 1996.

Egyszerűsített járműáramlási modell nyitott kerékháza körüli áramlási struktúrák elemzése numerikus szimuláció használatával

(Flow structure analysis in a bluff vehicle body's open wheelhouse using numerical simulation)

Sándor Levente MSc
sandorleventegabor@gmail.com

Konzulens: Nagy László, tudományos segédmunkatárs, Áramlástan Tanszék

A dolgozat a BME Áramlástan Tanszéken végzett járműáramlási kutatások folytatásaként az Ahmed-féle testen létrejövő áramlási folyamatok további vizsgálatát célozza meg. Ezen test egy széles körben elfogadott próbatest, amely sok CFD kód validálásának alapja volt, mivel jelentős mérési adatbázis jött létre az évek során. A korábbi szerzők megállapításait figyelembe véve, a nyitott kerékházban történő erősen turbulens folyamatokra fókuszál jelen TDK dolgozat, amelynek megértése a menetstabilitás, a sárosodás és a légellenállás csökkentésének megértése szempontjából fontos, amely egy jármű üzemanyag fogyasztását is befolyásolja.

A kezdeti numerikus vizsgálatok során Réger és Lajos úgynevezett Fabijanic-modellt alkalmaztak egy pár kerék és nyitott kerékház beillesztésével és az irodalomban elfogadott Q-kritériummal igyekeztek a lehetséges örvényeket detektálni és azok hatását vizsgálni. Később Réger és Schwarczkopf elsőként két pár keréssel felszerelt Ahmed geometriáján végzett hasonló CFD vizsgálatokat, de itt a kerékház geometria és légellenállás kapcsolatát elemezték, kevésbé fókuszálva a részletes örvénystruktúrára. Az Ahmed-modell nyitott kerékháza körüli áramkép és örvénystruktúra részletes vizsgálatára Gulyás és szerzőtársai PIV szélcsatorna méréseket végeztek az Áramlástan Tanszék, Kármán Tódor Szélcsatorna Laboratóriumában és a brüsszeli Von Karman Institute-ban. A mérés során alkalmazott 2D PIV rendszer csak diszkrét síkokban tette lehetővé a mérés elvégzését, amely nagyban befolyásolja az örvénydetektálás pontosságát.

Jelen dolgozat célja, a korábban Réger és Lajos Fabijanic-modell esetében alkalmazott vizsgálati irányelvek alkalmazása az Ahmed-modell első nyitott kerékháza körül keletkező örvénystruktúrák pontos beazonosítása érdekében. Az OpenFoam CFD szoftverben elvégzett részletes időfüggő URANS szimulációk segítséget adnak, annak az eldöntésben, hogy a korábban diszkrét pozíciókban mért PIV eredmények alapján detektált örvények megfelelőek-e, illetve lehetővé teszik az örvények minél pontosabb időbeli viselkedésének a leírását, amelyet az időátlagolt PIV mérési eredmények nem kellő pontossággal és részletességgel szolgáltatnak. A dolgozatban bemutatott örvénystruktúrák jelenlegi ismerete jelentős segítséget nyújthatnak a később a jelenlegi geometrián tervezett LES szimulációk elvégzéséhez, melyek a remények szerint az örvények még pontosabb ismeretét teszi majd lehetővé.

Vortex áramlásmérő nemlineáris viselkedésének vizsgálata **(Investigation on the nonlinear behavior of a vortex flow meter)**

Fenyvesi Bence MSc
fenyvesi.bence.4@gmail.com

Konzulensek: Dr. Horváth Csaba, adjunktus, Áramlástan Tanszék

Az örvényhagyó elven működő vortex áramlásmérők széles körben alkalmazhatóak cseppfolyós, illetve gáz/gőz közegek térfogatáram-méréséhez. A műszer áramlástechnikai elve alapján amennyiben egy testet olyan áramlásba helyezünk, amelynek jellemző Reynolds-száma egy adott tartományon belül esik, a testről Kármán-féle örvénysor úszik le. Ebben a Reynolds-szám tartományban a Strouhal-szám állandóságát feltételezve az örvények leválási frekvenciája arányos a közeg sebességével, ezáltal pedig a térfogatárammal is.

A módszer kritikus pontja a Strouhal-szám értékének változékonysága a vizsgált Reynolds-szám tartományon. Ideális esetben – a Strouhal-szám Reynolds-szám függetlensége esetén – tökéletesen lineáris karakterisztikájú áramlásmérő műszer lenne kialakítható, amely az örvényleválás frekvenciájával teljes mértékben arányos térfogatáram-adatot szolgáltatna a mérési tartomány egészén.

Vizsgálataim motivációja, hogy egy ipari vortex áramlásmérő kalibrációs esettanulmányán keresztül elvégezzem a műszer nemlineáris viselkedésének kritikai elemzését, és ezáltal feltárjam a Strouhal-szám Reynolds-szám függésének részleteit. Ezen vizsgálatok elvégzéséhez egy – a rendelkezésemre álló mérőműszer kalibrálására alkalmas – berendezést terveztem, amelyet a tervek alapján megépítettem. Mivel a Kármán-féle örvénysor leválása egy meghatározott Reynolds-szám tartományban való vizsgálathoz kötött, a műszer gyártója által megadott mérési tartomány betartása különösen fontos szempont. Emellett a vizsgált nemlinearitás kicsiny volta miatt erősen indokolt, hogy egy-egy mérési beállítást stabilan tartson a rendszer, beleértve a hőmérséklet és a térfogatáram pontos állíthatóságát, illetve azok állandó értéken tartását is, ezáltal csökkentve a kalibrálási módszer hibáját.

A kalibrációs mérések elvégzése után a megszerzett mérési adatokat részletesen kiértékeltem, azokat témába vágó szakirodalmi adatokkal összevettem. A mérési eredményekből kiindulva felmértem, hogy az instabilitások – bár az előzetes feltevésemnek megfelelően kismértékűek – valóban jelen vannak a folyamatban. A jelenség más oldalról való megközelítése, illetve az instabilitások pontosabb megértése érdekében a rendelkezésre álló geometriai adatok felhasználásával kiegészítő numerikus áramlástan vizsgálatokat is végeztem az áramlásmérő modelljén.

E vizsgálatok hozzájárulnak más olyan jelenségek mélyebb megértéséhez is, melyekben az örvényleválás kulcsszerepet játszik. Ilyen jelenség a ventilátor-lapátok, szárnymetszetek örvényszaja. E témakör az Áramlástan Tanszék egy aktuális kutatási területe, mely szerint a lapátvégeken keletkező örvényszaj frekvenciáját befolyásolhatja a szárnymetszetre jellemző Strouhal-szám – Reynolds-szám kapcsolat.

UV csöves víztisztító berendezés optimalizációja globális és lokális optimumkereső algoritmusok kombinációjának segítségével

(UV reactor optimisation with the fusion of a local and a global optimisation algorithm)

Huzsvár Tamás BSc
huzsvar.tamas@gmail.com

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

Napjainkban az UV csöves vízfertőtlenítő berendezések iránti kereslet egyre inkább növekszik. Ezen berendezések nagy előnye, hogy a víz kórokozó-mentesítéséhez nem szükséges egyéb vegyi anyagok beadagolása. A készülék UV tartományban sugárzó fénycsövek segítségével csírátlanítja a kezelendő vizet. Annak érdekében, hogy a részecskéknél legyen ideje megkapni az egészségügyileg meghatározott 40 W/m^2 -es dózist, az áramlást egy diffúzor segítségével lelassítjuk. A jelenleg beépített berendezések azonban nagymértékben túlméretezettek, mert az intenzitás eloszlás meghatározása az áramlási térben és ebből kifolyólag az átlagos dózis meghatározása nehézkes feladat, többek között a sugárzás nemlineáris elnyelődése és az áramvonalak gyakran bonyolult geometriája miatt.

A munkámban egy ilyen UV csöves berendezés geometriai optimalizációját végzem egy heurisztikus globális kereső és egy gradiens alapú lokális kereső ötvöztetésével. A két algoritmus ötvöztetése azért bizonyult célszerűnek, mert így lehetőség nyílt mindkét módszer pozitív tulajdonságainak kihasználására. A gradiens alapú módszerek kis számítás igényűek, gyorsan konvergálnak, viszont a lokális minimumhelyekre fokozottan érzékenyek. A heurisztikus algoritmusok ezzel ellentétben, lassan konvergálnak, nagy számítás igényűek, viszont szinte egyáltalán nem érzékenyek a lokális minimum helyekre. Az általam alkalmazott heurisztikus kereső a differenciális evolúciós algoritmus, a gradiens alapú kereső pedig a konjugált gradiens módszer. A két módszer fúziója által egy olyan algoritmust készítettem, ami kis mértékben érzékeny a lokális minimum helyekre, mégis konvergenciája gyors és megbízható. Ez nagy mértékben javított a módszer tesztelhetőségén. Emellett a futtatási időszükséglet csökkentésének érdekében a készülék valódi áramvonalai, közelítő függvény által generált áramvonalakkal kerültek helyettesítésre. Törekvéseim célja egy olyan matematikai modell elkészítése, ami a berendezés működését hűen leírja és ezáltal az optimalizáció célfüggvényeként szolgál, és emiatt lehetővé teszi az UV csöves berendezések csökkiosztásának optimalizációját. Mivel ezeket a berendezéseket nagyipari környezetben használják leginkább, ezért már kis mértékű hatékonyságnövelés is komoly energiafelhasználás-csökkenést eredményez.

Irodalom:

- [1] Storn R and Price K, Differential Evolution - A simple and efficient adaptive scheme for global optimization over continuous spaces, 1997.

Másodlagos áramlások szerepe agyi aneurizmák kialakulási folyamatában **(Effect of secondary flows in the initiation process of intracranial aneurysms)**

Csippa Benjamin MSc
bcsippa@hds.bme.hu

Konzulensek: Dr. Paál György, egyetemi docens, Hidrodinamikai Rendszerek Tanszék
Dr. Závodszy Gábor, adjunktus, Hidrodinamikai Rendszerek Tanszék

Intrakraniális aneurizmák kialakulását nagyban befolyásolja a véráramlás dinamikája. A közelmúltban több kutató is foglalkozott a témával, amelyhez numerikus áramlástanai módszereket alkalmaztak. Az esetek többségében olyan hemodinamikai jellemzőket vizsgáltak, mint fal csúsztató feszültség (WSS), fal csúsztató feszültség gradiens (WSSG) vagy az OSI (oscillatory shear index). Ezek mindegyike olyan jellemző, aminek számításához szükség van a lokális fal normális irányokra, azonban az orvosi felvételek relatív pontatlansága és az azt követő szegmentálás és szubjektív felületsimítás miatt találhatunk az irodalomba egymásnak ellentmondó eredményeket is. A kutatás fő célja az oldalfal-aneurizmák kialakulásának mélyebb megismerése és olyan hemodinamikai jellemző keresése, amely hatással lehet az aneurizma kialakulásának folyamatára és nem függ a fal normális irányoktól.

Az orvosi képalkotás 3D-DSA angiográfiával készült. Ezt követően a szegmentálást a VMTK programcsomag segítségével végeztük el, aminek a kimenete egy zajjal terhelt felületi háló. A továbbiakban a megfelelő numerikus háló felépítéséhez ezt a felületet simítani és egyszerűsíteni kell. A vizsgálatok elvégzéséhez szükség van az érszakasz aneurizma megjelenése előtti állapotára. Ezt felhasználva következtetéseket tudunk levonni a kialakulási folyamatról. Nagyon ritkák az olyan esetek, amikor az érszakasz betegség előtti és utáni felvételei is rendelkezésre állnak. Ezért a dolgozatban a már kialakult aneurizmáról készült felvételek alapján, ún. digitális rekonstrukcióval hoztam létre a betegség előtti állapotot. Az algoritmushoz előre definiált közép vonalak és az érszakasz Voronoi reprezentációja szükségesek.

A CFD (Computational Fluid Dynamics) számításokat ANSYS CFX kereskedelmi, véges térfogat módszerén alapuló megoldó segítségével végeztem el. A számításokat a nyílt forráskódú ParaView segítségével értékeltem ki.

Az eredmények alapján elmondható, hogy később kialakuló aneurizma helyén egy speciális helikális áramlás figyelhető meg. Mivel az áramlás sokkal kevésbé érzékeny a fal lokális geometriájára, ezért numerikusan robusztusabb előrejelzést ad, mint a fent említett, irodalomban elterjedt paraméterek.

Nyomáshatároló szelep zárótestére ható erő kísérleti vizsgálata

(Experimental investigation of the force acting on the disk of a pressure relief valve)

Kádár Fanni BSc
kadarfannigml@gmail.com

Konzulensek: Erdődi István, doktorandusz, Hidrodinamikai Rendszerek Tanszék

A Hidrodinamikai Rendszerek Tanszék több hallgatója és kutatója is foglalkozott már a nyomáshatároló szelepek stabilitásának vizsgálatával. Ezek a szelepek biztonsági funkciójuk miatt a nyomás alatt lévő rendszerek fontos, biztonságkritikus elemei. Megbízható, stabil működésük elengedhetetlen a rendszer megfelelő nyomásának fenntartása, elemeinek védelme érdekében. Korábbi mérései [1] és szimulációs [2] tapasztalatok alapján azonban a működésük során instabilitások léphetnek fel, melyek nagy mértékben csökkentik az általuk áteresztendő tömegáramot, ezzel lassítva a leeresztési folyamatot és veszélyeztetve a védett rendszert. Mindezek miatt fontos a stabil viselkedés határainak, feltételeinek ismerete, amihez azonban szükséges a szelep zárótestére ható erő ismerete. A tanszéken rendelkezésre állnak CFD szimulációs eredmények többféle zárótest geometriához is, levegő munkaközegű rendszerek esetén azonban mérési eredmények még nincsenek.

A munkám célja egy olyan mérőberendezés megtervezése és összeállítása volt, mellyel ezek a validációs mérések elvégezhetők. Ehhez jó alapot szolgáltatott egy, a Hidrodinamikai Rendszerek Tanszék laboratóriumában már rendelkezésre álló pneumatikus berendezés, melyen szeleprezgések témakörben történtek már vizsgálatok – a munkámhoz ezt a berendezést kellett átalakítanom úgy, hogy erőmérésre is alkalmas legyen. Korábbi, ipari körülmények között végzett mérési tapasztalatok alapján a zárótestre ható erő a nyitás mértékétől és a szelep előtt és mögött mért nyomás különbségétől függ, így a berendezésben ez a két paraméter állítható. A teljes rendszer egy kompresszorból, egy tartályból, egy egyenes csőszakaszból és a nyomáshatároló szelepből áll. A zárótest menetes kapcsolat segítségével rögzíthető a kívánt pozícióban, a tartálynyomás pedig kompresszor segítségével állítható. Az erőmérést nyúlásmérő bélyegek segítségével végeztem.

A kiértékelés során a hivatkozott folyóiratcikkekben effektív felület néven említett mennyiséget határoztam meg egy zárótest geometria mellett. Ez tulajdonképpen egy, csak a nyitástól függő felületfüggvény, melyet az aktuális nyomáskülönbséggel megszorozva megkaphatjuk a zárótestre ható erőt. Előnye, hogy nemcsak a szelep működését leíró differenciálegyenletekbe illeszthető bele kényelmesen, hanem – a fent leírt módszertan szerint – könnyen mérhető mennyiség is.

A mérési folyamat demonstrálására egy zárótest geometria mellett próbaméréseket végeztem, amelyekből kapott eredmények nagyságrendileg jó egyezést mutatnak a hasonló szeleptányérra vonatkozó szimulált értékekkel. Ez alapján elmondható, hogy a későbbiekben a berendezés felhasználható tetszőleges geometriák vizsgálatára, lévén a zárótest a szerkezetben könnyedén cserélhető.

Irodalom:

- [1] Aldeeb, A.A., Darby, R., Arndt, S.: The dynamic response of pressure relief valves in vapor or gas service. Part II: Experimental investigation. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, vol 31, 127-132 (2014)
- [2] Erdődi, I., Hős, C.: Effect of Disc Geometry on the Dynamic Stability of Direct Spring Operated Pressure Relief Valves, ECCOMAS 2016, Herszonisszos, 2016.

Hátsó szárny optimalizálása Adjoint módszerrel különböző mellékfeltételek használatával

(Adjoint optimization of a rear wing assembly on different constraints)

Sárosi Kristóf Ádám BSc
kristof.sarosi@gmail.com

Konzulensek: Csippa Benjamin, tanszéki mérnök, Hidrodinamikai Rendszerek Tanszék

A közelmúltban nagy igény mutatkozik az optimalizációs módszerek fejlesztésének és alkalmazásának irányába. A számítási teljesítmény növekedésével lehetőség nyílt arra, hogy gradiens alapú optimalizálási folyamatot alkalmazzunk az iteráción alapuló paramétervizsgálat helyett. Ezek egyike az adjungált módszer, amit az ANSYS programcsomag is alkalmaz a diszkrét leírás segítségével. Ezzel a modullal lehetőségünk van adott kimeneti paraméterek szerint optimalizálni a konstrukciót, így rengeteg időt tudunk megspórolni nagy paramétertartomány esetén. Leginkább a repülő- és az autóipar használja; a dolgozat egy Formula Student autó hátsó szárnyának véglapján alkalmazza a módszert.

Az adjungált-módszer használatához elengedhetetlen a megfelelő topológiájú háló, így strukturált hálót alkalmaztunk. Ezen elgondolással készített numerikus hálók csak egy adott geometriára érvényesek, a célunk azonban a geometria optimalizálása, amihez dinamikusan változó hálóstruktúrát kell előállítani.

A módszert előre meghatározott szárny-konfigurációkra alkalmazzuk, majd különböző sebességeken vizsgáljuk az optimális véglap geometriát. Szárnyak esetében nagy problémát jelentenek a szárnyvégi örvények, amit a nyomás kiegyenlítődés idéz elő. Ennek a hatásnak a csökkentésére született meg a szárnyvéglapok ötlete, ami gátolja a nyomott oldalról a szívott oldalra való átáramlást. Célunk az ellenálláserő csökkentése, valamint a leszorítóerő növelése az elem optimalizálásával.

Akusztikailag átlátszó cső **(Acoustically Transparent Duct)**

Tokaji Kristóf MSc
tokaji.kristof@gmail.com

Konzulensek: Dr. Horváth Csaba, adjunktus, Áramlástan Tanszék

Az iparban és a hétköznapi életben is széleskörűen alkalmazott légtechnikai eszköz a ventilátor. Így bármerre is fordulunk, körbe vesznek minket a mindennapjainkban. A mai modern társadalomban gyakran az egyik legfontosabb szempont az emberek kényelme, melyet zavar az egyre nagyobb méretű zajszennyezés, amelynek jelentős forrása a körülöttünk működő ventilátorok. Az alkalmazott forgógép gyakran csőrendszerben van elhelyezve, amely sajátos akusztikai tulajdonságokkal bír. A ventilátor akusztikai fejlesztéséhez és zajának csökkentéséhez ismerni kell a zaj jellemzőit és keletkezésének helyét. Erre alkalmas módszer a nyalábformálás, melyet mikrofontömb alkalmazásával lehet végrehajtani. A mikrofontömb csőbe való beépítése bonyolult, így alternatív megközelítést keresve, a csövön kívüli alkalmazásához egy akusztikailag átlátszó csövet terveztem.

A tervezésnél a legfontosabb követelmények az akusztikai áteresztés, az áramlástan zártság és a szerkezeti szilárdság. A mikrofontömb szakirodalmat tanulmányozva a jelenlegi alkalmazások nem bizonyultak ideálisnak. Így csőrendszerbe építhető hangtompító és általános akusztikai ismeretekre támaszkodva alakítottam ki a jelenlegi összeállítást. Az akusztikailag átlátszó cső vázát egy perforált cső alkotja, mely kis akusztikai tompítással rendelkezik és szilárdságilag biztosítja a megfelelő alakot. Az áramlástan zártságot egy kis akusztikai impedanciájú anyaggal oldottam meg. Az akusztikailag átlátszó cső alkalmazható kis nyomáskülönbségek, illetve nagyobb nyomáskülönbségek esetén is. Utóbbi esetben a bevonat egy folyékony gumiból felvitt réteg, amely rátapadva a csőre ellenáll a nagy nyomáskülönbségnek. Jelenlegi kutatásom tárgya a kis nyomások esetén alkalmazott stretch fólia bevonattal ellátott akusztikailag átlátszó cső. A stretch fólia csomagolóanyagként is alkalmazott rugalmas fólia, amely akusztikailag jó áteresztéssel rendelkezik és kis nyomáskülönbségek esetén megfelelően biztosítja az áramlástan zártságot.

A későbbi felhasználás érdekében fel kell térképezni az akusztikailag átlátszó cső hangáteresztő tulajdonságait. Különböző hangforrás (hossz- és sugármenti) és mikrofontömb (ránézési szög) elhelyezéssel meghatároztam az átviteli függvényt, amely információt ad az akusztikai tulajdonságokról. Továbbá megvizsgáltam a rendszer alkalmazhatóságát ventilátoros esettanulmányokon is, amely megerősítette, hogy megfelelő kalibráció után az akusztikailag átlátszó cső alkalmas valós mérések végrehajtására. A kiértékelésnél először a kapott spektrumokat vizsgálva hasonlítottam össze az eseteket, így meghatározva az ideális elhelyezkedés geometriáját, illetve a mérhető frekvencia intervallumot. A második kivizsgálás egy előtanulmány arra, hogy mennyire lehet beazonosítani a tényleges zajforrások helyét. Megvizsgáltam, hogy behatárolható-e, hogy egy adott frekvenciasávban a ventilátoron belül hol tapasztalható a legnagyobb zaj. Ebből következtetni lehet a zaj keletkezési helyére. Ez a módszer a későbbiekben lehetőséget biztosít a ventilátor zajának csökkentésére.

Ezen tanulmány kutatásom első évének részeredményeit foglalja össze. Az általam tervezett és összeállított akusztikailag átlátszó cső alkalmazható akusztikai vizsgálatokban, amelyek részét képezhetik a ventilátorok fejlesztési folyamatának.

UV reaktor folyamatainak laboratóriumi és numerikus vizsgálata

(Analysis on the processes of a UV reactor numerically and by laboratory measurements)

Csippa Benjamin MSc
bcsippa@hds.bme.hu

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

Az utóbbi évtizedekben megnőtt az érdeklődés az ipari méretű UV reaktorok fejlesztésére és telepítésére ami főként annak tudható be, hogy ezek az eszközök hatékonyan fertőtlenítik a „nyers” ivóvizet két a klór által nem fertőtleníthető baktériumtól (Gardia, Cryptosporidium). Ezen eszközök gyakorlatilag UV-lámpák sokaságából állnak, amik egy zárt áramoltató tartályban (nagyon kevés esetben nyitott) helyezkednek el. A kutatások fő iránya az említett lámpák együttes intenzitás eloszlásának megfelelő kiszámítása a reaktorban, mely numerikus áramlási számításokkal kiegészülve megfelelő az ilyen eszközök hatékonyságának vizsgálatára. Egy ilyen lámpa sugárzásának modellezése két részből áll. Az első a lámpa forrásának modellezése, mely az irodalomban egy igen jól kutatott téma. A második a fény sugárzás számítása melyhez általánosan a sugárzás transzport egyenletet (radiative transport equation - RTE) használják ami figyelembe veszi az fény abszorpcióját az anyagban (Beer-Lambert törvény), a reflexiót (visszaverődés), refrakciót (fénytörés) és szóródást (scattering).

Jelen dolgozatban egy egyszerűsített modell kerül bemutatásra, mely az irodalomban és fejlesztésben gyakran használt lámpa forrás modellt a vonal menti diffúz emissziós modellt (line source diffuse emission - LSDE) alkalmazza. Azonban a fény sugárzását egyszerűsítve csak a Beer-Lambert törvény alapján számítom, mely így nagyban felgyorsítja ennek a skalár térnek a számítását.

Továbbiakban a modell használhatóságának érdekében validációs vizsgálatokat végeztem. A módszert összehasonlítottam az általános RTE egyenlet által számolt eredményekkel melyhez az ANSYS Fluent-ben alkalmazott Discrete Ordinate (DO) módszert használtam. Ezen felül egy a Hidrodinamikai Rendszerek Tanszék laboratóriumába felépített mérő állomást használtam mely lehetővé teszi a sugárzéeloszlás mérését, amely alapján szintén összehasonlíthattam a modellem használhatóságát.

Új átcsapó nyelvcső orgonasíp-konstrukció hangkeltésének modellezése (Modeling the sound production of a novel organ pipe construction with free reed)

Nagy Nóra Mária BSc
nagy.noora.maria@gmail.com

**Konzulens: Dr. Rucz Péter, tudományos segédmunkatárs, Hálózati Rendszerek és
Szolgáltatások Tanszék**

Ismert tény, hogy a hagyományos orgonasípok hangereje játék közben nem változtatható, hiszen mindegyik síp egy adott névleges nyomásértékre van tervezve. Ezen nyomás megváltoztatása kihat az orgonasíp hangmagasságára valamint hangszínére is. Így – a zongorával ellentétben – a hangerősség nem változtatható a billentyűk lenyomásának erejével.

A probléma orvoslására egy német hangszerkészítő mester új konstrukciót hozott létre, melynek lényege, hogy a sípok különböző nyomás esetén képesek hangosabban vagy halkabban megszólalni, míg a hangmagasságuk állandó marad. Azonban, ahogy azt korábbi mérések kimutatták, az új sípok hangszíne továbbra is érzékeny a megfúvás nyomására. A konstrukció javításának érdekében először fel kell állítani a sípok hangkeltésének fizikai modelljét és össze kell azt hasonlítani a mérések eredményével.

Jelen dolgozat bemutatja az újfajta sípok hangkeltésének két különböző modell alapján történő szimulációját. A dolgozat először ismerteti az orgona különböző részeit és kétfajta orgonasíp (az ajak-, valamint a nyelvcső) hangkeltési mechanizmusát. Ezután az új konstrukció hangkeltésének modellezésébe ad betekintést. A dolgozat tanulmányozza továbbá a rezgő nyelvcső és rezonátorból létrehozott csatolt rendszer viselkedését, ahol a rezgő nyelv egy speciális, úgynevezett „átcsapó nyelv”, mely egy egyik végén befogott rúdként modellezhető. A rendszer működését két különböző elv felhasználásával modellezzük: először a modális szuperpozíció elvét felhasználva, a bemenő impedancia segítségével, majd a reflexiók függvény módszerével. A dolgozatot a szimulációs eredmények egymással, valamint a méréssel való összehasonlítása és értékelése zárja.



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

BIOMECHATRONIKA

Helyszín: D 423
Időpont: 2016. november 17. 8:30
Elnök: Dr. Huba Antal, c. egyetemi tanár
Titkár: Nagymáté Gergely
Tag: Dr. M. Csizmadia Béla, professor emeritus
Dr. Borbás Lajos, egyetemi docens

8:30 Dobos Dániel

Lovak sántaság vizsgálatára alkalmas eszköz fejlesztése, gyorsulásmérők használatával

Konzulens: Dr. Kiss Rita, egyetemi tanár

8:50 Kiss Bernadett

Vitorlázók egyensúlyozó képességének vizsgálata mozgáselemző rendszerrel

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

9:10 Pálya Zsófia

Lymphoedemás kezelés hatása a járásparaméterekre

Konzulens: Dr. Kiss Rita, egyetemi tanár

9:30 Jaksa László

Sebészeti szimulátorok tervezési irányelvei

Konzulens: Dr. Kiss Rita, egyetemi tanár

9:50 Dóczi Martin Olivér, Langó István

Középső harmadi alkartrőrést rögzítő implantátum és csavarjainak végelelemes vizsgálata

Konzulensek: Dr. Simonovics János, adjunktus
Dr. Zoltán Gergely, ortopéd-traumatológus rezidens

10:10 Dudás Eszter

Autóbelsőbe szerelhető lámpatest optimalizálása diffúz reflektor felhasználásával

Konzulensek: Urbin Ágnes, tanársegéd
Gombos Ákos, tanársegéd

Lovak sántaság vizsgálatára alkalmas eszköz fejlesztése, gyorsulásmérők használatával

(Developement of an accelerometer-based system for the detection of lameness in horses)

Dobos Dániel BSc
dobos.andras95@gmail.com

Konzulens: Dr. Kiss Rita egyetemi tanár MOGI Tanszék

A lovak mozgásának elemzése az optikai mozgáselemzések kiinduló pontja volt. Ez egy kisebb hanyatlás után a tudományos igényességű mozgáselemzése az elmúlt 30 évben ismét fejlődésnek indult a lovassportok, és a lovaglás népszerűsödésével együtt.

A lovak mozgása az egészségi állapotuk egyik megfelelő megjelenési formája, és az egyik legsúlyosabb tünet a sántaság. A sántaságot a mindennapi gyakorlatban az állattartók, állatorvosok szemmel állapítják meg, így csak a szemmel is jól detektálható elváltozások szűrhetők ki. A mozgáselemzés szerepe az, hogy a szemmel még nem detektálható elváltozásokat is rögzítse, numerikusan leírja, így a kezelés már a mozgásszervi elváltozás korai szakaszában megkezdhető.

A lovak tudományos vizsgálatára valamilyen optikai eszközt használnak, azonban ez a mindennapi életbe, helyigénye, költsége, bonyolultsága miatt nem használható. A gyorsulásmérő szenzorok alkalmazása a lovak mindennapi úgynevezett terepi mozgáselemzésének bevált formája. Nem igényel labor körülményeket, így a lovakat saját közegükben vizsgálhatjuk. Továbbá egyszerű és olcsó módot biztosítja az adatgyűjtést, aminek kiértékelését számítógép segítségével akár real-time végezhetjük.

A TDK dolgozat célja, egy nagy biztossággal használható, accelerométereken alapuló, sántaság vizsgálóeszköz és a mérési eredményeket feldolgozó szoftver fejlesztése, mely felhasználójának jelzi az aszimmetrikus mozgást, ami a sántaságra utal. A dolgozatban bemutatásra kerül az eszköz hardverének a tervezése, a szenzorok kalibrálása és hitelesítése. A kész mérőeszköz használhatóságát kis egyedszámú csoportokon kerül ellenőrzésre.

Vitorlázók egyensúlyozó képességének vizsgálata mozgáselemző rendszerrel (Examination of sailors' balancing capability with means of motion analysing system)

Kiss Bernadett BSc
bettgo95@gmail.com

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

A vitorlázás eredményességének egyik legfontosabb kérdése a megfelelő egyensúlyozás, ezen belül is a dinamikus egyensúlyozó képesség. A kutatás célja annak megállapítása, hogy vitorlázók esetében a szokásos statikus és dinamikus egyensúlyi vizsgálatok elvégezhetők-e, eredményeik értékelhetők-e.

A kutatásban 10 darab professzionális vitorlázót vontunk be (7 fiú/ 3 lány, átlagos életkor: 16 ± 1.9 év, átlagos testtömeg: $65,29 \pm 12,1$ kg, átlagos testmagasság $169,35 \pm 9,9$ cm). Az állásstabilitási vizsgálatok a BME Mechatronika, Optika és Gépészeti Informatika Tanszék Mozgáslaboratóriumában Zebris talpnyomás eloszlás mérő rendszerrel történtek, egy percig nyitott és csukott szemmel, valamint jobb- és bal lábon állva nyitott szemmel történő állás közben. Az ultrahang alapú hirtelen irányváltoztatási teszt 4 és 8 rugó alkalmazásával a PosturoMed nevű eszközön történt. A mérés lényege, hogy a vizsgált személy rugókkal felfüggesztett merev platformon áll, amelyet kitérítés után rögzítünk és hirtelen feloldunk. A lap mozgása csillapított szabad lengés, ahol a csillapítás a mérendő ember egyensúlyozó képessége. Zebris ultrahang alapú CMS 10 mozgásvizsgáló rendszerrel rögzített merev platform csillapított mozgásából a Lehr-féle csillapítási szám számolható, amely az egyensúlyozó képességet numerikusan jellemzi. Mindkét méréstípus közben a mérésben részt vevő emberek fejmozgását a laboratóriumban megtalálható Optitrack Motion Capture kamerarendszerrel rögzítettem.

Az irodalomból ismert számított paraméterek segítségével, statisztikai módszerekkel (párosított t-próba) leírható a vitorlázók egyensúlyozó képességének különbözősége a kontrollcsoporthoz viszonyítva. Vélhetően korreláció található a paraméterek és a vitorlázók eredményessége között. A kiértékelés során a fejmozgás egyensúlyozó képességet befolyásoló aspektusait is figyelembe veszem.

Az elsődleges eredmények azt mutatják, hogy a vitorlázók az összes, még a legnehezebb egyensúly vizsgálatokat is el tudták végezni. Az eredmények alapján feltételezhető, hogy a vitorlázók állásstabilitási és dinamikus egyensúlyozó képessége szignifikánsan jobb, mint a kontrollcsoporté.

Lymphoedemás kezelés hatása a járásparaméterekre (Lymphedema treatment's effect of gait parameters)

Pálya Zsófia BSc
palyazsofia@gmail.com

Konzulens: Dr. Kiss Rita egyetemi tanár, MOGI Tanszék

A lymphoedema (nyiroködéma) a nyirokrendszer nem megfelelő működésének következménye, amikor is a nyirok keringési zavarai miatt a szövetközi térbe fehérje dús folyadék lép ki és halmozódik fel. A nyirokerekből kilépő folyadék általában a test olyan helyein torlódik fel, ahol lazábbak a szövetek, pl.: végtagok és az ujjak. Ez a betegség érinti a mozgás szervrendszerünket, feltételezésünk szerint a járás képét és a járás szabályosságát is megváltoztatja.

A kutatásom célja hogy, az Országos Orvosi Rehabilitációs Intézetben végzett speciálisan kialakított lymphoedemás kezelés hatása hogyan változtatja meg a járásképet. A vizsgálatba 23 beteget vontunk be, akik a betegség különböző (II., III. és IV.) stádiumaiba tartoztak. A kezelés megkezdése előtt és után elvégzett egyszerűsített járásvizsgálat műszerezett futópadon, szabadon választott sebesség mellett történt. A mérések során az egyszerű kinematikai paramétereket (talpnyomás, lépéshossz, lépés szélesség, dőlésszög) a futópadhoz tartozó Zebris feldolgozó program segítségével határoztam meg. A beépített nyomásszenzorokból kapott eredményekből számítható a két oldali valamint az elő-, közép és a hátsóláb (sarok) nyomásértékei mellett a nyomásközéppont vonalának hossza.

Dolgozatomban, a mért adatokat párosított t-próbával hasonlítottam össze. A kapott eredményekből elmondható, hogy a nyiroködéma súlyossága befolyásolta a kezelés előtt mért adatokból számított járás kinematikai és kinetikai paramétereit. A kezelés hatására az egyes csoportokban javulás figyelhető meg. Összefoglalóan megállapítható, hogy a lymphoedema megváltoztatja a járás paramétereit, és a kezelés hatékonysága egyszerűsített járásvizsgálattal is jól követhető.

Sebészeti szimulátorok tervezési irányelvei (Design guidelines for surgical simulators)

Jaksa László BSc
jaksalaci@gmail.com

Konzulens: Dr. Kiss Rita egyetemi tanár, MOGI Tanszék

A dolgozat keretében áttekintésre kerül a laparoszkópos, illetve a robotsebészeti szimulátorok piacának jelenlegi helyzete, az elérhető termékek funkciói és árfekvése. Egy új fizikai szimulátor (box trainer) prototípussal végzett mérések eredményei alapján, az elérhető szakirodalmat, a piackutatási eredményeket, és egy másik, saját fejlesztésű prototípus konstrukcióját és potenciális üzleti modelljét figyelembe véve olyan tervezési irányelvek adódnak, melyek hozzájárulhatnak a sebészeti oktatást segítő prototípusok sikeres fejlesztéséhez. Az említett irányelvek a mechanikai kialakítást, a szoftveres tartalmat, a szabályzással szemben támasztott követelményeket, és a gazdasági jellegzetességeket részletezik.

.

Középső harmadi alkartrőrés rögzítő implantátum és csavarjainak végeleemes vizsgálata

(Finite element analysis of middle-third forearm fracture's fixing implant and screws)

Dóczy Martin Olivér BSc, Langó István BSc
doczimartin95@gmail.com, lango.istvan@gmail.com

Konzulensek: Dr. Simonovics János, adjunktus GT3 Tanszék,
Dr. Zoltán Gergely, ortopéd-traumatológus rezidens, Péterfy Kórház - Baleseti Központ

A törött végtagok gyógyításában napjainkban egyre inkább teret nyernek a konzervatív műtői technikákkal (begipszelés) szemben a belső csonttrőgzítések, vagyis a különféle implantátum lemezek. Az alkartrőrés esetén is ezeket részesítik manapság előnyben, hiszen a legtöbb alkartrőrés műtői úton állítják helyre, mert már kis csontillesztési eltérések is jelentősen rontják az alkar felépülés utáni használhatóságát.

Kutatásunkban felnőtt, középső harmadi alkartrőrés lemezes rögzítésének vizsgálatával foglalkoztunk, mert az alkartrőrés 80%-a ilyen alkartrőrés és 75%-ban a munkaképes korosztályt érinti [1]. A lemezes rögzítéseknel megkülönböztetünk hagyományos és szögstabil rendszereket aszerint, hogy a csontokon és az implantátumon átmenő csavarok miként vannak rögzítve. A szögstabil rögzítéseknek számos anatómiai és szilárdsági előnyük van, ezért nyugaton már egyre inkább ezt a módszert részesítik előnyben, viszont Magyarországon és a keleti régiókban még csak most kezd elterjedni a használata.

Dolgozatunkban a SolidWorks végelelem moduljában végzünk statikai szilárdsági végelelem számításokat arra vonatkozóan, hogy az implantátumok eltérő rögzítési rendszerek és csavarszámok mellett hogyan reagálnak egy olyan anatómiai kis terhelésre, mint például egy vizespalack megemelése, röviddel a műtét után.

Az eredmények kiértékelése után nyilatkozni tudunk, hogy melyik rögzítési rendszer kedvezőbb, illetve a csavarszám milyen mértékben befolyásolja az implantátum terhelhetőségét.

[1] <http://www.vitalitas.hu/?ctype=3&todo=bet&id=18&showbet=2796> 2016.09.25. 22:22

Autóbelsőbe szerelhető lámpatest optimalizálása diffúz reflektor felhasználásával

(Car indoor lamp optimization using a diffuse reflector)

Dudás Eszter MSc
dudas.exter@gmail.com

Konzulensek: Urbin Ágnes tanársegéd, MOGI Tanszék,
Gombos Ákos tanársegéd, MM Tanszék

A dolgozat célja egy kereskedelemben kapható, több autótípushoz használatos, azok belső terébe szerelhető lámpatest optikai optimalizálása, diffúz reflektor alkalmazásával. Az alkalmazott anyag a Furukawa Electric Vállalat által fejlesztett és gyártott mikrocelluláris polietilén tereftalát, rövid nevén MCPET.

Az optimalizálás során a lámpatest belsejében rendelkezésre álló helyre, a kívánt funkciót biztosítva tettem javaslatot az ezen anyagból gyártandó reflektor alakzatokra. A tervezéssel párhuzamosan, optikai szimulációk több körös alkalmazásával kiválasztásra került a legjobbnak ítélt reflektor alak. A szimulációk során a lámpatest által kisugárzott teljesítményt, illetve a kilépő fény homogenitását vizsgáltam. E két szempont szerint határoztam meg azt a legkedvezőbb alakot, amelyből prototípust készítettem.

A kiválasztott alakzat a rendelkezésre álló MCPET anyagvastagságának ismeretében mérethelyesen átalakításra került. A gyártáshoz kiválasztott kétoldali hőformázás technológiánál alkalmazandó szerszámfelek először virtuális környezetben, majd pedig 3d nyomtatás segítségével a valóságban is elkészültek.

A hőformázást, majd a kívánt méretre vágást követően a reflektor a lámpatestbe beépítésre került. A cég munkatársának segítségével elkészítettem egy demonstrációs eszközt, ami magába foglal két, azonos tápegységről, egyidőben is működtethető lámpát, melyek közül az egyik belsejében ott helyezkedik el a leggyártott reflektor. Azáltal, hogy azonos tápegységről működnek, elértük, hogy a mérési eredmények jól összehasonlíthatók legyenek.

Lux mérő alkalmazásával egy adott körív mentén megmértem a megvilágítás nagyságát, amely értékekből eloszlásgörbéket készítettem. Ezeket vetettem össze a szimulációk alapján készített eloszlásgörbékkel. A fény homogenitását fényképek illetve a szimuláció során a detektoron kialakuló képek vizuális összehasonlítása alapján vizsgáltam meg az eredeti illetve az optimalizált esetben.

Az elvégzett feladatok során kapott eredmények megmutatták, hogy az MCPET anyag alkalmazásával mind fényintenzitás, mind pedig homogenitás tekintetében javult a meglévő, megvásárolható lámpatest. Ez pedig a jövőben egy jó kiindulási alap lehet az anyag ilyen irányú felhasználását illetően.



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

ENERGETIKAI RENDSZEREK MODELLEZÉSE

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

Helyszín: Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék D218 terem

Időpont: 2015. november 17. 8:30

Elnök: Dr. Gróf Gyula, egyetemi docens

Titkár: Matejcsik Alexis, tanszéki mérnök

Tag: Dr. Sztankó Krisztián, egyetemi docens

Dr. Fülöp Tamás, adjunktus

8:30 Boguszlavszkij Gergely

Fűtőnyalábok hasznosítása diagnosztikai célra a JT-60SA tokamakon

Konzulensek: Dr. Pokol Gergő, egyetemi docens
Asztalos Örs, doktorandusz

8:50 Katona Adrienn

A szuperkritikus metán hőtani anomáliáinak vizsgálata

Konzulensek: Dr. Imre Attila, egyetemi tanár

9:10 Nagy Bálint

Biogáz üzemben keletkező hulladékhő helyben történő hasznosításának vizsgálata szárítóberendezés modellezésével

Konzulensek: Dr. Szentannai Pál, egyetemi docens
Molnár Szabolcs, főmérnök

9:30 Hajas Tamás

Guyer-Krumhansl hővezetés: kísérleti adatok kiértékelése és Taitel-paradoxon

Konzulensek: Dr. Ván Péter, tudományos munkatárs

9:50 Lovas Ádám

Nem-Fourier hővezetési egyenlet numerikus és kísérleti vizsgálata

Konzulensek: Kovács Róbert, doktorandusz

10:10 Welsz Ágnes

A SMOG-1 műhold hőáramhálózatos modellezése

Konzulensek: Józsa Viktor, tanársegéd,
Kovács Róbert, doktorandusz

10:30 Szünet

10:50 Petróczi Balázs

A SMOG-1 nanoműhold végelelemes hőtechnikai modellezése

Konzulensek: Józsa Viktor, tanársegéd

11:10 Urbán András

Egyszerű sugaras levegő segédközeges porlasztás cseppméret-eloszlásának vizsgálata

Konzulensek: Józsa Viktor, tanársegéd

11:30 Tóth Áron

Kétdimenziós gőzturbina lapátrács optimalizációja

Konzulensek: Józsa Viktor, tanársegéd

11:50 Novotni Gergely István

Lángstabilitás akusztikai vizsgálata

Konzulensek: Józsa Viktor, tanársegéd

12:10 Csemány Dávid

Tüzelőanyag cseppek előkeveréses égőben történő párolgásának modellezése konvektív hőátadás és hősugárzás figyelembevételével

Konzulensek: Józsa Viktor, tanársegéd

Fűtőnyalábok hasznosítása diagnosztikai célra a JT-60SA tokamakon (Heating beam utilization for diagnostic purpose on the JT-60SA tokamak)

Boguszlavszkij Gergely, BsC
bogugergo@gmail.com

Konzulensek: Dr. Pokol Gergő, egyetemi docens, Nukleáris Technika Tanszék
Asztalos Örs, doktorandusz, Nukleáris Technika Tanszék

A fúziós energiatermelés nagyon ígéretes a jövő energiamixe szempontjából, mivel minimális környezetkárosító hatása van, illetve az üzemanyag alacsony áron elérhető és szabályozható a folyamat. Számos kutatás hivatott elősegíteni ennek mihamarabbi megvalósulását.

A japán-európai együttműködés keretein belül épülő JT-60SA, egy szupravezető tokamak típusú berendezés, melyben a 100 millió °C-os plazma eléréséhez többek között nagy energiájú fűtőnyalábokat alkalmaznak. A berendezésre 26 db fűtőnyalábot terveznek. A legnagyobb energiájú 5 MW-os, az összes fűtési teljesítmény pedig 34 MW-ra tervezik. Ezeket a fűtőnyalábokat plazmadiagnosztikai kutatásra is lehet használni. Egy nagy energiájú nyalábot a plazmába löve, az fényt bocsát ki magából, melyet detektálni tudunk. Ennek segítségével mérni tudjuk a plazma sűrűségét és megfigyelni a benne fellépő turbulenciákat. Az nyalábemissziós spektroszkópia egyike azon kevés diagnosztikáknak melyek képesek vizsgálni ezeket. Dolgozatomban ezen diagnosztika megvalósíthatóságát vizsgáltam a JT-60SA tokamak fűtőnyalábjaiban.

Munkám során a RENATE (Rate Equation for Neutral Alkali beam TEchnique) szimulációs program segítségével meghatároztam optimális megfigyelési geometriákat és vizsgáltam a térbeli felbontást, illetve a detektált fénymennyiséget. Ezen geometriákra a SOS (Simulation of Spectra) szimulációs programot felhasználva megkaptam a kibocsátott fény spektrumát, mely alapján optimalizáltam optikai szűrőt a különböző spektrumokra, és ennek eredményeképp teljes körűen tudtam jellemezni a megfigyelési geometriát.

A szuperkritikus metán hőtani anomáliáinak vizsgálata **(The study of the thermophysical anomalies of methane)**

Katona Adrienn, BSc
kadri96@gmail.com

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

Magas nyomáson és hőmérsékleten, az adott anyag kritikus pontját elérve nem létezik külön folyadék- és gáz-fázis, helyettük az úgynevezett szuperkritikus fluid fázis jelenik meg. Hagyományosan a szuperkritikus régió határát élesen definiálják, minden állapotot szuperkritikusnak véve, ahol a hőmérséklet és nyomás is a kritikus értékek felett van. Valójában az anyagi tulajdonságok tekintetében nem látható semmilyen éles határ; a sűrűség lassan és folytonosan változik, amikor a szub-kritikus régióból a szuperkritikusba lépünk. A két, hagyományos határ között a sűrűség ugrás vagy törés nélkül, egy sima, úgynevezett szigma-függvény mentén változva jut el a folyadék-szerű sűrűség-értékektől a gáz-szerűekig, vagy fordítva. Így mondhatjuk azt, hogy bár a szuperkritikus régióban nem létezik folyadék-, vagy gőz-fázis, de vannak olyan részek, ahol az anyag folyadékszerű viselkedést mutat, míg van, ahol gáz-szerűt. Ez egy logikus felosztás lenne, de a helyzet nem ilyen egyszerű. A múlt század hetvenes éveitől kezdve egyre gyakrabban találtak olyan anomáliákat szuperkritikus fluidumoknál, amikor az anyag viselkedése sem a folyadékéhoz, sem a gőzéhez nem volt

hasonló. Például a szén-dioxid (amelynek kritikus hőmérséklete 304,2 K, azaz kb. 31 °C,

kritikus nyomása pedig 7,4 MPa) izoterm kompresszibilitása 7,5 MPa nyomáson nem egészen 2 K hőmérsékletnövekedés hatására a folyadék-szerűről kompresszibilitását háromszorosára, gázszűrőre változtatja. Ez eddig nem meglepő, de mindezt úgy teszi, hogy eközben a kompresszibilitás egy hatalmas maximumon, a kezdeti érték harmincszorosán (ami a végső érték tízszerese) megy át. Azaz egy nagyon keskeny hőmérséklet-tartományban a fluidum valami extra-kompresszibilis, „szupergáz”-szerű anyagként viselkedik. Hasonló jelenség látható más tulajdonságoknál is, mint pl. a fajhő, a hőtágulási együttható, a hangsebesség, stb. Ez a régiót (hőmérséklet-nyomás diagrammon egy görbült, nyíl-szerű tér-rész) pszeudokritikus, vagy Widom-regiónak nevezik. Mivel szuperkritikus fluidumokat már ipari szinten is sok helyen használnak, ezért a régióbeli tulajdonságok vizsgálata nagyon fontos.

A dolgozatban a szuperkritikus metán pszeudokritikus régió-beli tulajdonságait vizsgáljuk meg. Megállapítjuk az anomális régió p-T térbeli elhelyezkedését, megvizsgáljuk az anomáliák nagyságát és lecsengésüket. A metán vizsgálata két szempontból is igen fontos. Egyrészt – a megfelelő állapotok tétele szerint – a metán tulajdonságaiból, ha nem is pontosan, de következtethetünk a magasabb alkánok (etán, propán, bután, stb.) tulajdonságaira. Másrészt – és ez már közvetlen alkalmazhatóság – az egyre több területen használt üzemanyag-típus, a sűrített földgáz (CNG, Compressed Natural Gas), ami gyakran nagy tisztaságú 20-25 MPa nyomáson, viszonylag magas hőmérsékleten (azaz cseppfolyósítás nélkül) tárolt metán környezeti hőmérsékleten is mutatja ezeket az anomáliákat. A kutatásunk célja – a pszeudokritikus tulajdonságok leírása mellett az, hogy megállapítsuk, okozhat-e problémát valamely anomália a CNG felhasználásakor, különös tekintettel az expanziós és kompressziós fázisokra.

Biogáz üzemben keletkező hulladékhő helyben történő hasznosításának vizsgálata szárítóberendezés modellezésével
(Fuel mixing experiments in fluidized bed)

Nagy Bálint, BsC
cz.nagy.balint@gmail.com

Konzulensek: Dr. Szentannai Pál, egyetemi docens, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék
Molnár Szabolcs, főmérnök, Pöry Erőterv Zrt.

Napjaink energetikai törekvései között hangsúlyos szerepet kap az energiahatékonyság. Fontos, hogy a rendelkezésre álló energiahordozókat a lehető legmagasabb hatásfokkal alakítsuk át és használjuk fel, ezzel szolgálva a fenntarthatóságot, a környezetvédelmet és a gazdasági célokat. A tüzelőanyag-megtakarítást eredményező kapcsolt energiatermelést már jó ideje alkalmazzák, azonban a korszerű energetikai létesítmények egyre inkább a tri- és poligenerációs üzem felé fordulnak. A decentralizált energiatermelés egyre szélesebb elterjedése lehetővé teszi e rendszerek kiépítését, hiszen kisebb léptékben megvalósítható a villamos- és hőenergia termelése mellett egyéb termékek előállítása is, mint például hideg hő, sűrített levegő, tüzelőanyagok stb. A poligenerációs energetikai létesítmények emiatt magas hatékonysággal hasznosítják az energiaforrásokat.

Napjaink biogáz üzeimiben jellemzően helyben hasznosítják a megtermelt tüzelőanyagot gázmotorok segítségével. Az üzemek kapcsoltan állítanak elő hő- és villamos energiát. A villamos energia értékesítése az országos hálózatra csatlakozva könnyedén megoldható, azonban a hő elfogyasztásának lokálisan kell megtörténnie. A biogáz üzemek általában mezőgazdasági területen helyezkednek el, ahol a megtermelt hő hasznosítása fogyasztók hiányában nehézkes. A helyi épületek, állattartó telepek fűtését el tudják látni a gázmotorok, azonban éves szinten így is nagy mennyiségű hő kerül hasznosítatlanul a környezetbe.

A keletkező hulladékhő hasznosítására több lehetőség is adódhat a telephely elhelyezkedésétől, környezetétől függően. Dolgozatomban egy ilyen lehetőség kerül bemutatásra. Ennek során a keletkező hővel magas nedvességtartalmú szalmaszalmából mezőgazdasági melléktermékek (kukorica- és gabonaszár) kiszárítása, valamint abból jó minőségű megújuló tüzelőanyag előállítása történik. A helyben előállított, alacsony nedvességtartalmú bio-tüzelőanyag így újabb terméke lehet egy biogáz üzemnek, melynek köszönhetően poligenerációban hasznosítja a környező területek mezőgazdasági melléktermékeit és hulladékait.

Munkám során azt vizsgálom, hogy egy már meglévő biogáz üzemhez hogyan lehetne szalmaszalmából mezőgazdasági nyersanyagok szárítására alkalmas berendezést illeszteni, amely a fűtési időszakon kívül is hőfogyasztóként állna rendelkezésre a telephelyen. A technológiai koncepció felvázolása után a berendezésben lezajló száradási folyamatok modellezése és szimulációs vizsgálata segítségével kerül bemutatásra e fejlesztési lehetőség energetikai értékelése.

Guyer-Krumhansl hővezetés: kísérleti adatok kiértékelése és Taitel-paradoxon

(Guyer-Krumhansl heat conduction: evaluation of experimental data and Taitel paradox)

Hajas Tamás, BsC
hajas.tamas.1996@gmail.com

Konzulensek: Dr. Ván Péter, tudományos munkatárs, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

A dolgozatban a nem-Fourier hővezetés kísérleti kimutatásával kapcsolatos számításaimat mutatom be, illetve a Taitel-paradoxont vizsgáltam a Maxwell-Cattaneo-Vernotte-egyenletől általánosabb elméleti keretek között. A kísérletnél az EGR tanszéken végzett hőimpulzus mérések feldolgozásával megmutatom, hogy számos esetben szobahőmérsékletű heterogén anyagokban Guyer-Krumhansl típusú hővezetés figyelhető meg. A Taitel-paradoxont is ennek az egyenletnek numerikus megoldásával elemzem.

Nem-Fourier hővezetési egyenlet numerikus és kísérleti vizsgálata (Non-Fourier heat conduction experimental and numerical investigation)

Lovas Ádám, MSc
lovas.adam91@gmail.com

Konzulensek: Kovács Róbert, doktorandusz, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

A hővezetéssel kapcsolatos számítások kitüntetett fontosságúak olyan mérnöki feladatok során, ahol a vezető közeg nem homogén. Az ilyen számítások sarokköve a Fourier-egyenlet. A műszaki tudományterületek fejlődésével egyre kisebb és kisebb méretet, hőmérsékletet és időskálákat érünk el. Ez ahhoz a régóta ismert megfigyeléshez vezetett, miszerint ezen különlegesnek mondható körülmények esetén a klasszikus Fourier-egyenlet már nem szolgáltat helyes leírást a folyamatokra.

A nem-Fourier jelleget mutató hővezetést célzó kutatások azonban fény derítettek arra a megállapításra, hogy az előbb említett extrémnek mondható körülmények nem feltételei az eltérő viselkedésnek. Az anyagi inhomogenitás is okozhat ilyesfajta eltérést, akár szobahőmérsékleten is.

A dolgozat során több különböző, jellemzően inhomogén belső szerkezetű mintán végeztem hőimpulzus méréseket, amely az egyik legelfogadottabb eljárás a hőfokvezetési tényező meghatározására. A minták között szerepelnek különféle közetek, fémhab, alumínium-polisztirol kompozit és félvezető lapka is. A kapott eredményeket numerikus szimuláció segítségével értékeltük ki.

A nemegyensúlyi termodinamika elméleti hátteret biztosít a jelenség leírására és az anyagi viselkedés effektív modellezésére. A nem-Fourier viselkedést okozó hővezetési mechanizmus mélyebb megértésére végesem modellt állítottam fel.

A kutatás hosszú távú célja, hogy az elmélet által megjósolt nem-Fourier viselkedést a gyakorlatba is átültessük és a mérnöki problémák megoldásában is alkalmazhatóvá tegyük.

A SMOG-1 műhold hőáramhálózatos modellezése **(Heat flow network modelling of the SMOG-1 nanosatellite)**

Welsz Ágnes, BSc
welsz.agi94@gmail.com

Konzulensek: Kovács Róbert, doktorandusz, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék
Józsa Viktor, tanársegéd, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

Napjaink egyik legégetőbb globális problémája a környezetszennyezés és a felmelegedés, melynek jelentős okozói az emberi tevékenység által levegőbe juttatott káros anyagok és üvegházhatású gázok. Az Európai Unióban a kibocsátott szén-dioxid körülbelül egyötöde származik a közlekedési szektorból, és ez az egyedüli olyan jelentős szektor, ahol a kibocsátás mértéke a mai napig nő. A fenntarthatóság jegyében az Unió környezetpolitikai célkitűzései közé tartozik a tagállamok kibocsátás-csökkentése, amely megvalósításának egyik kiindulópontja lehet a fosszilis tüzelésű autók villamos autókkal való kiváltása. Az európai trendek alapján, hosszútávon Magyarországon is számolnunk kell azzal, hogy a villamos autók fontos részévé fognak válni a fenntartható közlekedésnek, így szükséges lesz egy megfelelő töltő infrastruktúra biztosítása is. Azonban a járművek töltésével újabb fogyasztó típus jelenik meg a hálózaton, amely növelni fogja az energiaigényt, módosítja a napi terhelési görbét, és ez hatással lesz a hálózati elemek terhelődésére is.

Dolgozatomban bemutattam a villamos autók töltési módjait, illetve azok hálózatra gyakorolt lehetséges hatásait. Többek között ilyen hatás az egyes hálózati elemek - kábelek, transzformátor - túlterhelése, vagy a szabvány alapján nem megfelelő feszültség szint, illetve aszimmetria. A továbbiakban a kisméretű hálózatra vett hatások elemzésére DIGSILENT Powerfactory programot használtam, melyben különböző hálózatrészeket képeztem le, és a megépült modellekben vizsgáltam az egyre jelentősebb villamos autó penetráció hatását. A különböző hálózatrészekben az eredményeket elemeztem, és eltérő típusú konstrukciók megoldásokat kerestem az esetlegesen felmerülő problémákra.

Végül, mivel a jelenleg hatályban lévő európai uniós rendelet alapján a parkolóhelyeken töltési lehetőséget kell biztosítani, azonban az ehhez szükséges új hálózati infrastruktúra kiépítése rendkívül költséges, így ennek biztosítására egy alternatív megoldást kutattam. Ezért megvizsgáltam annak lehetőségét, hogy a főváros a közvilágítási kábelhálózatának átalakításával alkalmas-e a rendeletben meghatározott parkolóhelyek töltési pontjainak ellátására.

A SMOG-1 nanoműhold végeseleemes hőtechnikai modellezése **(Thermal modelling of the SMOG-1 nanosatellite by finite element method)**

Petróczi Balázs, MSc
petroczi@freemail.hu

Konzulensek: Józsa Viktor, tanársegéd, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

A SMOG-1 egy miniatürizált úgynevezett „PocketQube” osztályú műhold, melyet a Műszaki egyetem Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan Tanszéke és az Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék fejleszt közösen. A műhold küldetése az elektromágneses sugárzás mérése alacsony földköri pályán a digitális TV adók sugárzásának (430-860 MHz) tartományában. A kisméretű műholdak egyik legnagyobb problémája az alacsony tömegükből adódó kis hőkapacitás. Emiatt a világűr viszonyosságainak kitett műhold és az abban található alkatrészek hőmérséklete igen tág korlátok között mozoghat és túllépheti az alkatrészekre megadott minimum és maximum hőmérsékleteket. Az én feladatom a műhold hőtani vizsgálata, termikus hőingadozásra érzékeny alkatrészek vizsgálata és tervezési javaslatok kidolgozása azok megfelelő hőmérsékleti korlátok között tartására.

A SMOG-1 befoglaló mérete egy 5 cm névleges oldalhosszúságú kocka és tömege nem haladhatja meg a 250 g-ot. A műhold alacsony földköri – körülbelül 600 km-es – napszinkron pályán fog keringeni. Így egy periódus 95 percig tart melynek 60%-a napos, 40%-a pedig Földárnyékba esik. A kocka energiaellátását a 6 oldalán található napelemek látják el, energiátárolásra pedig a műhold belsejében található akkumulátor szolgál. Hőtanilag a SMOG-1 akkumulátora a legkritikusabb, mert ahhoz hogy üzemeljen, a hőmérséklete nem csökkenhet 0 °C alá és nem mehet 45 °C fölé. A kicsiny belső hely és a működéshez szükséges áramkörök miatt nincs lehetőség aktív fűtés beépítésére, tehát elsősorban passzív hőszigetelés alkalmazható.

A numerikus hőtechnikai vizsgálatot Ansys szoftvercsomag segítségével végezzük. A műhold pályájának ismeretében meghatároztam egy periódusra vonatkozó beérkező hőáramokat. Felhasználva a meghatározott hőtani környezetet és a műhold geometriáját, fokozatosan felépítettem a műhold modelljét. Eleinte egyszerűbb modellel vizsgáltam a műhold hőmérséklet-ingadozását különböző szigetelések mellett. Egy lehetőség az akkumulátor egy nyáklap felületére rögzítése, de távtartók beépítése javasolt a hőingadozás mérséklése érdekében. Így különböző anyagú távtartók hatását vizsgáltam. Ezután kiválasztottam a megfelelő szigetelőfóliát illetve a távtartó anyagát és már a konkrét szigetelés ismeretében tovább vizsgáltam a műholdat a modell és az anyagjellemzők pontosításával. Ezek mellett sor került a műhold termo-vákuumos mérésére amihez validációs számítást készítettem.

Egyszerű sugaras levegő segédközeges porlasztás cseppméret-eloszlásának vizsgálata

(Investigation of droplet size distribution of plain-jet airblast atomization)

Urbán András, MSc
u.andras07@gmail.com

Konzulensek: Józsa Viktor, tanársegéd, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

A mérnöki gyakorlatban széles körben találkozunk levegő segédközeges porlasztással. Ezt a porlasztó típust előszeretettel alkalmazzák az ipari tüzelőberendezéseken kívül a kohászatban, de előfordulnak gyógyszeripari alkalmazások is [1]. A porlasztás anyag-, energia-, és impulzusátadással jár, ami jelenleg nem becsülhető megfelelően sem analitikusan, sem numerikusan. Ebből kifolyólag a leghatékonyabban mérési eredmények alapján tudjuk becsülni a porlasztmány tulajdonságait. A szakirodalomban leggyakrabban a Fázis Doppler Anemométert alkalmazzák ilyen célra, valamint a jelenlegi vizsgálat is e segítségével készült.

A cseppképződés bonyolultságát jól érzékelteti, hogy a szakirodalomban egy permet Sauter középátmérőjének (SMD) becslésére csak empirikus és félempirikus formulák állnak ma is rendelkezésre [2]. Mivel az általunk vizsgált porlasztó fő alkalmazási területe az energetika, így egy megfelelően deklarált eloszlásfüggvény hasznos lehet a tüzelési folyamatok elemzése során. Az itt jelenlévő legkisebb cseppek a gyulladást segítik elő, míg a legnagyobb méretű cseppek a lassú párolgási folyamatuk végett a károsanyagkibocsátást növelik [3]. A jelenleg rendelkezésre álló szakirodalmi háttéranyagok a vonatkozó eloszlásfüggvényekkel kapcsolatosan igen szűkösek. Léteznek ugyan publikációk, melyekben foglalkoznak eloszlásfüggvényekkel, azonban azok viselkedése az üzemi paraméterek függvényében nem egyértelmű. Az eloszlásfüggvények vizsgálata mellett lehetőség van más módszerekkel történő elemzésre is (például Maximális Entrópia és DPF eljárások), azonban ezek kiforratlansága és hátrányai miatt jelenlegi alkalmazásuk bizonytalan, azonban a későbbiekben alternatívát nyújthatnak az alkalmazott módszerek körében.

Így tehát, az előbbi megállapításokból kifolyólag a porlasztási eredmények alapján érdemes volt elemzés alá vetni a képletekben szereplő dimenziótlan számok permetképződésre gyakorolt hatását is, amelyből további megállapításokat tehetünk. A korábbi eredményekre alapozva és azokat felhasználva célszerűnek tartottuk a reprezentatív cseppméretek eloszlásának széleskörű vizsgálatát, amely választ adhat számos, eddig megválaszolatlanul maradt kérdésre [4]. Ezen vizsgálati metódus során több mint 20 lehetséges eloszlásfüggvényt vizsgáltunk meg, azonban megfelelő illeszkedést csak néhány mutatott. Fontos megjegyezni, hogy bár az SMD egy megfelelő reprezentatív mérőszáma a permetben lévő cseppek jellemzésére, ugyanakkor figyelemmel kell lennünk az eltérő méretű cseppek gyakoriságára is. Így az előzőekben bemutatott vizsgálati metódus segítségével többek között bemeneti adatokat biztosíthatunk a porlasztás modellezésével foglalkozóknak és a tüzeléstechnika területén dolgozó tervezőmérnököknek.

Kétdimenziós gőzturbina lapátrács optimalizációja **(Optimization of two dimensional steam turbine blade grid)**

Tóth Áron, MSc
aron.toth92@gmail.com

Konzulensek: Józsa Viktor, tanársegéd, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

A megújuló energiaforrások térnyerésének ellenére is a világ villamos energia igényének túlnyomó hányadát gőzturbinák biztosítják. Emellett az ipari létesítmények jelentős része alkalmazza ezt a hőerőgépet költségcsökkentés céljából. A modern gőzturbinák hatásfokának javításában már néhány század százalékos javulás is figyelemre méltó eredménynek tekinthető, így komoly műszaki és gazdasági potenciált jelent a gőzturbinák optimalizációja. A lapátrács hatásfokát elsősorban a geometriája befolyásolja, ezért dolgozatomban a geometriai változtatások adott gőzparaméterekre vonatkoztatott hatását vizsgáltam.

A gőzturbina lapátok tervezése hatalmas fejlődésen ment keresztül az első gépek üzembe állása óta. Eleinte vékony, hosszú profilokat használtak az 1900-as évektől kezdve az 1940-50-es évekig, majd a technológia fejlődésével egyre vastagabb, robosztusabb konstrukciókat alkalmaztak. Az 1990-es években az egyenes lapátokat felváltották a térben elcsavart lapátok. A lapáttervezés módszereit három nagy korszakra tudjuk sorolni. Az első korszakra jellemző volt – számítógépes erőforrások hiányában – az áramlástani számításokon és kísérleti alapokon nyugvó tervezés. A második korszakra a számítógépes, kétdimenziós tervezés volt jellemző, míg a harmadik korszakban, napjainkban, a fejlett numerikus áramlástani szoftverek eredményeit használják fel az összetett geometriák létrehozásához. A neves turbinalapát gyártó cégek ellenére még mindig hagyomány alapján végzik a 3D-s lapáttervezést, mivel ezek kellően általános optimalizációja a jelentős erőforrásigény miatt nem lehetséges.

Dolgozatomban 2D-s lapátprofilot szimuláltam Ansys szoftverkörnyezet segítségével. A geometriai paraméterek változtatását a program beépített genetikusan algoritmust felhasználó optimalizációs modul segítségével végeztem el. Ez lehetőséget biztosít, hogy gyorsabban meghatározzuk az ideális konstrukciót, mintha minden lehetőséget végig néznénk.

A lapátgeometriát az iparban és a kutatás-fejlesztés területén is Bézier-görbék használatával definiálják. Dolgozatomban ettől eltérően, különböző sugarú, egymással tangenciális körívekből építettem fel a geometriát, melynek köszönhetően a paraméterek könnyebben változtathatók, átláthatók. Az optimalizációs modul a sugarak változtatva hozott létre új geometriákat.

A munkám során törekedtem az adott körülmények között legjobb siklószámmal rendelkező konstrukció megtalálására. Így a fokozat axiális terhelése relatíve csökken ugyanahhoz a kerületi teljesítményhez képest, mely végeredményben a gép belső hatásfokát növeli.

Lángstabilitás akusztikai vizsgálata **(Acoustic investigation of flame instability)**

Novotni Gergely István, MSc
novigeri93@gmail.com

Konzulensek: Józsa Viktor, tanársegéd, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

Napjainkban az egyik vezető törekvés az energiatermelő berendezések által kibocsátott károsanyagok mérséklése. Tüzelőberendezések esetén a nagyobb légfelesleggel való tüzelés alacsonyabb kibocsátással bír. A diffúz láng nem képes biztosítani az emissziós követelményeket, ezért mára az ilyen berendezések kiszorultak a gyakorlatból, valamint a meglévőket is átállították légfelesleggel való tüzelésre. Ez a változtatás azonban növelte az akusztikai eredetű égési instabilitások veszélyét, melyek amellet, hogy instabillá tehetik a tüzelést, adott esetben az égőtér tönkremenetelét is eredményezhetik.

A dolgozatban egy gázturbina égővel foglalkozom, mellyel szabad térben dízelolajat tüzeltünk. Állandó porlasztási nyomás mellett a levegő tömegáramát növelve vizsgáltuk a láng stabilitását és eközben mikrofonnal felvettük a láng zaját. A hangfájlok feldolgozása során megvizsgálom, hogy az egyes lángstabilitási fázisokban (egyenes-, bistabil- és stabil V alakú láng) milyen jelleget mutat az egyenértékű hangnyomásszint. Később Fourier-transzformáció segítségével spektrális elemzést is végzek, hogy a zaj összetételéről is jobb képet kapjak. A cél az, hogy jellemző mintázatokat figyeljek meg az egyes stabilitási fázisok esetén. Ennek eredményeképpen jobban megismerhetjük a turbulens lángok zaját, valamint annak hatását az égésre, így előrébb mozdítva a láng stabilitását fejlesztő kutatásokat. A mérés stacionárius tüzelés mellett valósult meg, így az eredmények is ilyen lángokra érvényesek. Tehát a gyakorlati alkalmazások pl.: kazánok, tüzelőberendezések, kemencék, gázturbinák.

Ugyan már korábban is foglalkoztak az égés zajával, de főleg a rakétatechnikában. A mindennapibb használatra szánt gázturbinákhoz tartozó lángakusztikai kutatások csupán néhány évtizedes múlttra tekintenek vissza. Minden egyes égőtér más és más, külön vizsgálatot igényel. Jelen esetben szabad térben való tüzelést vizsgálunk. Így alapvetőbb, általánosabb eredményekre és következtetésekre is juthatunk magával az égési folyamattal és annak akusztikai jellemzőivel kapcsolatban, mivel egy adott égőtérben annak akusztikájára szuperponálódnak az egyes égők üzemi viszonyai.

Tüzelőanyag cseppek előkeveréses égőben történő párolgásának modellezése konvektív hőátadás és hősugárzás figyelembevételével

(Fuel droplet modeling in a lean premixed prevaporized burner considering the convective and radiation effects)

Csemány Dávid, MSc
csemany.david@gmail.com

Konzulensek: Józsa Viktor, tanársegéd, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

Korunk egyik igen jelentős kutatási területe a tüzeléstechnikában a hőerőgépeinkben alkalmazott különböző folyékony tüzelőanyagok párolgása, a lejátszódó folyamatok mélyebb megértése és leírása megfelelő matematikai eszközökkel. Ennek hatására számos modell került kidolgozásra, melyek CFD kódokba is implementálhatók. Azonban az említett modellek egy része gyakran rendkívül számításigényes és nem feltétlenül szolgáltatnak sokkal pontosabb eredményt, mint az egyszerűbb eljárások. A feladat megoldása során alkalmazott D2-törvény gyakorlati szempontból jól használható a folyadékcseppek párolgási idejének meghatározására, mely a tüzelési folyamatok fontos paramétere. A modell azonban számos egyszerűsítést tartalmaz, így bizonyos esetekben a megoldás túlságosan konzervatív. A dolgozatban ezt a meglévő, általam már korábban használt számítási módszert egészítettem ki.

A korábban felépített modell alapvetően elhanyagolja a láng és a cseppek közötti sugárzásos kölcsönhatást, valamint feltételezi, hogy az egyedi csepp nyugalomban van. A valóságban azonban egy előkeveréses égő esetében intenzív a cseppek besugárzása, valamint a cseppek és az azokkal kölcsönhatásba kerülő porlasztólevegő között sebességkülönbség lép fel, mivel a beporlasztott cseppek lassítják a levegő részecskéit, így a konvektív hatások is szerepet játszanak. Jelenleg a kidolgozás során a már meglévő egyenletek módosítására került a hangsúly. Törekedni kellett arra, hogy az újonnan beépített mechanizmusok hatására a meglévő eljárás alapvetően megőrizze a széles körű felhasználhatóságát, azonban a cseppek élettartamára minél pontosabb értéket szolgáltatasson. A modellt MS Excel, valamint MatLab környezetben építettem fel analitikus számítási módszerek felhasználásával. Mivel a korábbi modellben a cseppek irányába a hő vezetéssel jut el, így az elsődleges feladat a vizsgált térrészben az érkező hőáram megfelelő leírása volt. Validációs célból a megfelelő peremfeltételek adaptálásával összehasonlítást végeztem a szakirodalomban található további modellek, valamint mérések eredményeivel, így a módosításokkal ellátott számítási eljárást értékeltem.



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

ÉPÜLETGÉPÉSZET

Helyszín: Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszék D.126. előadó
Időpont: 2016. november 17. 9:00
Elnök: Dr. Kajtár László egyetemi docens
Titkár: Czétány László doktorandusz
Tagok: Dr. Molnár Orsolya adjunktus
Virág Zoltán ügyvezető, Duoplan Kft.

9:00 Burián Kristóf

Hővisszanyerők energiamegtakarításának vizsgálata

Konzulens: Dr. Kassai Miklós adjunktus

9:20 Polgár Eszter

Fogyasztói magatartás modellezése az épületgépészeti rendszerekben

Konzulens: Dr. Szánthó Zoltán egyetemi docens

9:40 Poleczky László

Forgódobos regeneratív hővisszanyerő berendezés hatásfokának vizsgálata különböző üzemeltetési körülmények esetén

Konzulens: Dr. Kassai Miklós adjunktus

10:00 Szünet

10:20 Váradi András

Lakóépületek használati melegvíz igényének matematikai leírása

Konzulensek: Dr. Garbai László professor emeritus
Jasper Andor tudományos segédmunkatárs

10:40 Bánhidi Tamás

Élőalanyos hőkomfort kísérletek

Konzulens: András Balázs doktorandusz

11:00 Sebesi Viktória

Hő- és anyagátadás víz párolgásánál

Konzulens: Dr. Poós Tibor adjunktus

Hővisszanyerők energiamegtakarításának vizsgálata

(Investigation the energy saved by air-to-air heat-and energy exchangers)

Burián Kristóf (Épületgépészeti és eljárás technikai gépészmérnök MSc)

kristof.burian@gmail.com

Konzulens: Dr. Kassai Miklós (ÉPGET)

A kutatási munkámban a szellőztető rendszerekben alkalmazott, különböző típusú hővisszanyerőkről készítettem energetikai összehasonlító tanulmányt és vizsgáltam az egyes típusok (csak hőátadásra alkalmas hővisszanyerők közül a lemezes keresztáramú-, a közvetítőközeget-, és a hőcsöves hővisszanyerő; hő- és nedvesség átadására is alkalmas hővisszanyerők közül a szorpciós és nem szorpciós anyagú töltettel rendelkező forgódobos hővisszanyerő) által megtakarítható éves energiamentiségeket. Az energetikai összehasonlító vizsgálatot három, különböző éghajlatú városra: Palermóra, mint, meleg éghajlatú városra; Krakkóra, mint mérsékelt és Helsinkire, mint hideg éghajlatú európai városokra végeztem el.

A kutatás során kapott eredményekből látható, hogy az energia megtakarítás mértéke és a tartani kívánt belső légállapot paraméterek biztosításához szükséges kiegészítő fűtés / hűtés energiafelhasználása a fűtési időszakban jelentősebb, mint hűtési időszakban, bár ez az arány a melegebb éghajlatú városok felé haladva egyre csökken. A legnagyobb mennyiségű energia megtakarítás így a leghidegebb klímájú városban, Helsinkiben érhető el, ezt követi Krakkó, míg a legalacsonyabb értékeket Palermóban kapjuk.

A hővisszanyerők közül a nedvesség átvitelére is alkalmas hővisszanyerőkkel érhetjük el a nagyobb mértékű megtakarítást. A legkedvezőbb számokat a szorpciós anyagú forgódobos hővisszanyerő mutatja: Helsinkiben 70,25%, Krakkóban 69,22%, Palermóban pedig 55,28%, a legkisebb értékeket pedig a hőcsöves hővisszanyerővel érhetjük el: Helsinkiben 18,22%, Krakkóban 17,6% és Palermóban 7,32%-a takarítható meg a felhasznált energiaszükségletnek.

A vizsgálat eredményei rámutatnak arra, hogy minél hidegebb éghajlatú városban alkalmazunk hővisszanyerős szellőztető berendezést, annál hamarabb térül meg egy beépített hővisszanyerő beruházási költsége. Mindemellett meg kell jegyezni, hogy a kutatási munka során kapott eredmények az adott éghajlatú városok külső légállapotának több év átlagértékei mellett érvényesek. Így egy adott klímaberendezés energetikai vizsgálatakor a fogyasztás során kapott tényleges értékek különböző mértékben eltérhetnek az itt kapott eredményektől, tekintettel arra, hogy a tényleges fogyasztás mértékét erősen befolyásolja az adott év külső légállapot viszonyai, illetve az adott berendezés beépítési körülményei.

Fogyasztói magatartás modellezése az épületgépészeti rendszerekben

(Occupant behavior modeling for HVAC systems)

Polgár Eszter (Energetikai mérnöki BSc) eszter024.gmail.com

Konzulens: Dr. Szánthó Zoltán (ÉPGET)

Napjainkban fontos szerepet játszik a fenntarthatóság, ezzel párhuzamosan az energiahatékonyság fogalma. Az energia jelentős hányadának végfelhasználói a lakó- és irodaépületek. Az ezredforduló óta a kutatási és fejlesztési tervek száma megnőtt az épületek energiafelhasználás-csökkentésének témájában. Az épület fizikai tulajdonságai, mint például a falszerkezet, üvegezés, elhelyezkedés, vagy tájolás jelentősen befolyásolják az energiafelhasználást, de a gyakorlat azt mutatja, gyakran szignifikáns a különbség van a tervezett és a tényleges felhasználás között.

Az energiafelhasználásra kiható fogyasztói magatartás, mint például a termosztát állítása a kényelemérzetnek megfelelően, világítás fel-, vagy lekapcsolása, árnyékolók állásának változtatása, helyváltoztatás épületen belül stb. kulcsfontosságú elemek az épület tényleges energiafelhasználásának előrejelzéséhez, optimalizálásához.

A fogyasztói magatartás energiafelhasználásra gyakorolt hatását már közel 40 éve kutatják, ekkor jelentek meg az első publikációk a témában. A 2000-es évek elején az energiahatékonyság jegyében kísérletet tettek a felhasználók szokásainak számszerűsítésére, modellek felállítására. Az idegen nyelvű szakirodalom mára több mint 300 publikációt tart számon „occupant behavior” témában, ezzel szemben magyar nyelvű cikkek, magyar szerzők nem szerepelnek az irodalomjegyzékben.

Dolgozatom fő célja tehát összefoglalni az eddigi kutatási eredményeket fogyasztói magatartás témában, valamint bemutatni, és összehasonlítani a már létező modellezési módszereket, amelyekkel megközelítőleg pontos előrejelzést lehet adni az épületek energiafogyasztására.

Forgódobos regeneratív hővisszanyerő berendezés hatásfokának vizsgálata különböző üzemeltetési körülmények esetén

(Investigation of the effectiveness of rotary energy recovery unit under different operational conditions)

Poleczky László (Gépészmérnöki BSc) mrgarryson@gmail.com

Konzulens: Dr. Kassai Miklós (ÉPGET)

A kutatás célja a regeneratív forgódobos hővisszanyerő berendezésekben lejátszódó légállapotváltozási folyamatok, és az üzemeltetési körülmények hatásfokra gyakorolt hatásának elemzése állandó térfogatáram mellett.

A dolgozat első felében a célom egy EVENTUS gyártmányú regeneratív forgódobos hővisszanyerő berendezés hatásfokának meghatározása kísérleti mérésekkel irányított üzemi körülmények mellett, valamint az így kapott értékek összevetése az irodalomban széles körben elfogadott, Simonson-Beasant numerikus modell segítségével szimulált értékekkel.

A dolgozat második felében a numerikus modell megfelelő illesztése és validálása után lehetőség nyílik a tanszéki laboratóriumi hővisszanyerő mérőállás által biztosítható mérési tartománynál szélesebb határok között is vizsgálni a hővisszanyerő hatásfokát, valamint az üzemeltetési paraméterek hatásfokra gyakorolt hatását.

A kutatási munkámban különböző éghajlatú városok több éves, nagyfelbontású időjárásadatait feldolgozva pontos becslést adok a hővisszanyerő berendezés átlagos éves hatásfokára, majd az így számított éves hatásfokok és a városok földrajzi helyzete közötti kapcsolatot vizsgálom.

Az így kapott adatokat felhasználva összehasonlítom a berendezés átlagos becsült éves hatásfokait eltérő üzemeltetési paraméterek mellett, különböző éghajlatokon.

Lakóépületek használati melegvíz igényének matematikai leírása (Calculating household's hot water demand)

Váradi András (Energetikai mérnöki BSc) varadi.andras.barnabas@gmail.com

Konzulensek: Jasper Andor (ÉPGET), Dr. Garbai László (ÉPGET)

Az eddig publikált külföldi szakirodalom nem foglalkozik a használati melegvíz és fűtési igények valószínűségi leírásával. A Németországban még ma is alkalmazott DIN 4708 szabvány determinisztikus alapon ad módszert a használati melegvíz igények számítására. Magyarországon e kérdéskörrel már az 1970-es években is foglalkoztak, és bevezetésre került a valószínűségelméleti megközelítés.

A mérésekből szerzett tapasztalatok azt mutatták, hogy a máskülönben tetszőleges lakásszámú fogyasztók csoportjára bármely napszakban, bármely időtartamú fogyasztás mennyisége és intenzitása véletlen jellegű és kiszámíthatatlan ingadozásokat mutat, ezért valószínűségi változóknak tekinthetők és valószínűségi-függvény-kapcsolatokkal írhatók le. Bármely időtartamú fogyasztás esetén a fogyasztást a sűrűség- és eloszlásfüggvénye jellemzi. Az eloszlásfüggvény általában normális jellegű, amit két paramétere, a várható érték és szórás meghatároz, amelyek mérésekkel állapíthatók meg. Bármely időtartamú használati melegvíz fogyasztás és -intenzitás esetében az ún. mértékadó értékekre vagyunk kíváncsiak. A mértékadó értékeket az jellemzi, hogy definíció szerint 95 vagy 99% megbízhatósággal számíthatunk arra, hogy azoknál nagyobb érték a vizsgált fogyasztási periódusban nem fordul elő. Bizonyítható, hogy a használati melegvíz fogyasztás paraméterei normális eloszlással írhatóak le.

Az előírt időtartamú HMV-fogyasztás várható értéke és szórása mérések alapján a matematikai statisztika eszközeivel határozható meg. Célszerű többfajta épületre, több lakásszámra elvégezni a méréseket, és a várható érték és szórás értékeit egységalakúra vonatkoztatni.

A használatimelegvíz-fogyasztás mértékadó értékeinek valószínűség-elméleti alapokon történő meghatározásának módszertanát Garbai László és Lakatos Tibor dolgozta ki, majd ezt követően Szánthó Zoltán is foglalkozott a kérdéskörrel.

A különböző időtartamú, mértékadó használatimelegvíz-fogyasztások intenzitásának diagramjait, illetve számítóképleteit a német DIN 4708, valamint a magyar MSZ 09-85.0004-86 szabványok foglalják össze. A magyar szabvány az 1980-as években a méretlen melegvíz fogyasztások statisztikájának alapján készült. Az abban közölt értékek és képletek alkalmazása ma már nem javasolható, mivel jelentősen nagyobb fogyasztási értékeket adnak, mint ami ma mért fogyasztások alapulvételével a valóságban adódik.

Az eddigi statikus modellek helyett, illetve azok továbbfejlesztésére kísérletet teszek a sztochasztikus folyamatok elmélet alkalmazására a fogyasztás dinamikájának leírására. Dolgozatomban a Budapesti Távhőszolgáltató Zrt. 2004 és 2005 években méret adatait dolgozom fel a valószínűségelméleti megközelítésben, és ezek felhasználásával létrehozok egy 99% megbízhatósági szinttel rendelkező számítóképletet.

Élőalanyos hőkomfort kísérletek

(Human thermal comfort experiments)

Bánhidi Tamás (Épületgépészeti és eljárás technikai gépészmérnök MSc)
bluefox93@gmail.com

Konzulens: András Balázs (ÉPGET)

A megfelelő produktivitás és az egészséges belső környezet elérése érdekében elengedhetetlen az ideális hőkomfort.

Hosszabb emberi tartózkodásra alkalmas zárt terek méretezése egy optimumkeresés, melynek célja a komfortparaméterek minél magasabb szintű biztosítása a lehető legkisebb energiabevittel.

A PMV (Predicted Mean Vote) matematikai modell az egyik leggyakrabban használt hőkomfortot leíró modell, mely mérési eredményekre és a hőegyensúlyi alapegyenletre épül. A PMV modell hiányossága a lokális diszkomfort paraméterek együttes hatásának figyelembevétele.

Dolgozatom célja:

- Különböző paramétercsoportok előállása esetén az emberek hőérzetének vizsgálata élőalanyos kísérletekkel;
- A kísérletek eredményeinek energetikai vizsgálata.

Kulcsszavak: élőalanyos kísérletek, hőkomfort, energetika

Hő- és anyagátadás víz párolgásánál

(Heat and mass transfer during water evaporation)

Sebesi Viktória (Energetikai mérnöki BSc) sebesi,viki@gmail.com

Konzulens: Dr. Poós Tibor (ÉPGET)

Folyadékfelszín felett gázt áramoltatva a két közeg határán diffúzió jön létre a koncentráció-határrétegben, melyet a koncentráció-gradiens és az anyagátadási tényező határoz meg. A párolgás során a vízgőz a víz felszínéről diffundál a gázba, a fordított irányú diffúzió elhanyagolható.

Párolgás során egyszerre valósul meg hő- és anyagátadás. Kritériális egyenleteket felhasználva különböző áramlási állapotokra, a folyadékfelszín és a levegő közötti hőátadási tényező meghatározható. Hő- és anyagátadás analógiájával, bizonyos feltételek mellett a hőátadási tényezőtől az anyagátadási tényező számítható. A számított értékek összehasonlíthatóak a mérési eredményekből kapottakkal.

A mérések során különböző áramlási és hőmérsékletviszonyok között vizsgáltam a párolgás jelenségét. Számos mérést végeztem, mellyel bővítettem a már korábban a Tanszéken megállapított, a párolgás sebességét leíró dimenziótlan összefüggések értelmezési tartományát. A későbbi mérési eredmények kiértékeléséhez egy alkalmazást fejlesztettem ki.

[1] E. Sartori: A critical review on equations employed for the calculation of the evaporation rate from free water surface. Solar Energy 68 (1), pp. 77-89, 1999.

[2] M. M. Shah: Improves method for calculating evaporation from indoor water pools. Energy and Buildings 49, 2012, pp. 306-309



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

ÉPÜLETGÉPÉSZET ÉS GÉPÉSZETI ELJÁRÁSTECHNIKA

Helyszín: Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszék Stokes Labor, D. Csarnok
Időpont: 2016. november 17. 9:00
Elnök: Dr. Szánthó Zoltán egyetemi docens
Titkár: Horváth Miklós doktorandusz
Tagok: Dr. Örvös Mária egyetemi docens
Nagy Gyula elnök; MMK Épületgépészeti Tagozat

9:00 Böttger Eszter

Érintőleges légvezetési rendszer légmozgásának méréses elemzése

Konzulens: Both Balázs tanársegéd

9:20 Zsigmond Zalán

Transzport analógiák vizsgálata kéttetes csököteges hőcserélőben

Konzulens: Dr. Molnár Orsolya adjunktus

9:40 Tóbel Kitti

Szén-dioxid leválasztás aminos és ammóniás abszorpcióval

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

10:00 Szünet

10:20 Czírok Zsolt

Szén-dioxid visszakeveredés vizsgálata forgódobos hővisszanyerőben

Konzulensek: Dr. Kassai Miklós adjunktus

10:40 Szamosi Attila

Szuperkritikus szén-dioxid a textiltisztításban

Konzulens: Dr. Poós Tibor adjunktus

11:00 Dobos Viktor

Huzathatás és aszimmetrikus sugárzás műszeres mérése

Konzulens: András Balázs doktorandusz

Érintőleges légvezetési rendszer légmozgásának méréses elemzése **(Analysis of measurement of air movement in tangential air supply system)**

Böttger Eszter (Épületgépészeti és eljárástechnikai gépészmérnök MSc)
bottger.eszti@gmail.com

Konzulens: Both Balázs (ÉPGET)

Az épületgépészeti gyakorlatban a megfelelő komfortérzet biztosítása egyre nagyobb szerepet kap a tervezés és üzemeltetés során. Éppen ezért a komfortelméleti kutatások az elmúlt évtizedekben egyre nagyobb szerepet kapnak. A tanulmányok egyik leggyakoribb témája a hő – és huzatérzet vizsgálata. Napjainkban a gépi szellőzés alkalmazása egyre általánosabb. A kellemes közérzet eléréséhez elengedhetetlen a megfelelően kialakított légtechnikai rendszer. A légvezetési rendszer típusa véleményem szerint hatással van a szellőzés jellemzőinek kialakulására. A különböző légvezetési rendszerek által létrehozott áramkép befolyással van annak alkalmazhatóságra. A gépi szellőztetés egyik legkritikusabb pontja a huzathatás, amelyet már tervezéskor szükséges figyelembe venni.

Az általam is vizsgált érintőleges légvezetési rendszer egyre szélesebb körű alkalmazására láthattunk példát az elmúlt évek során. A résbefúvóból belépő levegő a határoló felületekkel párhuzamosan mozog. Az érintőleges légvezetési rendszerben kialakuló áramkép és a szellőzés hatásosságát ezelőtt kevesen vizsgálták, így az alkalmazhatóságáról viszonylag kevés információ áll rendelkezésünkre. Dolgozatomban a szellőzés paramétereit vizsgálom a befúvás Reynolds-száma, valamint a résbefúvó beépítési távolságának vizsgálatát. A szakirodalom alapján úgy gondolom, ezen két jellemző változása hatással van a kialakuló áramképre. A vizsgálataimat méréses módszerrel végeztem, izotermikus befúvással, állandósult állapotban. Céloom a befúvási Reynolds-szám, valamint a résbefúvó beépítési távolságának hatását vizsgálni a szellőztetett térben kialakuló sebesség és turbulencia fok eloszlására, amely a Fanger-féle huzat komfort modell két fő mennyisége.

Transzport analógiák vizsgálata kéttetes csőköteges hőcserélőben

(Transport analogies in shell and tube heat exchanger)

Zsigmond Zalán (Energetikai mérnöki BSc) zsigmond06@gmail.com

Konzulens: Dr. Molnár Orsolya (ÉPGET)

A vegyiparban szinte minden eljárásnál valamely extenzív állapotjelző áramával találkozhatunk, legyen az anyag-, hő-, vagy impulzusátadás. Ezen transzportfolyamatok általában nem elszigetelten, hanem egy időben, szimultán játszódnak le. Számos kutatás eredményeképpen bebizonyosodott, hogy a fenti három transzportfolyamatot hasonló egyenletekkel lehet leírni, mely alapján az átadási tényezők között matematikai kapcsolat írható fel. A transzportelméletben ezt nevezik analógiáknak. Sok nagy nevű kutató dolgozott az analógiák kidolgozásán (pl. Osborne Reynolds, Ludwig Prandtl, Kármán Tódor), és egyre pontosabb egyenleteket sikerült felállítani az átadási tényezők számítására. Ezek a mérnöki gyakorlatban olyan esetekben hasznosak, ahol csak az egyik transzport folyamatról vannak ismereteink és ebből kell következtetni a másikra.

Jelen dolgozat célja a hő- és impulzus átadás közötti kapcsolat elemzése, az analógiák elméleti hátterének részletes bemutatása az egyszerűbbektől az összetettebb modellekig. Ismertetem az egyes analógiák alkalmazásának határait, és bemutatok olyan megvalósult projekteket, melyeknél transzport analógiák egyenleteit használták fel az adott probléma megoldásához (cukornádszirup áramlási jellemzőinek meghatározása, lemezes hőcserélő optimalizálása a Chilton-Colburn analógia felhasználásával).

A hő- és impulzusátadás közötti kapcsolat vizsgálata céljából méréseket végeztem a tanszéki laboratóriumban található kéttetes csőköteges hőcserélő mérőállomáson. Az adatokat egy korábbi mérőállomáson végzett mérés eredményeivel is összevettem.

Számításaimnak három célja volt:

- A mérési eredményekből meghatározott csőoldali hőátadási tényezőt összevettem a különböző analógiák segítségével kapott hőátadási tényező értékével, és kiválasztottam közülük a legpontosabbnak bizonyulót. Mivel mindegyik analógia nagyon érzékeny a csősúrlódási tényező értékére, így erre vonatkozóan is többféle modellt vizsgáltam.
- A kiválasztott analógia érvényességét feltételezve meghatároztam a köpeny oldali hőátadási tényezőt abban az esetben, amikor mind a cső- és köpenyoldalon érzékelhető hőátadás történik, így méréssel nem egyszerű a hőátadási tényezők meghatározása.
- Végezetül pedig annak keresem az okát, hogy a jelen hőcserélő kialakítás esetén a kondenzátorban miért csökken a mért csőoldali Nusselt-szám a Reynolds-szám növelésével. A hőcserélő hasznos hőátadó felületének elméleti csökkentésével próbáltam modellezni a folyamatot, hogy az eredmények a nagyobb Re számok esetében is jól kövessék az analógiát.
- Végezetül a kapott eredmények alapján javaslatot tettem a hőcserélő átépítésére.

Szén-dioxid leválasztás aminos és ammóniás abszorpcióval (Carbon dioxide capture by chemical absorption)

Tóbel Kitti (Energetikai mérnöki BSc) kittycico@gmail.com

Konzulens: Dr. Láng Péter (ÉPGET), Hégely László (ÉPGET)

Manapság a globális felmelegedés az egyik legégetőbb kérdés a környezeti problémák terén. A klímaváltozás az üvegházhatású gázok kibocsátásának tulajdonítható, ezek közül is kiemelkedő a légkörbe bocsátott CO₂ tartalom. Emiatt egyre szükségesebbé vált a szén-dioxid leválasztási eljárások fejlesztése, illetve elterjesztése a fosszilis tüzelőanyagú erőművek körében.

Napjainkban az egyik legjelentősebb szén-dioxid leválasztó eljárás az abszorpció (fizikai, kémiai), melyről egyre pontosabb modellek készíthetők a különböző folyamatszimulátorokkal. A kémiai abszorpció lényege, hogy a szén-dioxidot, olyan szolvenssel érintkeztetik, amelynek szén-dioxid elnyelő képessége nagy, viszont alacsony kötési energiával kapcsolódik a megkötött gázhoz. Jelenleg az egyik leggyakrabban alkalmazott abszorbens a monoetanolamin (MEA) vizes oldata. Nagy leválasztási hatásfok biztosítható vele, viszont hátránya az oldószerregenerálás magas energiaigénye. A másik jelentősebb, jelenleg is vizsgált eljárás a hűtött ammóniás leválasztás.

Munkám célja e két rendszer tanulmányozása és összehasonlítása. Dolgozatomban először elkészítettem a MEA-s leválasztó rendszer CHEMCAD modelljét, mellyel reprodukáltam egy korábbi tanszéki munka eredményeit, így ezen adatok szolgáltak az összehasonlítás alapjául. A fázisegyensúlyi és entalpiaszámításokra a folyamatszimulátor AMINE csomagját alkalmaztam.

A hűtött ammóniás rendszer modellezésére is a CHEMCAD folyamatszimulátort használtam, melyre a program nem tartalmaz kész egyensúlyszámító csomagot. Az alkalmazott egyensúlyi modellt (Electrolyte NRTL) NH₃-CO₂-H₂O rendszerre közölt irodalmi mérési adatokkal validáltam. Megvizsgáltam a különböző műveleti paraméterek változtatásának hatását, illetve a különböző hővisszanyerési lehetőségeket is a rendszerben.

Felhasznált irodalom:

Anusha Kothandaraman: Carbon Dioxide Capture by Chemical Absorption: A Solvent Comparison Study, 2010. június, Massachusetts Institute of Technology

Dr. Gács Iván: Széndioxid leválasztás és eltárolás, 2012, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Detlef Stolten, Viktor Scherer: Efficient Carbon Capture for Coal Power Plants, 2011. június, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Boschstr. 12, 69469 Weinheim, Germany

Abhilash Menon and Markus Duss (Sulzer Chemtech Ltd.): Pushing the boundaries in process intensification, Sulzer Technical Review 2/2011 14-17. oldal

Guojie Qi, Shujuan Wang, Weiyang Lu, Jingwen Yu, Changhe Chen: Vapor-liquid equilibrium of CO₂ in NH₃-CO₂-SO₂-H₂O system, 2014. november, Fluid Phase Equilibria 386 47-55. oldal

Henrik Jilvero, Klaus-Joachim Jens, Fredrik Normann, Klas Andersson,

Maths Halstensen, Dag Eimer, Filip Johnsson: Equilibrium measurements of the NH₃-CO₂-H₂O system – measurement and evaluation of vapor-liquid equilibrium data at low temperatures, 2014. november, Fluid Phase Equilibria 385 237-247. oldal

Ashleigh Cousins, Leigh T. Wardhaugh, Paul H.M. Feron: Preliminary analysis of process flow sheet modifications for energy efficient CO₂ capture from flue gases using chemical absorption, 2011, Chemical Engineering Research and Design 89 1237-1251. oldal

Szén-dioxid visszakeveredés vizsgálata forgódobos hővisszanyerőben **(Investigation the carbon dioxide recirculation in rotary energy recovery unit)**

Czirok Zsolt (Épületgépészeti és eljárás technikai gépészmérnök MSc)
zsoltczirok@gmail.com

Konzulens: Dr. Kassai Miklós (ÉPGET)

A kutatás célja, hogy meghatározzuk a légkezelő központokban üzemelő új fejlesztésű, 3 angstrom molekulaszűrő szorpciós bevonattal rendelkező magas hatásfokú hő- és nedvességátvitelt biztosító EVENTUS gyártmányú rotációs hővisszanyerőn keresztül milyen mértékű az elszívott, elhasznált levegőből a szén-dioxid koncentráció visszakeveredése a befűjt friss levegő ágba, mely hatással lehet a kiszolgált tér belső levegő minőségére. A dolgozat két fő részből tevődik össze, melynek első felében egy irodalomkutatást végeztem. Célom az volt, hogy a témában eddig végzett kutatások eredményeiből kiderüljön, hogy különböző rendeltetésű épületek (oktatási, iroda és lakóépület) esetében, ismerve a szellőztetés módját (mesterséges vagy természetes), milyen tartományon belül változik az benttartózkodó emberek által kilehelt szén-dioxid koncentráció mértéke, illetve megismerni az témában eddig végzett kutatások során a mérési körülményeket és a felhasznált eszközöket. Ezen paraméterek ismerete elősegíti a kísérleti kutatáshoz szükséges mérőállás felállítását és a kísérleteim során előállított szén-dioxid tartományok biztosítását, közelítve ezzel egy valós környezetet, kiszolgált teret.

A témában végzett alapos, részletes tudományos eredmények tanulmányozása végén a témában már végzett kutatások eredményeit közlöm, mely elengedhetetlen adathalmazként szolgál a saját kísérleti méréseim megfelelő elvégzéséhez.

A dolgozat második felében a mérőállás felépítését, illetve a mérés folyamatát ismertetem. A kísérleteim során célom megvizsgálni, hogy ennél az új fejlesztésű hővisszanyerőnél mekkora az említett szén-dioxid koncentráció visszakeveredés mértéke, és azt milyen üzemviteli paraméterek befolyásolják. A mérési adatok és a következtetések a kísérletek elvégzéséhez szükséges, már beszerzésre került kalibrált mérési eszközök megérkezése után állnak majd rendelkezésre.

Szuperkritikus szén-dioxid a textiltisztításban

(Cleaning with supercritical carbon dioxide)

Szamosi Attila (Gépészmérnöki mesterképzési MSc) szamosi.at@gmail.com

Konzulens: Dr. Poós Tibor (ÉPGET)

A tudományos diákköri munka a szuperkritikus halmazállapotú közegek tulajdonságait és viselkedését mutatja be a rendelkezésre álló szakirodalom felhasználásával. Az összegyűjtött ismeretek alapján egy textiltisztító berendezés főbb műveleti és szilárdsági tervezését végeztem el.

A szuperkritikus szén-dioxid állapotát először Thomas Andrews ír kémikus írta le 1869-ben [1]. Az első megfigyelések 1822-ig nyúlnak vissza. Manapság egyre több, szuperkritikus közeget alkalmazó műszaki megoldás jelenik meg, aminek oka, hogy kevésbé környezetszennyező, hatékonyabb, sok szempontból kevesebb erőforrást igénylő és fenntartható technológiák fejleszthetők ki. Sikeresen alkalmaznak ilyen közegeket szilárd és folyékony anyagok extrakciójához, szárításhoz, tisztításhoz, polimerek feldolgozásához, kémiai reakciók illékony szerves oldószereinek alternatívájaként, illetve erőművek munkaközegeként is [2-4].

Egy anyag szuperkritikus állapotba lép, ha kritikus hőmérséklete fölé melegítjük, miközben kritikus nyomása fölé komprimáljuk. Ebben az állapotban sűrűsége folyadékhoz közeli, ám amellet, hogy kitölti a rendelkezésre álló teret, viszkozitása, felületi feszültsége, diffuzivitása is inkább gáz halmazállapotra jellemző. A vizsgált anyagok közül a CO₂ kiemelkedő tulajdonságokkal bír, ugyanis viszonylag alacsonyok a kritikus paraméterei (T_{kr}=31,1 °C; P_{kr}=73,9 bar), jól tárolható, nem robbanékony, nem gyúlékony, inert, könnyen beszerezhető, nem mérgező és kiváló szerves oldószer [3].

A szuperkritikus állapotú szén-dioxid (scCO₂) előnyös tulajdonságai révén felhasználható a bonyolult, környezetszennyező és energiaigényes mosási technológiák kiváltására. Hagyományos mosásnál környezetre káros, kémiai anyagokkal szennyezett víz keletkezik, ahol a költségeket tovább növeli, hogy a ruhákat tisztítás után szárítani is kell. Ezzel szemben egy scCO₂-ot alkalmazó tisztítási folyamat során a legnagyobb energia a közeg komprimálására fordítódik, nem keletkezik szennyvíz, nincs vízfelhasználás, és minimális CO₂ veszteség mellett a közeget újra felhasználjuk. A szennyeződés nyomáscsökkentéssel leválasztható, a textil anyaga pedig kedvező hőmérséklet (40 °C) miatt nem károsodik.

Munkám során választ keresek olyan kérdésekre, hogy mennyire lehet lecsökkenteni egy mosási ciklus idejét, valamint szükséges-e áramoltatni a tisztító közeget. Ha igen, akkor mekkora a textil áramlási ellenállása? Milyen hatással van az oldat telítődése a termodinamikai tulajdonságokra? A válaszok pontos megadására a jövőben laboratóriumi mérőállomást tervezek.

1. Sawan, S. P, McHardy, J.: Supercritical Fluid Cleaning. Noyes Publications, New Jersey (1996).
2. Knez, Z et. al.: Industrial applications of supercritical fluids: A review. Energy 77 (2014) 235-243
3. Hyatt, J. A.: Liquid and supercritical carbon dioxide as organic solvents. The Journal of Organic Chemistry vol. 49, no. 26, 1984, 5097-5101
4. Aslanidou, D. et. al.: Tuneable textile cleaning and disinfection process based on supercritical CO₂ and Pickering emulsions. Journal of Supercritical Fluids 118 (2016) 128-139

Huzathatás és aszimmetrikus sugárzás műszeres mérése

Dobos Viktor (Gépészmérnöki BSc)

Konzulens: András Balázs (ÉPGET)

A technológia folyamatos fejlődésével, illetve a fiziológia, ergonómia, pszichológia és más-más tudományágakban megjelenő újabb és újabb fejlesztések és eredmények folyamatosan átértékelik az ember-épület-energia viszonyrendszert. Ezt a kapcsolatot ugyanis meglehetősen sok tényező befolyásolja, melyeknek együttes hatása gyakran nem ismert vagy igen nehezen megállapítható.

A komfortérzet fontos feltétele a hőkomfort, melynek megvalósulása érdekében ismerni kell az ezt befolyásoló tényezőket és ezen paraméterek változásának hatásait. A PMV modell szerint a zárt terekben kialakuló hőkomfortot hat paraméter befolyásolja:

- A levegő hőmérséklete;
- A levegő sebessége;
- A levegő relatív páratartalma;
- A közepes sugárzási hőmérséklet;
- A ruházat hőszigetelő képessége;
- Az emberi tevékenység.

A lokális diszkomfort paraméterek, a PMV modell kiegészítését jelentik. Ezek hatásmechanizmusát ismerjük, az együttes hatás viszont nem ismert.

Dolgozatom célja a huzathatás és a sugárzási aszimmetria együttes hatásának műszeres mérése.

Céljaim:

- A hőkomfort méréses értékelése a különböző huzathatás és sugárzási aszimmetria mellett;
- A semleges hőkomforthoz tartozó paraméterek meghatározása.



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

FENNTARTHATÓ ENERGETIKA

- megújuló energia, környezetvédelem, hőerőgépek, energiaellátás -

Helyszín: Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék D224 terem

Időpont: 2015. november 17. 8:30

Elnök: Dr. Imre Attila, egyetemi tanár

Titkár: Szilágyi Artúr, doktorandusz

Tag: Dr. Bihari Péter, egyetemi docens

Dr. Szentannai Pál, egyetemi docens

Holló Gergő, piacelemzési főmunkatárs

8:30 Szücs Botond

Tüzelőanyag eloszlási vizsgálatok fluidizált homokágyban

Konzulensek: Dr. Szentannai Pál, egyetemi docens

8:50 Katona Bálint

Biomassza alapú kapcsolt energiatermelés Stirling motorral

Konzulensek: Dr. Laza Tamás, adjunktus

9:10 Hidegh Gyöngyvér

Diffúzorok alkalmazásának hatása előkeveréses égők károsanyag kibocsátására

Konzulensek: Józsa Viktor, tanársegéd

9:30 Fejes Imre

Gyújtófolyadékok emissziójának vizsgálata

Konzulensek: Dr. Cséfalvay Edit, adjunktus

9:50 Demeter István

Alternatív tüzelőanyagok - Hidrogén

Konzulensek: Dr. Meggyes Attila, egyetemi tanár

10:10 Margit János

Motor utáni emisszió-csökkentő eljárások

Konzulensek: Dr. Meggyes Attila, egyetemi tanár

10:30 Szünet

10:50 Dobai Attila

Alkoholok kettős-tüzelőanyagú Diesel-motoros vizsgálatára szolgáló mérőrendszer kialakítása.

Konzulensek: Dr. Bereczky Ákos, egyetemi docens

11:10 Kovács Zsófia

Az elektromos hajtású személyautók elterjedése Magyarországon

Konzulensek: Dr. Bereczky Ákos, egyetemi docens
Jászay Tamás Ifj., vállalatfejlesztési igazgató

11:30 Welsz Ágnes

Villamos autók hálózatra vett hatásainak modellezése

Konzulensek: Farkas Csaba, tanársegéd

11:50 Radnai Róbert, Katona Mihály Ifj.

Elektromos és belső égésű motorral rendelkező autók fajlagos energia-felhasználásának és széndioxid-kibocsátásának összehasonlítása a teljes folyamatláncra vetítve

Konzulensek: Dr. Gács Iván, egyetemi docens,
Jászay Tamás Ifj., vállalatfejlesztési igazgató

Tüzelőanyag eloszlási vizsgálatok fluidizált homokágyban **(Fuel mixing experiments in fluidized bed)**

Szücs Botond, BSc
szucs.botond.m@gmail.com

Konzulensek: Dr. Szentannai Pál, egyetemi docens, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

Ez a TDK dolgozat az előző évi dolgozatom folytatásának tekinthető. Az előző évben elkészített kísérleti berendezés segítségével átfogó mérési sorozatot végeztem. A vizsgált tüzelőanyag egy kommunális hulladék alapú tüzelőanyag az SRF, mely fluidizációs szempontból –változatos összetétele miatt– számos érdekességet mutat. A mérésekhez három fajta ágyanyag került alkalmazásra, melynél a vizsgált tüzelőanyag heterogén jellege miatt fontos szempont volt, hogy minél szűkebb és jól ismert szemcseméret tartományba essenek.

A mérések középpontjában SRF vertikális eloszlásának alakulása állt. Ipari szempontból leginkább releváns változók: az alkalmazott ágyanyag illetve gázsebesség szerint. A három különböző ágyanyaggal öt különféle gázsebességnél végeztem méréseket. Az előált eredményeket három dimenzióban ábrázolva hasonló szegregációs jelenséget figyeltünk meg, mint amit Hoon Chae et al. [1] két dimenzióban megfigyelt. A különbség az SRF egyik sajátosságából adódik, hogy felúszó (floatsam) és lesüllyedő (jetsam) darabok is vannak benne. Ezért esetünkben nem csak felfeleirányú elmozdulás volt megfigyelhető a tüzelőanyag szegregációja során, hanem kétirányú fel és leirányú szegregáció. A szegregálódás mértéke az ágyanyag szemcseméretétől nagyban függ.

Az eredmények kiértékelésénél a tömeg szerinti eloszlás vizsgálatán túlmenően, a felület szerinti eloszlása is meghatározásra került.

Irodalom:

- [1] Hoon Chae Park, Hang Seok Choi: The segregation characteristics of char in a fluidized bed with varying column shapes. Powder Technology, (2013), 561-571

Biomassza alapú kapcsolt energiatermelés Stirling motorral

(Biomass based CHP production with Stirling engine)

Katona Bálint, BSc
katona94@gmail.com

Konzulensek: Dr. Laza Tamás, adjunktus, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

A megújuló energiaforrások hasznosítása egyre fontosabbá válik, ugyanis a fosszilis energiahordozók folyamatosan fogynak és egyenlőtlenül oszlanak el a Földön. A biomassza felhasználása rendkívül jó megoldás a fosszilis energiahordozók kiváltásában, és rengeteg kihasználatlan potenciált tartogat még. Ezekből az energia kinyerésének leghatékonyabb módja a kapcsolt energiatermelés Stirling motorral, ami egy kevésbé elterjedt és kutatott terület. A Stirling motor nagy előnye más megoldásokhoz képest, hogy szinte bármilyen energiaforrásból képes hő- és villamosenergia előállítására, beleértve a megújulókat is. Ebből adódóan a lokálisan előforduló biomassza kedvező tüzelőanyag lenne a motor számára.

Ennek a dolgozatnak a célja a Stirling motor, mint kapcsolt energiatermelő egység magyarországi használhatóságának vizsgálata. A kiválasztott alkalmazás egy Somogy megyében található település hő- és villamosenergia-igényeinek kielégítése egy kisméretű, Stirling motor alapú rendszer használatával. Egy 84 háztartásból álló faluról van szó, melynek lélekszáma 219 fő. Első lépésben a távhőrendszerek méretezésénél használt becsléssel, statisztikai adatok alapján kiszámítottam a település fűtési és használati melegvíz igényeit, melyek a szükségesen beépítendő gépek teljesítményét és a kívánt tüzelőanyag mennyiséget határozzák meg. A felhasználni kívánt biomassza gyűjtőterületének nagysága gazdaságossági alapon lett megválasztva. Mivel egy erdőségekben kifejezetten gazdag területről volt szó, megvizsgáltam a felhasználható erdészeti melléktermékeket energiatartalom tekintetében. A főbb szempontok a mennyiség, a fűtőérték és a nedvességtartalom voltak. A kapott eredményeket összevetve a hőigényekkel megállapítottam, hogy az elképzelés megállja a helyét, az igények kielégíthetők a térségben található vágástéri hulladékkal. Létező Stirling motoros egységek hatásfokát alapul véve, adott hőtermelés mellett adott mennyiségű villamos energiát is elő lehet állítani, amivel a falu károsanyag kibocsátása mellett annak villamos energia költségeit is jelentős mértékben csökkenteni tudom.

Diffúzorok alkalmazásának hatása előkeveréses égők károsanyag kibocsátására

(Effect of diffusers on the pollutant emission of premixed burners)

Hidegh Gyöngyvér, MSc
gyongyver.hidegh@gmail.com

Konzulensek: Józsa Viktor, tanársegéd, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

Napjainkban a károsanyag kibocsátás egyre nagyobb figyelmet kap, így törvények, rendeletek és szabványok korlátozzák a károsanyagok maximális koncentrációját a füstgázban, több kategóriát meghatározva a különböző típusú és teljesítményű berendezések szerint. A kibocsátási határértékek minden tüzeléstechnikai berendezésre évről-évre szigorodnak, ennek következtében az ezen a területen tevékenykedő mérnökök folyamatosan újabb kihívásokkal szembesülnek a károsanyag kibocsátás csökkentését illetően. Erre egy lehetséges megoldás a szegény keverék alkalmazása, ugyanis a korábban alkalmazott diffúziós lángok túlzott mértékű károsanyag kibocsátással rendelkeztek. A keverék elszegényítése azonban stabilitási problémákat vet fel, mivel a legkisebb kibocsátás elérése érdekében minél közelebb szükséges üzemelni a lánglefűvási határhoz. Ebből kifolyólag a stabil égési tartomány szélesítése kiemelt jelentőségű, mivel ezzel még alacsonyabb kibocsátási értékek érhetők el.

A stabilitási határ szélesítésére egy lehetséges megoldás az égőszáj megtoldása diffúzoros kialakítású elemmel. Ennek hatására a fal mellett kialakul egy, az égés sebességénél kisebb sebességű határréteg áramlás, ami képes visszagyűjteni a keveréket, és ezáltal szélesebb tartományban fenntartani az égést. Kutatásom során egy ilyen konstrukció hatását vizsgálom a károsanyag kibocsátás változására.

A stabilitási határhoz közel való üzemeltethetőség megvalósítása érdekében elengedhetetlen a megfelelő diagnosztikai eszközök alkalmazása ahhoz, hogy fenntartható maradjon az égés. Egy lehetséges lángdiagnosztikai eszköz a spektrofotométer, mellyel az égés során lejátszódó kémiai folyamatokban keletkező kemilumineszcens összetevők mérésével megállapítható a légfelesleg-tényező, és ennek ismeretében módosíthatók az üzemi paraméterek egy megfelelően illesztett szabályzó kör segítségével.

A lángstabilitás növelésére és a tüzelőanyag-levegő jobb keveredésére széles körben elterjedt a perdületes égők alkalmazása. A mérések során az égés fennállása szerint különböző tartományok voltak megfigyelhetők a lángalak alapján: dúsabb keverék esetén a láng egyenes, majd egy bistabil tartományba kerül át a keverék szegényítése során, míg végül újra stabilizálódik, és szétnyíló formát ölt, míg ki nem alszik. A legszegényebb, V alakú tartományban korábbi tapasztalatok alapján az NO_x kibocsátás mértéke minimális, a CO kibocsátás mértéke maximális a megengedett határértékekhez képest. A kibocsátások mérvadó értékelhetősége érdekében korrigálni kell azokat a Magyarországon jelenleg érvényben lévő rendelet szerint. Mivel a mérések egy, a tanszéki C-30-as gázturbina égőjével megegyező fűvőkán lettek végezve 15 kW-os tüzelési teljesítmény mellett, a korrekció során a 140 kW-nál kisebb tüzelési teljesítményű gázturbinákra vonatkozó rendeletet vettük figyelembe (7/1999 (VII. 21.) KöM rendelet).

Gyújtófolyadékok emissziójának vizsgálata

(Study on emission of lighter fluids)

Fejes Imre, MSc
fejesimi1993@gmail.com

Konzulensek: Dr. Cséfalvay Edit, adjunktus, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

Napjainkban a környezetvédelem egyre fontosabb szerepet játszik az életünkben. Igyekszünk csökkenteni a károsanyag-kibocsátásunkat az élet minden területén, azonban az életszínvonalunk fenntartása mellett ez igen nagy kihívást jelent. Az iparban és a mezőgazdaságban, valamint a háztartásokban képződő szennyezőanyagok kibocsátásával megannyi szervezet foglalkozik és rendeletek, ill. törvények segítségével szabályozzák azokat. A dolgozatomban egy olyan témával foglalkozom, amely Európán belül nem került előtérbe az elmúlt évtizedekben, mégpedig a gyújtófolyadékok emissziójának vizsgálatával.

A sütéshez ősidők óta gyújtófolyadékokat használunk, amely kezdetben állati eredetű zsírból, majd a későbbiekben a növényi olajból készültek. A paraffin olaj felfedezése után az olcsó nyersolaj származékok gyújtófolyadékként való használata igen népszerű lett, amellyel újabb környezetvédelmi problémák kerültek a felszínre. A grillsütés elengedhetetlen kelléke a gyújtófolyadék, amely a sütéshez használt szén begyűjtéséhez szükséges. Ezek a gyújtófolyadékok általában valamilyen szénbázisú vegyületet tartalmaznak, amelyek elégetése során jelentős mennyiségben képződik elégetlen szénhidrogén (THC). A kibocsátott elégetlen szénhidrogének súlyos környezeti károkat okoznak, valamint az emberi szervezet számára is veszélyesek, ezért érdemes vizsgálatot indítani a témában. A gyújtófolyadékok a megfelelő gyorsaságú gyulladás érdekében illékony szerves vegyületeket (VOC) is tartalmaznak, amelyek hozzájárulnak a káros felszínközeli ózonképződéshez, amely erősen mérgező az emberi szervezet számára.

Noha a grillsütés nem örvend akkora népszerűségnek Európában, mint az USA-n belül, fontosnak tartom az alaposabb vizsgálódást. Az USA-ban 1990-ben készült egy átfogó tanulmány a gyújtófolyadékok emissziójáról [1], amelyet több ízben is felhasználtam a dolgozatom elkészítése során. Mivel Európán belül, így Magyarországon sem készült hasonló tanulmány így elsőként foglalkoztam alaposabban a témával és készítettem el ezt a dokumentumot. A dolgozatomban arra a kérdésre keresem a választ, hogy mekkora károsanyag-kibocsátással jár különböző grillgyújtó folyadékok használata. A válasz megtalálásához egy külön erre a célra létrehozott mérőrendszert kellett összeállítani, tesztelni, majd a vizsgálni kívánt gyújtófolyadékokkal a megfelelő számú kísérletet végrehajtani. A munkám során kapott eredmények alapján össze lehet hasonlítani az egyes gyújtófolyadékok emisszióját, valamint értékelni lehet azokat környezetvédelmi szempontból.

Irodalom:

- [1] Campbell D. L., Stockton M. B.: Estimation of emissions from charcoal lighter fluid and review of alternatives: final report. U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, North Carolina, January 1990

Alternatív tüzelőanyagok - Hidrogén

(Alternative Combustion Materials - Hydrogen)

Demeter István, MSc
stampedemiso@gmail.com

Konzulensek: Dr. Meggyes Attila egyetemi tanár, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

A XXI. században a felgyorsult világ kiemelkedő kérdése a gépek működéséhez szükséges energia biztosítása. A fosszilis tüzelőanyagok végesen állnak rendelkezésre, ezért a kutatók érdeklődése újabb típusú energiahordozók felé fordult. A felmerülő lehetőségek kiaknázásakor jelentős figyelmet kell fordítanunk az adott energia használhatóságára is, mint pl. az energiasűrűség, a rendelkezésre állás, vagy más kérdések. Új lehetőség lehet a hidrogén alkalmazása. Jóllehet, a hidrogén önmagában a természetben nem fordul elő, mégis energiahordozóként, az energiagazdálkodásba integrálva, szignifikáns szerepet játszhat. Az úgynevezett hidrogéngazdaság megvalósulása előtt viszont még nagyon hosszú út áll. Az egyes technológiai részfolyamatok jó részéhez az ipar már elegendő tapasztalattal rendelkezik, azonban néhány kritikus részfolyamattal kapcsolatban még hiányzik a megfelelő megoldás. Elmondható, hogy ezek megvalósításához komoly erőforrások mozgósítása szükséges, és mind gazdasági, mind technológiai, mind pedig társadalmi szempontból teljesen új hozzáállás kialakítása indokolt. Fontos, hogy olyan „ipari ökológiai” rendszert alakítsunk ki, amelyben a beépülő technológiák a fenntarthatóság jegyében kapcsolódnak a meglévő technológiákhoz. Elsősorban a fenntarthatóság javítását –mint célt- kell szem előtt tartani és nem a hidrogénalapú technológia mindenáron való alkalmazására kell törekednünk. A dolgozat a hidrogén energetikai hasznosításához kapcsolódó valamennyi technológiát és lehetőséget figyelembe vesz, azokat összehasonlítja és elemzi a hidrogéngazdálkodás megvalósíthatóságát.

Motor utáni emisszió-csökkentő eljárások

(Methods of exhaust gas aftertreatment of internal combustion engines)

Margit János, MSc
margitjanos91@gmail.com

Konzulensek: Dr. Meggyes Attila egyetemi tanár, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

A dolgozat arról szól, hogy hogyan épülnek fel a katalizátorok és a részecskeszűrők, milyen elemekből állnak. Lényeges szempont, hogy a bevonat elengedhetetlen a hatékony működéshez. Jobb minőségű anyagokkal a hatékonyság még tovább növelhető, ám többre is kerül.

A bemutatott emisszió-csökkentő rendszerekből látszik, hogy a gyártók igyekeznek a minél hatékonyabb és minél olcsóbb megoldások kifejlesztésére. Ez újabb fizikai-kémiai törvényszerűségek felismerését, valamint különleges vegyületek, anyagok előállítását kívánja meg. Ezekhez az innovációkhoz sok kutatómunkára, időre és pénzre van szükség. Az új termékek hatékony működésén és hosszú élettartamán túlmenően nagyon lényeges szempont, hogy az áruk se legyen magas.

Az Audinál nagy hangsúlyt fektetnek a már meglévő rendszerek fejlesztésére is. Ennek elérésére optimalizálni kell a rendszer főbb részeit egészen a légszűrőtől a kipufogócsőig. Ez a kompresszor lapátjainak és az égéstérnek a módosítását, valamint az áramló füstgáz útjába kerülő egyes részegységek, mint a nitrogén-oxidcsökkentő rendszer, vagy a részecskeszűrő miatti nyomásesés csökkentését jelenti.

Elég sok módja van a katalizátorok és részecskeszűrők meghibásodásának, ám szerencsére elhasználódásuk már előre jelezhető. Fontos észben tartani, hogy a javítás és az alkatrészcsere elég sokba kerül, így javallott inkább megelőzni a problémát, mint kezelni.

A szigorodó előírások megkövetelik a katalizátorok és részecskeszűrők továbbfejlesztését. Az újonnan legyártott prototípusok nyilvánvalóan sokba kerülnének, mielőtt még sorozatban gyártanák őket. Ám a motorsport tökéletes megoldás az új rendszerek tesztelésére, hiszen a technikai sportokban résztvevő csapatok nagy költségvetéssel rendelkeznek, így nem jelenthet számukra anyagi gondot a berendezések beszerzése. Már régóta bevett szokás, hogy az autóversenyek során tesztelt új alkatrészek kerülnek ki a közúti gépjárművekbe, így a jövőben ez sokat segíthet az emisszió-kibocsátás terén.

Alkoholok kettős-tüzelőanyagú Diesel-motoros vizsgálatára szolgáló mérőrendszer kialakítása.

(Develop of Dual-fuel Compression Ignition engine for research and educational purposes.)

Dobai Attila, MSc
dobai.attila.bme@gmail.com

Konzulensek: Dr. Bereczky Ákos, egyetemi docens, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

Az alkoholok diesel-motoros felhasználása jelentős múltra tekint vissza. Ennek oka elsősorban az oxigén tartalmú tüzelőanyag miatt bekövetkező csökkenő részecske kibocsátás, és megújuló tüzelőanyag mivolta. Az alacsony szénláncú alkoholok hasznosítása nehézségekbe ütközik, ha gázolaj-alkohol keverékeket kívánunk használni, mivel a szóba jöhető metanol és etanol nem hoz létre stabil keverékeket a gázolajjal. Ennek a problémának a feloldására szolgál a hármas keverékeket használata, mint például a metanol-biodízel-gázolaj keverék. Sokkal rugalmasabb megoldás jelent az ún. kettős tüzelőanyagú Diesel-motorok alkalmazása. Ebben az esetben az elsődleges tüzelőanyagot –a mi esetünkben metanolt– a szívócsőbe juttatjuk, amelynek gyújtását a kompresszió ütem végén befecskendezett gázolaj öngyulladása váltja ki. Ez esetben nem jelent korlátot a keveredés, így tetszőleges mértékben lehet az alkohol részarányát változtatni.

A dolgozat célja, egy lezárt NKFP pályázat útján kialakított, az Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék rendelkezésére álló, kettős tüzelőanyagú vizsgálatok lefolytatására alkalmas rendszer korszerűsítése, és a mai elvárásoknak megfelelő magas szinten integrált mérőrendszer kialakítása, mellyel különböző tisztaságú alkoholok égési folyamatainak és káros anyag emissziójának vizsgálata megvalósítható. A rendszertől elvárt, hogy mind a mérőrendszerek kezelése, mind az adatgyűjtés, adatfeldolgozás számítógéppel végezhető legyen, így a mérés és a kiértékelés gyorsan, precízen, tisztán kivitelezhetőek. A kutatói munka mellett a rendszer az oktatásban is nagy szerephez juthat, ugyanis különböző tüzelőanyagok égési folyamata bemutatható lesz ezen keresztül, mely téma kiemelt fontosságú a motorokkal foglalkozó tárgyak keretében. Előreláthatóan a rendszer elkészültével a dolgozat keretein belül különböző metanol arányú vizsgálatok valósíthatók meg, mely téma manapság egy igen erősen kutatott terület.

Az elektromos hajtású személyautók elterjedése Magyarországon **(The spread of electric-powered vehicles in Hungary)**

Kovács Zsófia, BSc
zsifikovacs6@gmail.com

**Konzulensek: Dr. Bereczky Ákos, egyetemi docens, Energetikai Gépek és Rendszerek
Tanszék**

Ifj. Jászay Tamás, vállalatfejlesztési igazgató, Budapesti Elektromos Művek Nyrt.

Napjainkban a közlekedési szektor energiafogyasztásának és az ezzel járó környezeti terheléseknek a csökkentése alapvető társadalmi cél. Ugyan az utóbbi idők erőfeszítései már számottevő változásokat eredményeztek, Magyarországon még csak most kerül előtérbe a tartósan fenntartható mobilizáció témaköre. Mostanáig az elektromos meghajtású járművek csak marginális mértékben jelentek meg a magyarországi gépjárműpiacon, azonban a legtöbb ebben a témában jártas szakértő ezek elterjedését jósolja.

A dolgozatom célja az elektromos meghajtású személygépjárművek magyarországi elterjedésének vizsgálata. Ennek érdekében hagyományos belsőégésű motorral, tisztán elektromos motorral, illetve részben elektromos motorral hajtott járművek összehasonlítását végzem több szempont alapján. Foglalkozom a járművek műszaki összehasonlításával, sorra veszem az elektromos autózás szempontjából jelenleg megoldásra váró problémákat, korlátokat. Áttekintésre kerül a járműveket kiszolgáló infrastruktúra fejlettsége, jelenlegi állapota. Gazdasági összehasonlítás céljából TCO számítást végzek, mely kalkulációval a hasznos élettartamra vetített költségek nagyságát és megoszlását elemzem.

Szakirodalom alapján és saját modell segítségével is bemutatom az elektromos meghajtású járművekre vonatkozó elterjedési potenciálokat. Vizsgálom a lehetséges elterjedést befolyásoló tényezőket, ennek hatásait és várható következményeit.

Villamos autók hálózatra vett hatásainak modellezése **(Modelling the impact of the electric cars on the power grid)**

Welsz Ágnes, BSc
welsz.agi94@gmail.com

Konzulensek: Farkas Csaba, tanársegéd, Villamos Energetika Tanszék

Napjaink egyik legégetőbb globális problémája a környezetszennyezés és a felmelegedés, melynek jelentős okozói az emberi tevékenység által levegőbe juttatott káros anyagok és üvegházhatású gázok. Az Európai Unióban a kibocsátott szén-dioxid körülbelül egyötöde származik a közlekedési szektorból, és ez az egyedüli olyan jelentős szektor, ahol a kibocsátás mértéke a mai napig nő. A fenntarthatóság jegyében az Unió környezetpolitikai célkitűzései közé tartozik a tagállamok kibocsátás-csökkentése, amely megvalósításának egyik kiindulópontja lehet a fosszilis tüzelésű autók villamos autókkal való kiváltása. Az európai trendek alapján, hosszútávon Magyarországon is számolnunk kell azzal, hogy a villamos autók fontos részévé fognak válni a fenntartható közlekedésnek, így szükséges lesz egy megfelelő töltő infrastruktúra biztosítása is. Azonban a járművek töltésével újabb fogyasztó típus jelenik meg a hálózaton, amely növelni fogja az energiaigényt, módosítja a napi terhelési görbét, és ez hatással lesz a hálózati elemek terhelődésére is.

Dolgozatomban bemutattam a villamos autók töltési módjait, illetve azok hálózatra gyakorolt lehetséges hatásait. Többek között ilyen hatás az egyes hálózati elemek - kábelek, transzformátor - túlterhelése, vagy a szabvány alapján nem megfelelő feszültség szint, illetve aszimmetria. A továbbiakban a kisméretű hálózatra vett hatások elemzésére DIGSILENT Powerfactory programot használtam, melyben különböző hálózatrészeket képeztem le, és a megépült modellekben vizsgáltam az egyre jelentősebb villamos autó penetráció hatását. A különböző hálózatrészekben az eredményeket elemeztem, és eltérő típusú konstrukciók megoldásokat kerestem az esetlegesen felmerülő problémákra.

Végül, mivel a jelenleg hatályban lévő európai uniós rendelet alapján a parkolóhelyeken töltési lehetőséget kell biztosítani, azonban az ehhez szükséges új hálózati infrastruktúra kiépítése rendkívül költséges, így ennek biztosítására egy alternatív megoldást kutattam. Ezért megvizsgáltam annak lehetőségét, hogy a főváros a közvilágítási kábelhálózatának átalakításával alkalmas-e a rendeletben meghatározott parkolóhelyek töltési pontjainak ellátására.

Elektromos és belső égésű motorral rendelkező autók fajlagos energia-felhasználásának és széndioxid-kibocsátásának összehasonlítása a teljes folyamatláncra vetítve

(Comparison of the specific energy consumption and carbon dioxide emission of conventional and electric vehicles - a well to wheel approach)

Radnai Róbert, BSc, Katona Mihály Ifj., BSc
zsofikovacs6@gmail.com

Konzulensek: Dr. Gács Iván, egyetemi docens, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

Ifj. Jászay Tamás, vállalatfejlesztési igazgató, Budapesti Elektromos Művek Nyrt.

A növekvő légköri széndioxid-koncentráció és a közlekedés növekvő energiaigénye egyre égetőbb problémát jelentenek napjainkban. Ezek megoldását sokan az elektromos hajtású járművekben látják, ez a városok légszennyezettségét is jelentősen csökkentené. A közlekedés széndioxid-kibocsátását visszaszorító másik törekvés a karbonsemlegesnek tekintett bioüzemanyagok részarányának növelése a belsőégésű motorral üzemelő járművekben. A fenti technológiák elterjedésének hatásáról a teljes folyamatlánc – forrástól kerékgig tartó – felmérésével kapunk helyes képet.

Dolgozatunkban az elektromos és a belsőégésű motorral hajtott járművek energiaigényét és széndioxid-kibocsátását vizsgáljuk elsősorban magyar adatokra alapozva, alulról felfelé felépített modellben. Részletezzük az üzemanyag vagy villamos energia előállításának lépései során felhasznált primer energia mennyiségét és a különböző energiahordozók részarányát, az átalakítások hatásfokát.

A jelenlegi értékek számításán túl becslést adunk különböző várható jövőbeli esetekre. Az elektromos autókra nagy hatással van az áramtermeléshez felhasznált energiamix változása, a széndioxid-leválasztás, vagy az akkumulátorok, töltők hatásfokváltozása. A benzin és gázolaj előállításának széndioxid-kibocsátását jelentősen növelheti a nemkonvencionális kőolajforrások kitermelése. A bioüzemanyagok energiaegyensúlyára nagy hatással van az éves hektáronkénti hozam, valamint a felhasznált műtrágya mennyisége, a bioüzemanyag előállítás technológiája.

A kúttól kerékgig történő átalakítás vizsgálata során feltérképezzük tipikusnak tekintett elektromos és belsőégésű motoros autók fogyasztását, valamint megadjuk a megtett kilométerre fajlagosított primerenergia-felhasználást, széndioxid-kibocsátást városi és országúti körülmények között.



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

GÉPÉSZETI ELJÁRÁSTECHNIKA

Helyszín: Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszék
D.101. Könyvtár
Időpont: 2016. november 17. 9:00
Elnök: Dr. Láng Péter egyetemi tanár
Titkár: Szabó Viktor doktorandusz
Tagok: Dr. Barna Lajos c. egyetemi tanár

9:00 Varju Evelin

Gyógynövény előszárítás műveleti alapadatainak meghatározása

Konzulens: Dr. Poós Tibor adjunktus

9:20 Horváth Dániel, Varjú Evelin, ifj. Hegedüs Károly

Keverős dobszárító keverési teljesítmény szükségletének meghatározása

Konzulens: Dr. Poós Tibor adjunktus

9:40 Kéki Szilveszter Gábor

Anaerob membrán bioreaktorok

Konzulens: Dr. Poós Tibor adjunktus

10:00 Németh Bence Gábor, Bálint László

Aceton-metanol azeotrop elegy szétválasztásának szimulációja szakaszos extraktív desztillációval

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

10:20 Szünet

10:40 Sleisz Kristóf

Gyógyszeripari szakaszos desztillációs oldószerregenerálás optimalizálása

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

11:00 Marinkó Ádám

Merevített nyomástartó edény szilárdsági és stabilitási vizsgálata

Konzulens: Dr. Nagy András egyetemi docens

11:20 Simon Richárd

Hűtőkamra energiafogyasztásának vizsgálata újonnan kifejlesztett DC inverter vezérlő segítségével

Konzulens: Dr. Kassai Miklós adjunktus

Gyógynövény előszárítás műveleti alapadatainak meghatározása (Determination of operational data at herbs drying)

Varju Evelin (Gépészmérnöki MSc) varjuevelin93@gmail.com

Konzulens: Dr. Poós Tibor (ÉPGET)

A gyógy- és fűszernövény feldolgozás kiinduló lépése a szárítás. A magyarországi klimatikus viszonyok mellett a növények eltartásához szükséges alacsony nedvességtartalom csak műszárító berendezések alkalmazásával érhető el. A szárító kapacitás nagysága meghatározza az üzem feldolgozó kapacitását. Mivel a mindennapi működés során könnyen előfordulhat, hogy a szárító kapacitást jelentősen meghaladó növénytömeg kerül be az üzembe (különböző növények előre nem várt, egyidejű virágzása; időjárási kényszerhelyzet; terven felüli begyűjtés, stb.) így szűk keresztmetszet képződhet a működésben.

A végső cél lenne, hogy létre lehet-e hozni olyan alacsony költséggel üzemeltethető előszárító/szellőztető berendezést, amely alkalmas nagy növénytömeg (3-5 t) néhány napig tartó szellőztetésére tárolás mellett. Nem cél ezzel a berendezéssel tökéletesen szárított (nedvesség tartalom <10%) anyag előállítás, csak időnyerés, a műszárításra való előkészítés.

A berendezéssel kapcsolatos elvárások:

- hideg, környezeti hőmérsékletű levegővel működjön;
- alacsony üzemeltetési költség;
- egyszerű felépítés;
- moduláris szerkezet;
- egyedi, az üzem egyéb berendezéseihez igazodó kialakítás.

A mi feladatunk ezen elképzelés megvalósíthatóságának előzetes vizsgálata. Célunk mérések segítségével a gyógynövény szárítás műveleti alapadatainak meghatározása, mely eredmények a későbbiekben felhasználhatóak a tárolás közbeni szellőztetés megoldására és akár egy mobil szárító készülék megtervezésére.

Irodalom:

1. Arun S. Mujumdar: Handbook of Industrial Drying, Fourth Edition, 2015.
2. Borbélyné Dr. H. É., Dr. Kutasy E.: Gyógynövények termesztése és feldolgozása, Debrecen, 2012.
3. Dr. Örvös M.: Diffúziós eljárások és berendezések (I. rész, Szárítás), Oktatási segédlet, 2006.

Keverős dobszáritó keverési teljesítmény szükségletének meghatározása

(Determination of mixing performance at agitated drum dryer)

Horváth Dániel (Gépészmérnöki MSc) daniel.horvath.nk@gmail.com

Varju Evelin (Gépészmérnöki MSc) varjuevelin93@gmail.com

ifj. Hegedüs Károly (Gépészmérnöki MSc) studioguy@live.com

Konzulens: Dr. Poós Tibor (ÉPGET)

A hétköznapi életben gyakran találkozhatunk porkeverés műveletével például sütemények készítésénél, vagy ipari technológiáknál például betonkeverő alkalmazásánál.

Szilárd szemcsés anyagok keverése esetén nem alkalmazható a folyadékokra használt keverési teljesítmény meghatározási összefüggése. A TDK célja a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszéken lévő keverős dobszáritó keverési tengelyteljesítményének meghatározása. A berendezés feladata a nedves szilárd szemcsés anyagok szárítása meleg levegővel, folyamatos keverés mellett. A keverés javítja a két közeg érintkezését, valamint megakadályozza a szemcsék összeragadását.

Szakirodalom kutatás alapján összefoglaltuk a vízszintes tengelyű, granulátum keverő készülékek keverési teljesítményszükségletének számítási módszereit. Összegyűjtöttük a számítási összefüggésben lévő paraméterek meghatározásának módszereit, ahol szükséges, laboratóriumi méréseket végeztünk. Az ismeretlen tagok meghatározása után a számítási összefüggést validáltuk a keverős dobszáritón végzett mérésekkel.

Irodalomjegyzék:

1. Vincent W. Uhl, Joseph B. Gray, „Mixing Theory and Practice”, 1986
2. Amruta K. Wankhede, Dr. A.R. Sahu, „Design, Modification and Analysis of Concrete Mixer Machine”, 2015
3. B. D. M. P. Bandara Dissanayake, H. S. Jayewardene and B. M. K. S. Thilakarathne, „Design and Development of a Low Cost Grain Flour Blender”, 2015

Anaerob membrán bioreaktorok

(Anaerobe membrane bioractors)

Kéki Szilveszter Gábor (Energetikai mérnöki BSc) kekiir@gmail.com

Konzulens: Dr. Poós Tibor (ÉPGET)

A fenntartható szennyvíz kezeléshez, elengedhetetlen, hogy a szennyvízben lévő szerves anyagok energia tartalmát hasznosítani tudjuk. Ehhez az egyik legkézenfekvőbb módszer, az anaerob lebontás, mely során energetikailag is hasznosítható biogáz keletkezik. A hagyományos anaerob lebontást végző reaktorok mellett megjelentek a membrán szűréssel kombinált anaerob reaktorok (AnMBR). Ezek a jobb kibocsátási értékek mellett, a legtöbb szennyvíz típus kezelésére alkalmasak. A membránok magas ára, és eltömődésük okozta többlet költségek jelenleg gátat szabnak a technológia széleskörű, ipari méretű elterjedéséhez.

A tudományos diákköri munkám egy átfogó képet nyújt az AnMBR-ok jelenlegi technológiájáról. Ismerteti a reaktor típusokat, azok előnyeit, illetve azokat a hátrányokat, melyek megoldása szükséges az egyes reaktor típusok gazdaságos üzemeltetéséhez. A dolgozatom kitér a biogáz képződés inhibitoraira, valamint arra, hogy a reaktor különböző működési paraméterei milyen hatással vannak a biogáz termelődésére. Foglalkozik a membráneltömődés mechanizmusával és a membrán tisztítás lehetséges módszereivel, majd bemutatja, milyen szennyvizek tisztítására alkalmazható.

Az AnMBR legfontosabb eleme a membrán, mely visszatartja a reaktor szilárd anyag tartalmát a benne lévő mikroorganizmusokkal együtt. Ennek hatására az iszapkor és a hidraulikus tartózkodási idő egymástól elkülönül, így reaktor mérete lényegesen kisebb, és a beállási ideje is rövidebb lesz.

Aceton-metanol azeotrop elegy szétválasztása szakaszos extraktív desztillációval I

(Separation of azeotropic acetone-methanol mixture by batch extractive distillation)

Németh Bence Gábor (Vegyészmérnöki BSc) benceanemeth@gmail.com

Bálint László (Vegyészmérnöki BSc) shaddar.rim@gmail.com

Konzulens: Dr. Láng Péter (ÉPGET), Hégely László (ÉPGET)

A desztilláció a folyadékelegyek szétválasztásának legszélesebb körben alkalmazott művelete, mely az elegy komponenseinek fizikai különbözőségén alapul.

Nem ideális elegyek esetén egy bizonyos koncentrációnál előfordulhat, hogy a gőz és a folyadék összetétele megegyezik, a relatív illékonyság egységnyi, vagyis a két komponens azeotrop elegyet képez. Hagyományos desztillációs eljárással ennél a koncentrációnál nagyobb érték nem érhető el. Mivel az azeotrop pont helyzete függ az alkalmazott nyomástól, nyomásváltó desztillációval tiszta termékek állíthatók elő, illetve néhány elegy esetében a nyomás változtatásának hatására el is tűnhet az azeotrop pont. Egy másik lehetséges módszer az azeotrop elegyek szétválasztására az extraktív desztilláció, ahol egy alkalmazott oldószer segítségével az egyik komponenst a desztillációs kolonna alsó részébe mossuk, így a másikat előírt tisztaságban tudjuk a fejben szedni.

Jelen tudományos diákköri munka a szakaszos extraktív desztilláció folyamatát mutatja be az aceton-metanol minimális forráspontú azeotrop elegy szétválasztásának vizsgálatával. Víz, mint oldószer adagolásával kis metanoltartalmú aceton gyártható desztillátumként. A víz adagolása már a felfűtési lépés alatt elkezdődik. A kutatás során először a ChemCAD professzionális folyamatszimulátor segítségével előzetes szimulációval meghatároztuk a művelet paramétereit: a refluxarányt, a vízbetáplálás helyét és áramát. A paraméterek értékeinek kiválasztásának fő szempontja az volt, hogy a lehető legnagyobb mennyiségű, elfogadható tisztaságú (>95 mol%) acetont tudjuk előállítani a lehető legrövidebb idő alatt. Ezt követően laboratóriumi kísérletet végeztünk, amely során sikeresen megvalósítottuk az aceton kinyerését. A kísérlethez egy 0,03 méter átmérőjű laboratóriumi kolonnát használtunk, amely egy Sulzer LDX rendezett töltetet tartalmaz egy 1 méter és egy 0,5 méter magas szakaszban. Elvégeztük a kísérlet utólagos szimulációját, melyben javítottuk a szimuláció pontosságát is. Javaslatot tettünk a kísérlet végén az üstben maradó metanol kinyerésére is.

A termékek összetételének meghatározására egy egyszerű és jól működő módszert dolgoztunk ki: egy Excel makrót, mely törésmutató és sűrűség alapján határozza meg a termékek összetételét. Ehhez különböző, ismert összetételű binér (aceton-víz) és terner elegyek törésmutatóját mértük. A mérési adatokra az Origin programmal illesztettünk egyenleteket, amelyeket az Excel makróban használtunk. Az illesztett egyenletek pontosságát irodalmi forrás [4] alapján ellenőriztük.

Az elvégzett munka alapján egy hallgatói labormérést készítettünk.

Felhasznált irodalom:

1. Vincent Gerbaud, Ivonne Rodriguez-Donis: Extractive Distillation. In: Andrzej Górak, Žarko Olujić (szerk.): Distillation: Equipment and Processes. Academic Press: Amsterdam, 2014.
2. Láng Péter: Szakaszos extraktív desztilláció vizsgálata kísérletekkel és számításokkal, MTA doktori értekezés, védés: 2005.jún. 30.
3. Rév Endre: Folyamattan I. Modellezés. BME VEBMK KKFT, 2014.
4. M. Iglesias, B. Orge, J. Tojo: Refractive indices, densities and excess properties on mixing of the systems acetone + methanol + water and acetone + methanol + 1-butanol at 298.15 K. Fluid Phase Equilibria, 126 (1996), 203-223.

Gyógyszeripari szakaszos desztillációs oldószerregenerálás optimalizálása (Optimization of a Batch Distillation Process for Pharmaceutical Waste Solvent Regeneration)

Sleisz Kristóf (Vegyészmérnöki BSc) ksleisz@gmail.com

Konzulens: Dr. Láng Péter (ÉPGET), Hégely László (ÉPGET)

A gyógyszeripar a termékek tömegéhez viszonyítva jellegzetesen sok hulladékot termel. Ezért a gyógyszeripari cégek napjaink egyre erősödő környezetközpontú szemléletének hulladék kibocsátásuk csökkentésével kívánnak eleget tenni, mely törekvések egyben a költséghatékonyság javulásával is kecsegtetnek. Ezeknek a törekvésnek egyik sarokköve az ipari szennyvizek, ipari oldószerek regenerálása későbbi felhasználásra.

A szennyezett oldószereket általában illékonyságuk alapján célszerű szétválasztani. Az ilyen elegyek sokszor többkomponensűek, az illékonysági viszonyok ennek megfelelően sokszor igen összetettek lehetnek. Részben az előbbiektől, részben a többi használt műveleti egység szakaszos üzemére való tekintettel az oldószerregenerálásra használt kolonnák többnyire szintén szakaszos rektifikáló kolonnák. Ha az oldat illékonysági viszonyai kedvezőtlenek (alacsony relatív illékonyság, vagy azeotropok jelenléte), az elválasztási folyamatot segédanyag adagolásával javíthatjuk, ekkor a szakaszos extraktív desztillációról beszélünk.

TDK dolgozatomban egy szakaszos extraktív desztillációs folyamatot vizsgáltam. A feldolgozandó oldószerkelet minősége és mennyisége ipari példán alapult. Az elegy acetont, toluolt, metanolt, tetrahidrofurant és vizet tartalmaz. Az elegyből metanolt kellett kinyerni adott tisztasággal. Ennek a műveletnek az optimalizálását korábban már elvégezték, ez a dolgozat a már meghatározott optimum ismeretében halad tovább.

A művelet dinamikus modelljét a ChemCAD professzionális folyamatszimulátorban készítettem el. Az egyszerű futtatásokat a megadott paraméterekkel, valamint az optimumkeresést VBA-ben megírt kód végzi. Az optimalizálási feladatban, az elérhető profit maximumát kerestük a művelet paramétereinek optimális értékeinek meghatározásával, mind szakaszos desztillációs, mind szakaszos extraktív desztillációs esetre.

TDK munkám célja kettős: az érzékenységvizsgálat elvégzése valamint az optimum újbóli megkeresése, ezúttal szimplex-módszert használva. Az érzékenységvizsgálaton belül a paraméterpárok a profitra gyakorolt együttes hatását is vizsgálom, ezáltal kívánjuk megérteni az optimalizálási paraméterek hatását és a paraméterek egymás közötti kölcsönhatásait. A optimumkeresést eredetileg végző genetikus algoritmust a munka során részben szimplex-módszert váltja fel. Megvizsgáltam az optimalizáló algoritmus egyes paramétereinek futásra gyakorolt hatását, valamint a kapott eredményeket a genetikus algoritmus eredményeivel összehasonlítottam.

Merevített nyomástartó edény szilárdsági és stabilitási vizsgálata **(Strenght and Stability Examination of Reinforced Pressure Vessel)**

Marinkó Ádám (Gépészmérnöki MSc) marinko.adam@gmail.com

Konzulens: Dr. Nagy András (ÉPGET)

A dolgozatban először nyomástartó edények hengeres köpenyének különböző szabványok szerinti méretezési eljárásai kerülnek bemutatásra. A bemutatott számítási eljárások a szilárdsági és stabilitási szempontból szükséges falvastagság meghatározására irányulnak mind merevítetlen, mind pedig gyűrűkkel merevített esetben.

A szakirodalom ismertetését követően a dolgozat egy kiválasztott konstrukcióra vonatkozó számításokat és azok eredményeit tartalmazza. A vizsgált berendezés egy 5000 mm hengeres köpenyhosszúságú, 2000 mm külső átmérőjű sekély domború fedéllel lezárt szénacél tartály. A szilárdságra történő méretezés során 2 bar belső nyomás, a stabilitásra történő méretezés pedig teljes vákuum figyelembe vételével történt. A merevítőgyűrűk a tartályhoz hasonlóan szintén szénacélból készült, 150x200x5 mm-es zártszelvények.

Ezt követően a szerkezetben kialakuló feszültségi állapot meghatározása történt különböző konstrukciók esetén. A merevítőgyűrű és köpeny csatlakozás feszültségi állapotának meghatározására analitikus módszer került kidolgozásra. A kidolgozott módszer pontosságát végeselemes vizsgálat támasztja alá.

Hűtőkamra energiafogyasztásának vizsgálata újonnan kifejlesztett DC inverter vezérlő segítségével

Simon Richárd (Épületgépészeti és eljárástechnikai MSc)
simon.richard04@hotmail.com

Konzulens: Dr. Kassai Miklós (ÉPGET)

Tudományos munkámban egy kereskedelemben forgalmazott kisteljesítményű hűtőkamra energiafogyasztását vizsgáltam. A mérés célja az élelmiszeriparban alkalmazott kisebb méretű és hűtési teljesítményű hűtőkamra üzemeltetésének energetikai vizsgálata. A kutatásom során a mérést egy kétállású (be/ki) és egy új, cseh fejlesztésű PID szabályozóval ellátott DC inverteres hűtőberendezésen végeztem. A mérés során bebizonyosodott, hogy az új vezérlővel üzemeltetett rendszer segítségével hosszútávon akár 60%-os energiamegtakarítást is elérhetünk.



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

GÉP- ÉS TERMÉKTERVEZÉS

Helyszín: R épület 109.
Időpont: 2015. november 17. 9:00
Elnök: Prof. Dr. Váradi Károly, egyetemi tanár
Titkár: Erdősné Sélley Csilla, tudományos segédmunkatárs
Tag: Dr. Goda Tibor, docens
Dr. Nguyen Huy Hoang, adjunktus
Dr. Vancsay György, Knorr-Bremse Vasúti Jármű Rendszerek Hungária Kft.

9:00 Pálfi Péter

Csigahajtóművek tervezésének optimalizálása és automatizálása

Konzulens: Dr. Horák Péter, docens
Dr. Piros Attila, docens

9:20 Szlobodnik Tamás

Változások az FKM méretezésében. Hatásvizsgálatok

Konzulensek: Molnár László címzetes egyetemi docens

9:40 Vári Gergő Bendegúz

Belvízhelyzet javítása műholdas mezőgazdasági technológiák támogatásával

Konzulensek: Dr. Rádics János Péter, adjunktus

10:00 Peitler Zsolt, Bognár Zsombor

Belsőégésű motor vezérlésének vizsgálata

Konzulensek: Dr. Csobán Attila, adjunktus

10:20 Benke Ádám, Dobai Attila, Varga István, Vatai András, Tóth Tamás Krisztián

Hídmodell terhelő berendezés tervezése

Konzulensek: Dr. Rádics János Péter, adjunktus
Dr. Völgyi István Krisztián, adjunktus (HSZ)
Dr. Budaházy Viktor, adjunktus (HSZ),
Juhász Zoltán (MM)

10:40 Orosz Ákos

Szerszám-zúzottkő kapcsolat modelljének létrehozása vasúti pályakarbantartó gépek fejlesztéséhez

Konzulensek: Dr. Rádics János Péter, adjunktus
Tamás Kornél, tanársegéd

11:00 Balla Gergely Bálint

SLS nyomtató tervezése

Konzulensek: Erdősné Sélley Csilla, tudományos segédmunkatárs
Dr. Körtélyesi Gábor, adjunktus
Dr. Kovács Norbert Krisztián, adjunktus

11:20 Szűcs Marcell

Alakzatfelismerő és szerszámválasztó eljárás fejlesztése számítógéppel vezérelt esztergagép számára

Konzulensek: Dr. Zwierczyk Péter Tamás, adjunktus

Csigahajtóművek tervezésének optimalizálása és automatizálása

(Design optimization and automation of worm gear drives)

Pálfi Péter BSc

lordpeti1@vipmail.hu

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

A Kaiserslauterni egyetem egyik magyar munkatársának a kezdeményezésére elindult egy kutatás, mely arra irányul, hogy a csigahajtóművek tervezése során ki kell használni az elmúlt 20 év gyártástechnológia fejlődését és a régi szabványsorozattól eltérő értékeket felvéve (modul, menetemelkedés, profilszög) optimálisabb csigahajtóműveket tervezhessünk (kisebb méret, nagyobb terhelhetőség, jobb hatásfok stb.).

Kutatás alaptézise, hogy egy ilyen bonyolultságú szerkezetet, melynek ennyi változója van, nem lehet analitikus matematikai módszerekkel megoldani, csak numerikus úton. Ezt a gyakorlatban különböző értéksorozatokkal próbálgatásokkal hajtánánk végre, melyek eredményeit a végén megvizsgálva keresnénk az optimális hajtóművek paramétereit. Mindezt, hogy meg is tudjuk csinálni, írni kell egy programot, mely a beviteli adatokra kiszámolja automatikusan az egész tervezési folyamat eredményeit a fogazati alaktól kezdve a terheléseken át a csapágyélettartamig. Ezt a Matlab nevű programnyelv segítségével írjuk meg.

E számoló programnak az elejét már el is készítették; a DIN 3996 szabvány alapján megírták a fogazati számításokhoz tartozó összes egyenletet. Az én feladatom abból áll, hogy ezt függvény sorozatot továbbfejlesszem, hogy a csapágyazás előírt minimális élettartamának megfelelően egy adott gyártó katalógusából egyből válasszon csapágyakat is a program, valamint ellenőrizze a csiga lehajlását és terheltségét.

A tervezés számítási része mellett továbbá össze akarjuk kötni a Matlab eredményeit a PTC Creo 3.0-s nevű CAD programmal, hogy adott beviteli értékek mellett, a számított értékekből egy parametrizált Skeleton-ra épülő modellből kapjunk egyből egy látványtervet, hogy lássuk, miként is nézne ki az így elképzelt konstrukció.

Változások az FKM méretezésében. Hatásvizsgálatok **(Changes in FKM. Impact Assessments)**

Szlobodnik Tamás BSc
sztomi95@gmail.com

Konzulens: Molnár László, címzetes egyetemi docens, Gép és terméktervezés tanszék

Napjainkban a gépészeti tervezésben egyre komolyabb szerepet kap az ismétlődő terheléssel igénybevett alkatrészek kifáradásra történő ellenőrzése. A szerkezeti anyagok az ismétlődő igénybevétel esetén folyáshatáruknál kisebb feszültség szinten is eltörhetnek, ezt a jelenséget nevezzük kifáradásnak. A jelenséget először a 19. század második felében August Wöhler német mérnök kezdte el vizsgálni. August Wöhler eredetileg vasúti vagonok tengelyeit kezdte el tanulmányozni, hogy bizonyos terhelések esetén az adott tengelyek átlagosan milyen élettartammal rendelkeznek, így kapta meg a későbbiekben róla elnevezett Wöhler görbékét. Mivel az ilyen adott alkatrészeire irányuló kísérletek nagyon költségesek, ezért egyre több analitikus és numerikus számítási módszer jelenik meg a kifáradásra történő ellenőrzésre. Az egyik ilyen az FKM (Forschungskuratorium Maschinenbau) által először 1994-ben kiadott méretezéssel és kifáradásra való ellenőrzéssel foglalkozó irányelveket magában foglaló könyv. Ezt az FKM már 5-ször is felülvizsgálta, valamint kiegészítette. Ezek a méretező és ellenőrző eljárások első sorban kísérleteken alapuló számítási algoritmusokat tartalmaznak.

TDK dolgozatom célja az FKM által legutoljára 2012-ben kiadott méretezési irányelvek és az egyel korábbi 2003-as példány összehasonlítása, a változások, eltérések kiszűrése, valamint az egyes megváltozott tényezők hatásvizsgálata.

Dolgozatom elkészítése során az FKM 2003-as és 2012-es változatából a kifáradásra történő ellenőrzés algoritmusát vittem fel Excel táblázatba, és ebben vizsgáltam meg különböző esetekben, hogy az algoritmusokban található változások, eltérések számszerűen milyen módon és mértékben hatnak az egyes részeredményekre valamint a végeredményre. Számottevő eltéréseket okozott a konstrukciós tényező és a biztonsági tényező meghatározásának megváltozása. A dolgozatom rámutat, hogy az FKM által kiadott irányelvek folyamatosan változnak és ez a változás igen komoly mértékű is lehet.

Belvízhelyzet javítása műholdas mezőgazdasági technológiák támogatásával (Reducing inland water damages with GPS based technologies)

Vári Gergő Bendegúz BSc
vari.gergo@t-online.hu

Konzulens: Dr. Rádics János Péter, adjunktus, Gép és Terméktervezés Tanszék

Magyarországon a sík és a dombos szántóföldeken is jelentős problémát jelent a belvíz. Az idei évben, a sok csapadék miatt sokszor hallott fogalom a különféle csapadékokból és a felszínre törő talajvízből álló, a felszínen tapasztalható tartós állóvíz, azaz a belvíz. A jelenlegi precíziós talajművelési rendszerekben a nagyobb szintkülönbségekkel bíró földterületeken ez a probléma rétegvonal művelésnek köszönhetően, a modern geo-informatikai rendszerek segítségével hívásával, vízelvezető árkokkal és védősávok alkalmazásával megoldottnak tekinthető. Azonban a közel sík táblákon egészen más a helyzet.

A belvizes sík területek csökkentése érdekében a ma használatos technológiák fejlesztésre és kiegészítésre szorulnak. A sok jelenleg is létező megoldások alkalmazását, a nagy energiaigény, és az esetleges alkalmazási irányelvek korlátozzák. Az egyik ilyen megoldást kínáló korábbi módszer a szivattyúzás, ami nem mindig alkalmazható a víz mennyisége és az elvezető csatorna hiánya vagy telítettsége miatt. Másik a talajlazítás során a szokásosnál lejjebb engedett szerszám, amivel a talaj vízzáró rétegét feltörve a többletvíz a talajban elvezethető. Harmadik módja a vízelvezetésnek a trapéz keresztmetszetű árok létrehozása árokászó szerszámmal, ami a tábla szélére vezeti a vizet.

Ezek helyett egy energiatakarékosabb és lokációs-specifikus megoldásra van szükség a rendelkezésre álló modern technika előnyeit felhasználva. A belvíz kialakulásának két fő oka a szabad lefolyást nem biztosító domborzat, valamint a talaj vízfelvevő és vízelvezető képességének elégtelensége, ami összefüggésben van a vízzáró réteg állapotával.

A dolgozatomban célja lehetséges megoldási módok felvázolása, ami a digitális domborzati térkép és a belvíztérkép felvételén alapszik. Ezen két térkép összevetésével helyspecifikus beavatkozás alkalmazható, ami összhangban van a ma egyre jobban teret nyerő precíziós mezőgazdaság alapelveivel.

Belsőégésű motor vezérlésének vizsgálata

(Analysis of the internal combustion engine valve control)

Peitler Zsolt BSc, Bognár Zsombor MSc
peitlerzsolt23@gmail.com, robotzsombor@gmail.com

Konzulens: Dr. Csobán Attila, adjunktus, Gép és Terméktervezés Tanszék

Peitler Zsolt vagyok a Magyar rallycross bajnokságban versenyzem egy BMW volánja mögött, lassan 6 éve nyúzom a versenypályákat. A sok éves autóversenyes tapasztalataim során azt megtanultam, megtapasztaltam, hogy sok múlik az autók motorjain. Nagyon sok versenyző tesz erőfeszítéseket még több teljesítmény elérése érdekében. Néha előfordul, hogy túl forog a motor és károsodik. Ennek a károsodásnak a legfőbb oka legtöbbször a szelepbelebegés.

A tanulmányunkban ezt a jelenséget vizsgáltuk. A fő kérdés a határfordulatszám pontos meghatározása. A vezérműtengely szelep kapcsolatot dinamikai alapmodell felvételével analitikusan kezdtük vizsgálni. A dinamikai alapegyenletben szereplő tagok egy részét mérésekkel határoztuk meg. A szeleprugó karakterisztikáját a Gép és Terméktervezés tanszék rugóerő mérőjével határoztuk meg. Továbbá a rugó VEM vizsgálatát is elvégeztük a rezonancia katasztrófa kizárása érdekében.

Ugyanis ez is okozhatja a vizsgált probléma keletkezését.

A vezérműtengely pontos profiljának méréséhez egy egyedi mérőberendezést állítottunk össze, ami a főtengelyen elhelyezett szögtárcsából áll és egy speciális adapterből, ami a hengerfejre van szerelve és indikátor óra van rá helyezve. A vezérműtengely kiserelése nélkül megméri a profilját.

Ez a mérés egy út – szögelfordulás diagramot határoz meg, amit átszámítva út-idő függvénnnyé. Amiből meghatározható a szelep sebessége és gyorsulása.

Az analitikus számolás rávilágít a gyenge pontjára a rendszernek, ami a rendszer mozgásban lévő elemeinek a tömege. Az Impulzus deriváltja a gyorsulás és a tömeg szorzata, ami ellen dolgozik a szeleprugónak. A tömeg kis mértékű változása százalékos arányban hatalmas változás, így a legegyszerűbb mód a határfordulat növelésére a tömegek redukálása.

Még a rugó merevségének növelése is emel a határfordulatszámra, de a plusz igénybevételek megterhelhetik a szelepet és a vezérműtengelyt is.

Ahhoz, hogy a számolást alátámasszuk, egy speciális mérést hoztunk létre, ahol egy BMW hengerfejet félbe vágtuk és esztergapaddal egy hajtóművön keresztül meghajtottuk a vezérlését közel 5000 fordulaton. Számítógépes elemzés segítségével állapítottuk meg a mért határfordulatot.

Hídmodell terhelő berendezés tervezése (Designing a model bridge testing device)

**Benke Ádám MSc, Dobai Attila MSc, Varga István MSc, Vatai András BSc, Tóth
Tamás Krisztián MSc**
**rzrbenke92@hotmail.com, dobai.attila.bme@gmail.com, vip.pisti@gmail.com,
andras23vatai@gmail.com, toth.tomi94@gmail.com**

**Konzulens: Dr. Rádics János Péter, adjunktus, Gép és Terméktervezés Tanszék, Dr.
Völgyi István Krisztián Hidak és Szerkezetek Tanszék, Dr. Budaházy Viktor Hidak és
Szerkezetek Tanszék, Juhász Zoltán Műszaki Mechanikai Tanszék**

A Gépész Szakkollégiumot azzal a kéréssel kereste meg az Építőmérnöki Kar Hidak és Szerkezetek Tanszéke, hogy az éves szinten megrendezett hídépítő versenyére tervezzen egy olyan terhelő berendezést, ami egy nemzetközi verseny lebonyolítására is alkalmas színvonalat képvisel. A hídépítő verseny lényege egy a kiírásnak megfelelő hídszerkezet tervezése, ami fajlagosan a legnagyobb terhelést képes elviselni. A követelmények között szerepelnek a felhasználható anyagok, a híd lábainak támaszköze, a szélesség és a vertikális kiterjedés korlátai, valamint a terhelés mérésére szolgáló eszközök felhelyezésére alkalmas hely biztosítása.

A feladat célja egy mobilis, félautomata berendezés tervezése, amely alkalmas a megadott követelmények alapján elkészített híd modellek maximális terhelhetőségének mérésére. A gép alapja egy végeselemes módszerrel, alakváltozásra optimalizált vázszerkezet, amely alkalmas az akár 2 tonnás terhelést is elbíró hídszerkezetek vizsgálatára. A verseny nemzetközi jellege miatt, a követelményekben meghatározott mérnöki igények kielégítése mellett egy „szép” szerkezet kialakítására is törekedtünk.

A berendezés a megrendelőtől kapott utasítások alapján egy 120x120 [mm]-es keresztmetszeten belül elhelyezhető terhelő egységgel fogja a modelleket vizsgálni. Ennek a könnyen felszerelhető terhelő egységnek a feladata, hogy az 1 vagy 2 ponton bevitt terhelő erőt az ~1000 [mm]-es terhelt hosszra egyenletesen eloszlassa, a követelményként megadott -100...+150 [mm]-es mozgástérben. A terhelő elemek alakoptimalizálására végeselemes eszközöket is felhasználtunk.

A terhelés előállításáért egy szervomotorral hajtott egység felel. A vezérlése integrált számítógépes rendszerrel vagy vezeték nélküli kapcsolattal lehetséges. Ezeket az eszközöket érintésvédelmi szempontból megfelelő, és esztétikus védő burkolattal láttuk el.

A működés során a létrehozott elmozdulásokat és terheléseket is mérjük, és a kapott adatokat egy erre a célra tervezett egyedi rendszerben dolgozzuk fel. Ez alapján a terhelési erősebesség és elmozdulás-sebesség görbéket meg tudjuk jeleníteni a kiértékeléshez. A híd elemeinek elmozdulását a szabad szemmel való megfigyelés mellett optikai szenzoros technikával is van lehetőség nyomon követni. Így látványosabban összehasonlíthatóvá válik az eredeti és a terhelt állapot.

**Szerszám-zúzottkő kapcsolat modelljének létrehozása vasúti
pályakarbantartó gépek fejlesztéséhez**
**(Creating the model of tool-rock interaction to improve railway track
maintenance machines)**

Orosz Ákos MSc
oakos92@gmail.com

**Konzulens: Dr. Rádics János Péter, adjunktus, Gép és Terméktervezés Tanszék, Tamás
Kornél, tanársegéd, Gép és Terméktervezés Tanszék**

A vasúti pálya kiemelt fontosságú része a zúzottkő ágyazat, melyet a szerelvények közlekedése közben dinamikus erőhatások érnek. Emiatt az ágyazat folyamatosan mozog, változik, és a szerkezetét alkotó zúzott kövek aprózódása is bekövetkezik. Ezért meghatározott karbantartási időközönként elengedhetetlen a pálya kondicionálása, mely a pályakarbantartó gépekkel történik. Ezen gépek fejlesztése, méretezése és főként a pályával érintkező szerszámok alakjának és anyagának kialakítása eddig főként tapasztalati úton, az élettartam meghatározására irányuló üzemi tesztek alapján történt.

A napjainkban egyre növekvő gazdasági elvárások, illetve a korszerű fejlesztési technikákra való igény ezt a területet is érinti. Fontos, hogy a fejlesztési idő és a költség csökkentését elérjük, hiszen ezen eszközök tesztelésének jelentős költségvonzata van, továbbá komoly időráfordítással is járnak. A tesztelési idők redukálásának egyik lehetősége a pályakarbantartást végző szerszám, és az általa mozgatott ágyazat viselkedésének számítógépes szimulációja. Egy jól megalkotott virtuális modellel elérhető a szükséges adatok kinyerése, időjárási körülményektől és napszaktól függetlenül. A tervezés során megalkotott koncepciók előzetes tesztelése így még a prototípus legyártása előtt véghezvihető. A fent említett szerszám-zúzottkő kapcsolat modelljének megalkotásához a diszkrét elemes módszert (DEM) választottuk. A tervezés alapja jelenleg a legtöbb esetben a szerszám munkavégző felületén ható, becsült nagyságú megoszló erő. Ezen változtathat a DEM módszer, ami test-test kölcsönhatásokból számolva konkrét, helyi erőket ad eredményül, így a segítségével lehetőség nyílik a szerszámmra ható valós erőhatások vizsgálatára. A szerkezetben ébredő feszültségek pontosabban meghatározhatók, és pontosabban becsülhető a várt élettartam.

A feladat kidolgozásának első lépése az információk gyűjtése, ami magában foglalja mérési adatok feldolgozását, a pályakarbantartó gép működésének, felépítésének tanulmányozását, az ágyazatban található elemek alakjának és méretének meghatározását. Az adatok gyűjtését követően a diszkrét elemes modell geometriai és mechanikai tulajdonságainak meghatározása után kiválasztjuk a megfelelő paramétereket, melyeket a későbbi validációkban alkalmazunk. Az így verifikált modell birtokában jó közelítéssel elemezhetőek a gépek működése közben fellépő hatások. A hosszabb távú célok között szerepel a gép tönkremeneteli formáinak vizsgálata diszkrét elemes módszerrel. Az információk alapot nyújtanak a konstrukciók következő generációjának fejlesztéséhez.

A dolgozatban a kutatás jelenlegi részeredményeit mutatjuk be, amely a diszkrét elemes modell elemeinek, paramétereinek és kölcsönhatásainak kidolgozását foglalja magában.

SLS nyomtató tervezése (Designing an SLS 3d printer)

Balla Gergely Bálint MSc
ballagergelybalint@gmail.com

**Konzulensek: Erdősné Sélley Csilla, tudományos segédmunkatárs, Gép és
Terméktervezés Tanszék, Dr. Körtélyesi Gábor adjunktus Gép és Terméktervezés
Tanszék, Dr. Kovács Norbert Krisztián Polimertechnika Tanszék**

Az ipar 4.0 legfontosabb célkitűzése egy fenntartható termelési rendszer létrehozása. Ehhez létfontosságú olyan technológiák fejlesztése, amelyek mellett, hogy rugalmasságuk okán alkalmasak a hálózatra kötött, decentralizált működésre, energia és anyag hatékonyak. Ezen szempontok alapján kézenfekvő az additív gyártási technológiák használata (közismertebb nevén 3D nyomtatás).

A közelmúltban a 3D nyomtatási eljárások közül a legnagyobb ismeretséget az FDM technológia kapta. Az elterjedés lehetőségét a technológia szabadalmának lejárta okozta, amitől a nyomtatók árai alacsonyabbak lettek, ezért váltak széles körben elérhetővé. A legtöbb termék úgynevezett RepRap rendszerű nyílt forráskódú nyomtató. Ezek árai nagyon alacsonyak, de a nyomtatási folyamat sok beállítást igényel, sok esetben még a nyomtatás elkészülése sem garantált, ezért leginkább hobbi gépeknek tekinthetők.

Az általam vizsgált SLS (Selective Laser Sintering) szabadalma a közelmúltban járt le, így itt is megnyílik a lehetőség a széleskörű elterjedésre. Az eljárás nagy teljesítményű lézerrel, por alapanyagot megolvasztva térbeli tárgyat hoz létre. Igen sokféle anyaggal képes dolgozni, és akár a hagyományos gyártástechnológiákhoz hasonló teherbírás is elérhető, így talán az SLS nyomtatás a legalkalmasabb a közvetlen gyártásra. A technológia eddig csupán professzionális gépek szintjén létezett, amelyek ugyan ipari minőségben, nagy megbízhatósággal állítottak elő termékeket, de a mögöttük álló zárt know-how és ökoszisztéma nem tette lehetővé kutatási és fogyasztói felhasználást. Teljes gyártói kontroll az anyagtól kezdődően, a gépen keresztül a szoftverig, mindemellett igen magas ár jellemzi ezeket a nyomtatókat és kellékanyagaikat.

Ezért fontos, hogy a teljes gép fejlett monitoring rendszerrel rendelkezzen nyomtatási folyamat ellenőrzésére. Ezáltal a know-how-t nem ismerő felhasználók is képesek lehetnek sikeres nyomtatások elkészítésére, kísérleti berendezés esetén pedig pontosabban tervezhetőek a kísérletek, gyorsabban, célzottabban érhetőek el kutatási eredmények. A jövő gyártógépeinek alappillére a gépek közötti kommunikáció, ezért ez ipari szempontból is fontos szempont.

Feladatom a technológia lehetőségeinek feltárása után egy olyan alapgép tervezése, ami mellett, hogy ellátja a definíció szerinti funkcióját, egy szélesebb körben terjeszthető megbízható platformot jelent, mind kutatási, mind későbbi fogyasztói célra. Mindemellett fontos, hogy a gép felépítése moduláris legyen, hogy több technológiai megoldást tesztelhessük.

Alakzatfelismerő és szerszámválasztó eljárás fejlesztése számítógéppel vezérelt esztergagép számára

**(Development of a shape recognition and tool selection process for an CNC
turning machine)**

Szűcs Marcell MSc
marcell.szucs@mst.bme.hu

Konzulens: Dr. Zwierczyk Péter Tamás adjunktus, Gép és Terméktervezés Tanszék

Dolgozatomban egy kis létszámú, hallgatói projekt keretében megtervezett esztergagép számára készített alakzatfelismerő és szerszámválasztó gépészeti eljárást mutatok be. Egyszerű működéséből, és alacsony erőforrás-igényéből adódóan széles felhasználói kör számára nyújt megoldást, például olyan tervezők számára, akik szeretnék leellenőrizni az adott geometriát gyártástechnológiai szempontból, vagy nem rendelkeznek CNC-programozói, gépi forgácsoló végzettséggel, esetleg nem áll rendelkezésükre a programokat előállító CAM szoftver.

Az eljárások definiálásakor jelentős mértékben támaszkodtam a különböző CAD rendszerek megismerése során szerzett tapasztalatomra, amely első sorban a különféle geometriai alakzatok parametrikus leírásában, matematikai leképezésében nyújtott segítséget. A Géptervező BSc szakirányon és MSc specializáción megismert tervezőprogramok használata mellett képet kaptam arról is, hogy milyen legyen egy könnyen kezelhető CAD szoftver felhasználói felülete, milyen funkciókra van szükség a hatékony adatbevitelhez.

A tervezett szerszámgép alkalmas változatos, esztergálással előállítható, tengely-szimmetrikus alkatrészek kis- és közepes sorozatban történő gyártására, a folyamat leegyszerűsítésével, magas szintű automatizálásával, korszerű, felhasználóbarát vezérléssel megvalósítva. A projekt célja egy piacképes termék kifejlesztése, mely alkalmas kisebb volumenű forgácsolási feladatok ellátására. Emellett innovatív megoldásaival felkeltheti a gyors prototípusgyártás iránt érdeklődő, kis- és közepes vállalkozások, hallgatói csoportok, műszaki egyetemek és más oktatási intézmények figyelmét.

A fejlesztés során elvégeztem az eljárás számítógépes implementálását is, mely alkalmas különböző, esztergálással előállítható alkatrészek gyártási optimalizációjára, megadott szerszámok felhasználásával. Az alkalmazott megoldások minden esetben visszavezethetők valamilyen gépészeti optimalizálási feladatra, alapvető gyártástechnológiai összefüggésre. A kihívást ezekben az esetekben a szoftveres megvalósítás jelentette.



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

GÉPGYÁRTÁSTECHNOLÓGIA

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

Időpont: 2016. november 17. 8:30

Elnök: Dr. Pálmai Zoltán, címzetes egyetemi tanár

Titkár: Tóth András, tudományos munkatárs

Tag: Dr. Takács Márton, egyetemi docens
Biró István, egyetemi tanársegéd

8:30 Soós Gabriella

Nikkelbázisú szuperötvöztött öntvényalkatrész gyártási
folyamatképességének javítása

Konzulens: Czampa Miklós, tanársegéd

8:50 Vasas Péter

Gyártási folyamat képesség meghatározása kisszériás gyártásnál

Konzulens: Hart Balázs, doktorandusz

9:10 Martonosi Árpád

Manuális és számítógéppel segített CNC programozás összehasonlítása
ipari példán keresztül

Konzulens: Geier Norbert, doktorandusz

9:30 Pék Krisztián

Környezeti hatások vizsgálata a megmunkálás pontosságára

Konzulens: Hart Balázs, doktorandusz

9:50 Seres Dóra Ágnes

Hengerfej szeleptülék megmunkáló célgép korszerűsítése NC technológia alkalmazásával

Konzulens: Czampa Miklós, tanársegéd

SZÜNET

10:30 Pálfi Nikolett

Teljes faktoriális és frakcionális faktoriális kísérlettervvvel nyert információk elemzése, optimumkeresés

Konzulens: Geier Norbert, doktorandusz

10:50 Balázs Barnabás Zoltán

Felület szövetszerkezeti változásainak vizsgálata kisméretű munkadarabok keménysztergálása esetén

Konzulens: Farkas Balázs Zsolt, tanársegéd

11:10 Csorba László

Al₂O₃-TiC vezető kerámia kompozit mikro-szikraforgácsoló fúrásának vizsgálata

Konzulens: Farkas Balázs Zsolt, tanársegéd

11:30 Hettinger Márk

Ballbar alkalmazása szerszámgépek forgó tengelyinek pontossági vizsgálatára

Konzulensek: Dr. Markos Sándor, címzetes egyetemi docens
Hart Balázs, doktorandusz

**Nikkelbázisú szuperötvözött öntvényalkatrész gyártási
folyamatképességének javítása**

**(Improvement of the manufacturing process capability for nickel-based
superalloy casted parts)**

Soós Gabriella BSc
soosgago26@gmail.com

Konzulens: Czampa Miklós, tanársegéd, Gyártástudomány és -technológia Tanszék

A TDK dolgozat fő témája egy nikkelbázisú szuperötvözött öntvényalkatrész gyártási folyamatképességének javítása. A kísérlethez felhasznált alkatrész bizonyos méretei a minőségügyi előírásoknak, elvárásoknak nem felelnek meg, tűréshatáron kívül esnek. A dolgozat kitér a kijelölt alkatrész gyártási folyamatára, majd ismerteti az alkatrész minőségét befolyásoló jellemzőket.

Cél, hogy a gyártási folyamat megvizsgálása során kiszűrjük, hogy mi okozhatja a problémát, illetve megoldási javaslatot tenni ezen kritikus méretek tűrésmezőbe való visszazsorítására, ezáltal minimálisra csökkentve, esetleg megszüntetve a selejtnek minősített alkatrészek gyártását.

A mérőrendszer képességének elemzéséhez R&R vizsgálatot, valamint T-tesztet végeztünk. A kísérleti mérések során a méretek szórását figyeltük meg. A szerszámkopás, illetve nem megfelelő szerszámbeállítás okozott olyan problémát, ami által a tűréshatár közelében szóródnak a méretek. A vizsgált esetben szerszámkorrekció alkalmazását javasoltuk. A tűréshatáron belüli jelentős méretszóródás csökkentésére további megoldást jelenthet a mérési módszer vagy a mérőprogram megváltoztatása.

Gyártási folyamat képesség meghatározása kisszériás gyártásnál (Definition of process capacity in short-series production)

Vasas Péter BSc
vasaspeter1993@gmail.com

Konzulens: Hart Balázs, doktorandusz, Gyártástudomány és -technológia Tanszék

A folyamatképességet mutatom be a TDK dolgozatomban. Elemzem a képességi mutató meghatározási módszereit. Gyártási mérés technikában használatos statisztikai módszerekkel számítom és kiértékelem egy adott szerszámgépen végzett megmunkálás során a folyamatképességet. A mérés kiértékelése után bővebben összefoglalom, hogy a folyamatképesség pontosan miről árulkodik.

A folyamatképesség megmutatja, hogy a folyamat képes-e adott minőségszint teljesítésére, vagy sem. A fogalom segítségével a gyártási megbízhatóság és minőség növelése a cél. Számszerűleg tudjuk jellemezni segítségükkel a meghibásodás előfordulását és a selejtességet.

Modern autógyártó vállalatok manapság is alkalmazzák ezt a mutatót annak érdekében, hogy megfelelő színvonalú termékeket tudjanak előállítani. Az autógyártásban különösen fontos a minőség, előírások által meghatározott szintet kell produkálniuk a gyártóknak. Egy ilyen vállalatnál a hosszú távú működéshez elengedhetetlen, hogy magas minőségi szinten tudjanak előállítani, hiszen ebben az esetben magasabb áron adhatják el az általuk gyártott termékeket, melynek köszönhetően nagyobb profitra tehetnek szert és további fejlesztéseket tudnak folytatni. A folyamatképesség fejlesztésével a költséghatékonyság is növelhető, ami a tömegtermelésben meghatározó szerepű. Fontos, hogy minél kevesebb selejtes darab legyen legyártva, mert nagyobb volumenű termelésnél ezeket a darabokat kevés esetben javítják, hiszen a gyártásukhoz képest sok időt vesz el a javításuk, ezért legtöbbször hulladékként kezelik őket. Minél kevesebb selejtes darabot, hulladékot gyárt le a vállalat, annál költséghatékonyabban dolgozik, ezért a folyamatképesség széles körben ismert és alkalmazott mérőszám a nagyobb és kisebb üzemek körében egyaránt.

A mérés rendkívül fontos az iparban, elengedhetetlen, hogy az eredményeket konkrét számokkal, értékekkel alá lehessen támasztani. Nélkülözhetetlen az előírt szabványok betartásához, emellett reprezentál, így marketing szempontjából is meghatározó lehet a mérőszámok használata abban az esetben, ha összehasonlítható eredményeink vannak a konkurens művekéhez. TDK dolgozatomban célja, hogy bemutassam, milyen következtetéseket vonhatunk le a folyamatképesség ismeretében és hogyan tudjuk ezek tudatában a gyártási hatékonyságot fejleszteni.

Manuális és számítógéppel segített CNC programozás összehasonlítása ipari példán keresztül

**(Comparison of manual and computer aided CNC programming methods
through an industrial example)**

**Martonosi Árpád BSc
marpad1305@gmail.com**

Konzulens: Geier Norbert, doktorandusz, Gyártástudomány és -technológia Tanszék

A mai felgyorsult világban a versenyképességhez és a konkurencia előtt történő haladáshoz elengedhetetlen a piacon felsorakozó gyártással foglalkozó cégek számára, hogy folyamataikat optimalizálják, tökéletesítsék. Ennek a szemléletnek megfelelően célt, hogy a Fémalk Zrt. által alkalmazott manuális CNC programozást összehasonlítsam a számítógéppel támogatott (CAM) programozási módszerrel. Vállalásom lényege, hogy kiderítsem azt, hogy a CAM szoftver alkalmazásával optimális megmunkálási programok készülhetnek-e a jelenleg alkalmazott kézzel írt programokhoz képest. Az összehasonlító elemzés szempontjainak a programozások és az elkészült programok technológiai és gazdasági vonzatait választottam.

A munkámat a témához kapcsolódó hazai és nemzetközi szakirodalom áttekintésével, tanulmányozásával kezdtem. Egy termék CNC gépen történő megmunkálásához szükséges annak NC programja, ez pedig a gyártástervezés egyik végterméke. Éppen ezért fontos volt, hogy elsajátítsam a gyártástervezési lépéseket és a feladatok megoldási módszereit. Az említett termék technológiai tervei régiek, emiatt szükségesszerű volt a gyártástervek újragondolása. Így az irodalomkutatót követően a választott alkatrész gyártástervezését végeztem el. Igyekeztem olyan változtatásokat eszközölni a tervekben, melyekkel tovább csökkenthetem a megmunkálási időket és költségeket. A tervek elkészültével hagyományos módon, manuálisan megírtam a forgácsoló megmunkálás NC programját.

A számítógéppel támogatott programíráshoz szükségem volt a termék gyártására legalkalmasabbnak választott megmunkáló központ CAD modelljére. Ezt az Inventor 2014 szoftverrel készítettem el. A szerszám gép CAM-es környezetbe történő integrálása során felruháztam a gépet a valós jellemzőivel. Ezen feladatokat követően a posztprocesszor fejlesztése következett. Ezeket a feladatokat az Edgcam program segítségével végeztem el és itt történt a megmunkálás mozgáspályáinak meghatározása, majd pedig az NC programgenerálás.

A dolgozatom eredményeképp elkészült egy esettanulmány, mely rámutat a manuális és számítógéppel segített CNC programozás különbségeire valós ipari példán keresztül.

Irodalom:

- [1] M. Peter, K. Dušan, H. Zuzana, M. Dusan, N. Lukasz: The Differences in Programming Production of Thin Walled Components through Various CAM Programs, Procedia Engineering. Vol 149, 2016, pp 321-328
- [2] B.R. Borkar, Y.M. Puri, A.M. Kuthe, P.S. Deshpande: Automatic CNC Part Programming for through Hole Drilling, Procedia Materials Science, Vol 5, 2014, pp 2513-2521
- [3] Szegh Imre: Gyártástervezés, Műegyetem Kiadó, Budapest, 1996.
- [4] Mátyási Gyula: NC technológia és programozás, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2001.

Környezeti hatások vizsgálata a megmunkálás pontosságára
(Investigation of the environmental effects for the machining accuracy)

Pék Krisztián BSc
chrisspek94@gmail.com

Konzulens: Hart Balázs, doktorandusz, Gyártástudomány és -technológia Tanszék

Napjainkban minden vállalat arra törekszik, hogy minőségét növelje alacsony befektetés mellett. Így a dolgozat célja, hogy kialakítsunk olyan mérési módszert, mely képes meghatározni a külső hatásokból adódó pontatlanságok mértékét és ezen hatások csökkentésével vagy kompenzálásával megszüntessük ezen hibákat.

Dolgozatom a külső hatásokat elemzi. Fókuszpontokban a rezgések és a hőhatások vannak, hiszen mindkét csoport képes nagy pontatlanságokat okozni.

Tájékozódást különböző szakirodalmakkal kezdtem, melyek részletesen bemutatták ezen hatásokat. Ezek alapján kidolgoztam egy mérési módszert ISO 230-as szabvány segítségével, hogy megállapítható legyen a hibák mértéke és kiszűrhető legyen, hogy a hibák mekkora része függ a külső tényezőktől. A mérés elvégzése után a kapott eredményekre alapozva, kialakítottam egy megoldást, mely képes csökkenteni a pontatlanságok mértékét, ezzel növelve a termelés hatékonyságát. A korábban kialakított méréssel meghatározzuk a kompenzálás sikerességét és értékeljük a munkánk teljesítményét.

A méréseket és kompenzálást a Gravitás 2000 Kft.-nél végeztem, melynek eredményével remélhetőleg növelhettem a vállalat sikerességét.

Hengerfej szeleplék megmunkáló célgép korszerűsítése NC technológia alkalmazásával

(Modernisation of a valve seat machining single-purpose machine using NC technology)

Seres Dóra Ágnes BSc
seresdagnes@gmail.com

Konzulens: Czampa Miklós, tanársegéd, Gyártástudomány és -technológia Tanszék

A kötelező szakmai gyakorlatom során a befogadó cégnél felismertem egy régóta fennálló, gazdasági és technológiai szempontból is hátrányos megmunkálási problémát. A belsőégésű gázmotorok felújítása folyamán elvégzendő egyik speciális munkafolyamat a jelenlegi feltételek mellett sok időt és nagy gyakorlati tapasztalatot igényel, ami a rendelkezésre álló időtartamra nézve magas kockázatot jelent.

A karbantartás során a motorok hengerfejeit is felújítják. A legtöbb időt igénylő munka a szeleplékek, illetve az ülékek furatainak a megmunkálása. Ez egy szakképzett munkaerőnek komoly feladat, és a sokéves tapasztalat sem zárja ki az emberi hibát a folyamatból. A karbantartási műveletek minden esetben előre egyeztetett időpontban illetve időtartamra vannak tervezve, ezért a pontos és sikeres munkavégzés minden esetben alap követelmény.

A felismert problémát a befogadó cégnél a már meglévő hordozható marógép konstrukció korszerűsítésével lehet kezelni. Létrehoztam egy digitális felületet, ahova a kezdeti paramétereket kell megadni, majd a gép egy előre megírt NC program alapján elvégzi a forgácsoló megmunkálást. A folyamat során a teljesítményingadozással mérhető az anyagleválasztás folytonossága, a furat ovalitása. Mivel biztosítani kell az ülékek beszerelhetőségét, ezért fontos betartani az előre megadott méretlépcsőket. Ezt a követelményt az NC program segítségével, és a mérésekkel be is lehet tartani.

Az átervezés eredményei a gyorsabb munkavégzés, a szakértelem igény csökkenése, a megmunkálási idő redukálása, az emberi hiba kiküszöbölése illetve a selejtelek számának minimalizálása. Megkönnyítettem ezzel a dolgozók munkáját, hatékonyabbá tettem a feladatmegoldást illetve gazdaságosabbá tettem a karbantartást a megrendelők számára.

Teljes faktoriális és frakcionális faktoriális kísérlettervvvel nyert információk elemzése, optimumkeresés

(Analysis of results and optimum search through fractional factorial and full factorial experiment designs)

Pálfi Nikolett BSc
nikipalfi18@gmail.com

Konzulens: Geier Norbert, doktorandusz, Gyártástudomány és -technológia Tanszék

Napjainkban a minőség, a hatékonyság, a költségcsökkentés és a gyors piacra kerülési idő alapvető követelmények. Mindezekén túl a tervezési folyamat során törekednünk kell a környezettudatosságra és a fenntartható fejlődésre is. Birtokunkban olyan szerkezet-és folyamatoptimalizációs módszerek állnak, amelyekkel a fent említett igényeket, követelményeket biztosítani tudjuk.

Dolgozatomban a kísérlettervezés (DOE = Design of Experiment) statisztikai módszereivel foglalkoztam. A kísérlettervezés a statisztikatudomány egyik ága. Feladata meghatározni, hogy optimálisan mennyi és milyen kísérletet kell elvégezni a folyamatra jelentős hatást gyakorló faktorok mellett, hogy az optimalizációs paraméterről, célfüggvényről a legtöbb adatot lehessen gyűjteni a lehető legkisebb ráfordítással, a lehető legpontosabban. Számos kísérlettervezési módszer létezik. Ezek mindegyike más-más mennyiségű és elrendezésű kísérleti beállítást igényel, így befolyásolják a kísérleti eredményeket, a minőséget, a döntéshozatalt. Céлом az volt, hogy a teljes faktoriális és frakcionális faktoriális (Box-Wilson, Taguchi, Central Composite-I, Central Composite-F) kísérletterveket elemezzem a kapott információk mennyisége, pontossága és a kísérletek elvégzésére és kiértékelésére szánt idő és a becsült költség alapján.

A kísérlettervezési módszereket egy 6082 típusú Al-ötvözet forgácsolásán keresztül elemeztem, kísérleteket egy Kondia B640 típusú háromtengelyes NCT100 vezérlésű szerszámgépen végeztem. A forgácsolhatóság elemzését követően kiválasztottam azt a két faktort, amely a folyamatra leginkább hatást gyakorol: a forgácsoló sebességet és az előtolást. Ezen faktorok értékeit variáltam, értelmezési tartományukat meghatároztam. A forgácsolást befolyásoló többi független változó (pl.: fogásvétel, szerszám, hűtő kenő folyadék stb.) értékét azonos szinten tartottam, hogy hatásuk az optimalizációs paraméterekre ne változzon. Optimalizációs paraméternek a forgácsolási erő komponenseinek egyes statisztikai értékeit (pl.: $F_{(x_{max})}$, $F_{(z_{\hat{a}tl})}$) választottam a pontos, reprodukálható és egyszerű mérhetőség miatt. A forgácsolási erőket KISTLER 9257BA típusú háromkomponenses erőmérő cellával mértem.

A kísérletterveket a Minitab 17 statisztikai szoftver segítségével hoztam létre. A kísérleti beállítások elvégzéséhez CNC programot készítettem felhasználói makróhívással.

A kísérleti eredményeket a Microsoft Excel és Minitab 17 szoftverekkel elemeztem. Ehhez statisztikai módszereket alkalmaztam, majd válaszfüggvényeket generáltam a variálandó faktorok és az optimalizációs paraméterek függvényében, és megnéztem azok egymásra gyakorolt hatását. Az optimum pontokat az RSM (válasz felület módszer) segítségével kerestem, másodrendű polinomiális modelleket alkalmazva. Ezt követően megállapításokat tettem a kísérlettervezési módszerekre, és összehasonlítottam őket költséghatékonyságuk,

megbízhatóságuk, pontosságuk és a becsült költség alapján. Kutatásom során elkészült egy esettanulmány, ami segítséget nyújthat a kutatóknak kísérlettervezési módszer választásban.

Irodalom:

- [1] Körtélyesi Gábor (szerk.): Mérnöki optimalizáció, Typotex Kiadó, 2012
- [2] Adler-Markova-Granovszkij: Kísérletek tervezése, optimális feltételek meghatározása, Műszaki Könyvkiadó, Budapest (Mir Könyvkiadó, Moszkva), 1977
- [3] Farooq, Nóvoa, Araújo, Tavares: An innovative approach for planning and execution of pre-experimental runs for Design of Experiments, European Research on Management and Business Economics, Vol. 22, No. 3, pp. 155-161, 2016

Felület szövetszerkezeti változásainak vizsgálata kisméretű munkadarabok keménysztergálása esetén

(Analysis of structural changes in the surface of small size hard turned parts)

Balázs Barnabás Zoltán MSc
balazsbarnabas.z@gmail.com

Konzulens: Farkas Balázs Zsolt, tanársegéd, Gyártástudomány és -technológia Tanszék

A nagy pontosságú keménysztergálás napjainkban egyre gyakrabban alkalmazott eljárás, mely számos esetben a palástköszörülés alternatívájának tekinthető. Alkalmazásával kapcsolatban azonban még számos megoldandó probléma van.

A keménysztergálás egyik fő problémája a keletkező fehérréteg, melynek szövetszerkezete jelentősen eltér az alapanyag szerkezetétől. Kialakulását főleg a szerszám geometriai viszonyai befolyásolják, de hatással vannak a technológiai paraméterek is, úgymint a vágósebesség, előtolás és fogásmélység. A fehérréteg az erős mechanikai- és hőhatás következménye, a munkadarabban kialakuló hőmérséklet mező pedig a szerszám-munkadarab kölcsönhatásának közelében kialakuló hőmérséklet következménye. Felvetődik a kérdés, hogy kisméretű munkadarabok esetén mekkora hőmérsékletnövekedés várható és az milyen változást okoz az egész alkatrész tulajdonságaiban.

Dolgozatomban a kisméretű alkatrészek keménysztergálása során fellépő változásokat vizsgálom. A modellezést 100Cr6 anyagú, edzett állapotú alkatrészekre végzem el. Először az irodalomkutatás eredménye alapján felállított modell segítségével elméleti szinten vizsgálom a munkadarab hőmérsékletének növekedését. A modell az alkatrészbe menő hőteljesítmény és hőmérséklet növekedés közötti összefüggést adja meg, mely segítségével kimutatható a munkadarab méretének hatása. A hőterhelést adiabatikusnak feltételezem, habár a felület hőátadásának nagy szerepe lehet a darab hűtésében. A modell segítségével feltárom az összefüggéseket a darab átmérője és az esztergálás során kialakuló darab hőmérséklet között. Az anyagra vonatkozó hőkezelési információk birtokában megvizsgálom, hogy a számított hőmérséklet növekedés hatására milyen szövetszerkezet várható. A szövetszerkezet változását, a hőhatás modellt kísérletekkel igazolom. A keménysztergálási kísérlethez 62 HRC keménységűre hőkezelt darabokat alkalmazok és egy nagy pontosságú, nagy merevségű szerszámgépen pCBN anyagú szerszámmal forgácsolom. A kísérletek során a forgácsolási erő nagyságát is mérem, mely egyben a forgácsoló paraméterek és forgácsolási erő összefüggés kalibrálására is szolgál.

Az esztergált darabok felületéről szövetszerkezeti felvételeket készítek, mely segítségével elemzem az elváltozásokat. Emellett megvizsgálom a fehérréteg közvetlen közelében a mikro keménység változását.

Az így kapott eredmények alapján felállítok egy összefüggést, mely a forgácsolási paraméterek, munkadarab geometria és anyag ismeretében megadja a várható hőmérséklet növekedést, ezáltal elkerülhetővé válik a munkadarab esetleges kilágyulása.

Al₂O₃-TiC vezető kerámia kompozit mikro-szikraforgácsoló fúrásának vizsgálata

(Analysis of Micro-Electro Discharge (EDM) Drilling of Al₂O₃-TiC Conductive Ceramic Composite)

Csorba László MSc
csorba.laszlo.vilmos@gmail.com

Konzulens: Farkas Balázs Zsolt, tanársegéd, Gyártástudomány és -technológia Tanszék

A miniaturizálás, mint az ipar számos területén teret nyerő jelenség miatt egyre nagyobb a jelentőségük a különleges megmunkálási eljárásoknak. A mikro méretekben történő szikraforgácsolás ma számos kutatás tárgya, mivel a milliméter alatti méretekkel rendelkező geometriai alakzatok megmunkálása kemény anyagokban megfelelő pontosság és felületi minőség mellett nagy kihívás. Ebben a mérettartományban a vezetőképes kerámia anyagok megmunkálásában ígéretesnek mutatkozik az eljárás, a mechanikai anyagleválasztással szemben pedig egyre inkább előtérbe kerül.

Bizonyos méret alatt a hagyományos forgó szerszámmal történő anyagleválasztásnál a kellő forgácsolási sebesség nem elérhető a ma használt legnagyobb fordulatszám mellett sem. Szikraforgácsoláskor számottevő mechanikai erőhatás nélkül lehet megmunkálni, így a szerszám és a munkadarab deformációja nem rontja a minőséget. Fontos azonban, hogy csak vezetőképes anyagok munkálhatók meg ezzel az eljárással, a technológia jellegéből adódóan pedig a hőhatásból adódó kísérő jelenségek okozhatnak gondot, valamint mikro megmunkáláskor a megfelelő felületi érdesség csak kis anyagleválasztási sebesség mellett lehetséges.

A villamosan vezetőképes kerámia anyagok viselkedése szikraforgácsoláskor eltér a fémekétől, különösen igaz ez a vezető anyaggal kompozitként vezetővé tett kerámiákra. Ezeknél az anyagoknál a kisülés okozta hőhatás a komponensek eltérő termikus tulajdonságai miatt repedéseket, beégéseket és szövetszerkezeti elváltozást okoz.

Célom a stabil és jó minőségű technológia paramétereinek optimalizálása módszeres kísérlettervezéssel. A szikraforgácsolás számos technológiai paraméterrel rendelkezik, melyek mindegyike hatással van a kialakulandó felület minőségére, és a folyamat stabilitására. Ilyenek az elektródafeszültség, kisülési áramcsúcs, szikraköz, impulzusidő, követési frekvencia, polaritás stb. A kísérletek során a felület minőségét és a folyamat teljesítménymutatóit vizsgálom: az anyagleválasztási sebességet, az elektróda kopást, valamint az elektróda kopott felületének alakját.

A nagyszámú technológiai paraméter hatásainak vizsgálatára több kísérlettervezési eljárás is ismeretes, melyek közül a sok kutató által alkalmazott Taguchi-módszert választottam. A tervet Minitab szoftver segítségével készítem. A kísérleteket három különböző összetételi arányú Al₂O₃-TiC ötvözet kerámia anyagon végzem el (20, 60 és 80 Al₂O₃ V%), Sarix SX-100 típusú mikro-szikraforgácsoló berendezésen. A teljesítménymutatókat méréssel, illetve a szerszámgép vezérlése által készített fájlokból, a felületminőséget pedig konfokális mikroszkóp segítségével vizsgálom.

A vizsgálat eredményeképpen megkapjuk a stabil szikraforgácsoláshoz szükséges optimális paramétereket, és közelebb kerülünk a kerámia szikraforgácsolási folyamat megértéséhez.

Irodalom:

- [1] Y.H. Guu, H. Hocheng (2013): Electrical Discharge Machining. Advanced Analysis of Nontraditional Machining, Chapter 2
- [2] Muhammad P. Jahan (2013): Micro-Electrical Discharge Machining. NONTRADITIONAL MACHINING PROCESSES: Research advances, Chapter 4

Ballbar alkalmazása szerszámgépek forgó tengelyinek pontossági vizsgálatára

(Accuracy test of machine tool's rotating axis with ballbar)

Hettinger Márk MSc
hettingerm012@gmail.com

Konzulensek: Dr. Markos Sándor, címzetes egyetemi docens, Gyártástudomány és -technológia Tanszék

Hart Balázs, doktorandusz, Gyártástudomány és -technológia Tanszék

A többtengelyes CNC megmunkáló központoknál a forgó asztal a munkadarab orientációját hivatott változtatni a szerszámhoz képest. Ezek a gépek napjainkban a jó hatásfokú és pontos gyártási minőség elengedhetetlen eszközei. A forgó illetve billenő asztalok beállítása igen bonyolult és ezek geometriai hibái komoly hatással vannak a kész munkadarab pontosságára. Ezáltal ezek hibáinak felmérése kulcsfontosságú kérdés a géppontatlanság diagnosztizálásakor. Ha adott lenne egy egyszerű és hatékony módszer, amellyel mérhetők lennének ezeknek a gépelemeknek a hibái, a többtengelyes gépek teljesítményének nagymértékű fejlődését eredményezné.

Jelenleg a forgó tengelyek pontossági mérésére több lehetséges megoldás is létezik, ilyen például a lézeres interferométer forgó indexeléssel, de ezek a módszerek rendszerint drágák, időigényesek és magasan képzett szakembert igényelnek.

A dolgozatom témája a fent említett négy- illetve öt-tengelyes szerszámgépek forgó tengelyeinek pontatlanságának feltárására illetve kimérésére mutat be egy módszert. A mérés során egy ballbart használunk, amely egy hosszmegváltozás érzékelésén alapuló mérőeszköz. Ezt az eszközt elsősorban szerszámgépek lineáris tengelyeinek pontossági méréseire illetve hibadiagnosztikára alkalmazzák.

Dolgozatomban bemutatok egy módszert, amellyel feltárhatók az ISO230-7 szabvány által definiált forgó tengely hibaparaméterek egy ballbar segítségével. Bemutatom az ehhez szükséges matematikai megoldó metódust és ez alapján általam elkészített kiértékelő szoftvert. Bemutatom továbbá a mérés során jelen levő hibaforrásokat és ezek kiszűrésére alkalmas módszereket.

A mérést és annak kiértékelését elvégeztem egy bölcös elrendezésű szerszámgép C tengelyének hibafeltárásán keresztül. Dolgozatomban végül bemutatom ennek eredményeit.



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

MECHATRONIKA

Helyszín: D 401
Időpont: 2016. november 17. 8:30
Elnök: Dr. Ábrahám György
Titkár: Horváth Csongor Márk
Tag: Dr. Tamás Péter, egyetemi docens
Dr. Aradi Petra, egyetemi docens

8:30 Pintér Zoltán Márk, Kun Péter

Önnyomkövető robot tervezése

Konzulens: Budai Csaba, tanársegéd

8:50 Kocsis Péter Koppány

Drónirányítási lehetőségek bővítése microcontrollerrel

Konzulens: Dr. Ekler Péter, adjunktus

9:10 Kiss-Illés Gergely

Virtuális valóságból irányítható mobilrobot

Konzulens: Dr. Fekete Róbert Tamás, adjunktus

9:30 Fazekas Máté, Mészáros Nóra

Önjáró autó pályatervező és parkoló algoritmusának tervezése

Konzulensek: Manhertz Gábor, tanársegéd
Dr. Gincsiné Szádeczky-Kardoss Emese, adjunktus

9:50 Novák Emil Tibor, Sipos Bence

Meteorológiai ballonnal történő mérések és a műszerek biztonságos visszajuttatása

Konzulens: Molnár József tanszéki mérnök

10:10 Horváth Dániel, Losonczy Gábor, Magyar Tamás

Navigációs és vezérlő algoritmus fejlesztése és implementálása AVG robotokra intelligens gyáregységben

Konzulensek: Dr. Erdős Ferenc Gábor egyetemi docens
Beregi Richárd doktorandusz

10:30 Göntér Balázs, Kolozsvári Ádám, Sántha Gergely

Autonóm Halfsize Micromouse robot tervezése és megvalósítása

Konzulens: Dr. Korondi Péter egyetemi tanár

10:50 Petényi József

Orientációbecslő algoritmusok tervezése kvaternió reprezentációval I

Konzulens: Dr. Kalmár-Nagy Tamás egyetemi docens

11:10 Versényi Zsolt, Kriszt Botond, Millner Balázs

Pneumatikus munkahenger pozícionálása Arduino segítségével

Konzulensek: Dr. Czmerk András adjunktus
Dr. Glöckner György adjunktus

11:30 Nagy Attila Tamás

Gumiabroncs töltőanyagának nyomás vizsgálata

Konzulensek: Dr. Oroszvály László c. egyetemi docens
Dr. Hankovszki Zoltán

Ön egyensúlyozó robot tervezése (Design of a self-balancing robot)

Pintér Zoltán Márk BSc, Kun Péter BSc
pinterzoltanmark@gmail.com, p94kun@gmail.com

Konzulens: Budai Csaba, tanársegéd, MOGI Tanszék

A TDK dolgozat célja egy Segwayhez hasonló kétkerekű, egyensúlyozó jármű konstrukciójának tervezése, modellezése illetve szabályozásának vizsgálata. A szerkezetet inverz ingaként modellezzük, ami instabil egyensúlyi helyzettel rendelkezik. A szerkezetet két szabadsági fokú mechanikai rendszernek tekintjük, ahol a szabadsági fokok a kerék és a platform szögelfordulása. A rendszer szabályozását állapot-visszacsatolással valósítjuk meg. A szabályozó tervezését egy LabVIEW-ban elkészített szimulációval segítjük.

A konstrukció tervezése két fő részből tevődik össze, a gépészeti és elektronikai tervezésből. A gépészeti tervezés során olyan alkatrészeket terveztünk, amelyek alapvetően 3D nyomtatással gyárthatóak, ezáltal a kis tömegű és tehetetlenségi nyomatékú a szerkezetet.

Az elektronikai tervezés során, kiválasztottuk a központi vezérlő elektronikát, illetve a szükséges mérőeszközöket. A működtetéshez egyenáramú motorokat használunk. A választott mikrokontroller feldolgozza a DC motorokra kapcsolt enkóderek, valamint a platformhoz rögzített giroszkóp és gyorsulásvezérlő jeleit. A giroszkóp és a gyorsulásérzékelő jelét szenzorfüzióval szűrjük. A mért jelek alapján a mikrokontroller meghatározza a szükséges szabályozó nyomatékot és feszültséget, amelyet PWM jel (impulzus-szélesség moduláció) formájában továbbít a H-hidas motorvezérlőkön át a motorokra.

Drónirányítási lehetőségek bővítése microcontrollerrel **(Expanding the opportunities of controlling quadcopters)**

Kocsis Péter Koppány BSc
peti0510@gmail.com

Konzulens: Dr. Ekler Péter, adjunktus, AUT Tanszék

A dolgozatomban szeretném bemutatni a kutatási és tervezési munkám eredményét, amelyben egy drón irányítását valósítottam meg giroszkóp segítségével. Manapság a drónok, vagy más néven quadcopterek egyre jobban elterjedtek, a szórakoztató funkcióik mellett egyre nagyobb szerepet kapnak az iparban is. Egyszerű felépítése és stabil működése során képes egy helyben is lebegni. Így az irányítása sokkal pontosabb és egyszerűbb lehet, mint a hozzá hasonló repülni képes modelleké. Olyan helyekre is eljuthat, ahova eddig más modell nem.

Alapvető igazság, hogy a pontosabb irányíthatóság óriási előnyt jelent a tudomány bármely területén. Emiatt tűztem ki a kutatási projektem céljának, hogy létrehozzak egy precízebb, test közelebbi irányítási módot, mely még nagyobb élményt és még több funkcionalitást nyújt. A fő szempontok a konfigurálhatóság, az egyszerűség és az alacsony költségek voltak. Ezek alapján jutottam arra, hogy egy létező terméket kötök össze egy microcontrollerrel, mely így bármilyen hozzákapcsolt érzékelő jelei alapján képessé válik a drón irányítására. Mivel célom volt a testközelebi irányítás, ezért döntöttem két általános IMU szenzor mellett, melyeket a kézfejre erősítve, a különböző irányú megdöntéseikkel válhat valóra a vezérlés. Így a futó programtól függően nyújt repülésszerű élményt.

A megvalósításhoz külföldről rendeltem egy kisméretű, egyszerű és olcsó, FQ777-124 típusú drónt, valamint egy Arduino Nano microcontrollert választottam a vezérléshez. Az Arduino rendszer fő előnyei az egyszerű használat, a kedvező ár és jó konfigurálhatóság, mivel széles választékot nyújt a kompatibilis szenzorok terén. Az Arduino Nano az egyik legkisebb alaplap, azonban a teljesítménye hasonló más típusokéhoz és megfelelő számú ki- és bemenettel rendelkezik a projektemhez. A drón irányításának megváltoztatásához a hozzá tartozó távirányítót megvizsgáltam és műszeres méréseim alapján módosítottam úgy, hogy rá lehessen csatlakoztatni a microcontrollert. A projekt során nagyon fontosnak tartottam, hogy azzal, hogy a microcontrollerrel irányíthassak, ne vegyem el azt a lehetőséget, hogy a távirányító normál módon is működhessen. Ezért RJ-45-ös csatlakozókat szereltem a távirányítóra, melyeket megfelelő módon kötve újra használhatóvá válik a távirányító. A precizitás alapfeltétele a minél pontosabb mérés. Ennek érdekében a pontos dőlésszögeket a két MPU6050 típusú, hattengelyű (giroszkóp és gyorsulásmérő) szenzor által mért durva értékeket elemezve, a mérési hibák beleszámításával, Kálmán-szűrővel becsültem. A végeredményként kapott vezérlést kiértékelve, olyan irányítási precizitást kaptam, mely legnagyobb mértékben a programkódtól függ.

Személy szerint kifejezetten rajongok a repülésért, a repülés élményéért. Innen eredt az az ötletem, hogy olyan érzetet keltsék biztonságos és egyszerű keretek között, mint a repülés valós közegben. Ennek az első lépése a mozgásgeometria felismerése, amivel egy repülő egység (pl. egy drón) irányíthatóvá válik. További céljaim között szerepel a vezeték nélküli kapcsolat létrehozása az érzékelők és a vezérlő között, illetve egy megfelelő kamerarendszernek a drónba építése révén, kiterjesztett valóság alapú szemüveg használatával átadni a felhasználónak a világot a drón szemszögéből.

Virtuális valóságból irányítható mobilrobot **(Mobil robot controlled through virtual reality)**

Kiss-Illés Gergely BSc
kissigergely@gmail.com

Konzulens: Dr. Fekete Róbert Tamás, adjunktus, MOGI Tanszék

A projekt célja egy olyan robot létrehozása, amely virtuális valóságon keresztül irányítható. Ez maga a robot fizikai megtervezését összeszerelést jelenti gépészetileg, a különböző alkatrészek összekötését, elrendezését jelenti elektronikailag és magába foglalja ennek a rendszernek a programozását, vezérlésének létrehozását az informatika által.

A robot képes mozogni a talajon a sík minden irányába egyenáramú motorokkal meghajtott kereken. Ezt a mozgást egy Arduino mikrokontroller vezérli, amely Bluetooth kommunikációs lehetőséggel is el van látva. Egy okos telefont hordoz a mobilrobot, amelynek a kamerája vesz egy folytonos videó felvételt, és azt egyidejűleg közvetíti egy másik telefonra. Ez a másik telefon az irányító egység. Az irányító telefonon úgy jelenik meg a kép, hogy az egy Cardboard nevű virtuális valóság megjelenítésére szolgáló headset-ben jól látható legyen. Ez a vezérlő telefon azáltal, hogy a Cardboard headset-et viselő irányító személy merre fordul, üzenetet küld Bluetooth kapcsolaton keresztül az Arduino-nak. Az Arduino egy léptető motort vezérel, amelyre a kamerául szolgáló telefon van szerelve. Tehát a virtuális valóság, amelyben a vezérlő személy mozog, az a robot autó tényleges környezete. A vezérlő telefonhoz egy joystick (gamepad) is csatlakoztatva van, amelynek gombjaival szintén elérhető, hogy a vezérlő telefon üzenetet küldjön az Arduino-nak, amely ez által a mozgató motorokat tudja irányítani egy motorvezérlőn keresztül.

Már ma is léteznek felderítő- vagy mentőrobotok, amelyekkel olyan helyen jár az ember virtuálisan, ahova nem lenne képes eljutni. Például romok közt lehet túlélő emberek után kutatni vagy akár egy másik bolygó felszínét vizsgálni (megfelelő kommunikációs eszközökkel ellátott robot esetén). A projektben készített robottal olyan helyeket lehet felderíteni, úgy mintha valóban személyesen lennénk ott, ahol nem vagyunk jelen, csak a robotot jutattuk oda. Természetesen a környezeti akadályok korlátozhatják ezt, a robot egyszerűségéből adódóan és Bluetooth hatótávolságának korlátozottsága miatt, csak bizonyos körzeten belül lehetséges a mozgás. A robot előnye az irányításában van, amely által nem kell külön figyelniük a kamera forgatására, hanem az automatikusan történik, ahogy mi fordulunk saját magunk körül, ezáltal elég csak a robot síkon való mozgására ügyelnünk.

Összegezve a projekt célja nem egy minden körülmények közt alkalmazható robot, hanem egy irányító személy számára kényelmessé tett irányítás megalkotása egy gyakorlatban alkalmazott robottípuson.

Önjáró autó pályatervező és parkoló algoritmusának tervezése **(Design of path planning and parking algorithm for self driving car)**

Fazekas Máté BSc, Mészáros NóraBSc
f.mate5350@gmail.com, m.nori227@gmail.com

Konzulensek: Manhertz Gábor, tanársegéd, MOGI Tanszék
Dr. Gincsainé Szádeczky-Kardoss Emese, adjunktus, IIT Tanszék

Manapság az autóipar egyik legfontosabb kutatás-fejlesztési ágazata az önjáró autók területe. Több autógyártó is előállt már autonóm járművel, azonban a tökéletesen és minden körülmények között biztonságosan közlekedő önjáró gépkocsi prototípusa még várat magára. Elterjedése számtalan előnnyel járna, így pl. csökkennének a balesetek az utakon, optimálisabb közlekedéssel lerövidülne az utazási idő, csökkennének a káros kipufogó gázok. Egy nemrégiben lezajlott MIT-s kutatás szerint megszüntethetők lennének a városokban kialakult dugók és torlódások az emberi tényező kivonásával.

Projektünk hosszú távú célja egy önjáró algoritmus megvalósítása, számítógépes szimulációja, majd implementálása egy RC modell autóra. A jármű képes lenne lokalizációra, környezetének érzékelésre, optimális útvonal tervezésre és manőverezésre, illetve dinamikus akadályelkerülésre. Végző célként pedig szeretnénk elérni több jármű együttes közlekedésének megvalósítását.

Jelen dolgozat célja egy folytonos görbületű pályatervező algoritmus megvalósítása autószerű robotok önálló parkolásához. A dolgozatban bemutatásra kerülnek az autószerű robotok, a folytonos görbületű pályatervezés alapproblémája és az általunk megvalósított megoldás. Áttekintjük a klotoid ívek leírásához szükséges geometriai alapokat és megtervezzük a pályadarabok összekapcsolásához szükséges almodulokat. A megvalósítás LabVIEW grafikus programozói környezetben történik.

A pályatervezés felhasználását egy automata parkoló algoritmuson keresztül fogjuk bemutatni, ahol fontos az optimális trajektória meghatározása a manőver gyors végrehajtására különösen szűk helyek esetén. A jármű képes a parkolási hely felismerésére ultrahang szenzorok segítségével, és döntéshozatalra a párhuzamos, illetve merőleges beállítások közül. Elsőként egy ívben végrehajtható manővert vizsgálunk, majd a hely szűkítésével több ívben történő beállást hajtunk végre. A folyamat során figyelembe vesszük a környező objektumokat egy ütközésselkerülő algoritmus segítségével. A rendszert implementáljuk egy RC modell autóra, melynek vezérlését egy National Instruments myRIO-1900 típusú beágyazott vezérlőegység végzi.

Meteorológiai ballonnal történő mérések és a műszerek biztonságos visszajuttatása

(Instrumental measurements with meteorological balloons, securing the safety of instruments and data collected)

Novák Emil Tibor BSc, Sipos Bence BSc
emilnovak@mail.com, bence.sipos@hotmail.com

Konzulens: Molnár József tanszéki mérnök, MOGI Tanszék

Pályamunkánk célja bemutatni, miképp lehetünk képesek magas légkörben méréseket végezni és onnan műszert biztonságban visszajuttatni a földre. Az eddig végzett hasonló mérések után a műszer egyszerűen visszazuhan, ezért drága és érzékeny műszerek nehezen használhatóak.

A mérést egy meteorológiai ballonnal történő feljutatással valósítjuk meg, ilyen módon 30 km magasságig is képesek vagyunk folyamatos adatgyűjtést végezni. Az elért maximális emelkedés végén a ballon a nagy nyomáskülönbség miatt kidurran, ekkor indul meg a szabadesés. Célunk érzékeny műszerek használata, ezért szükséges a zuhanás sebességét megfelelően csökkenteni.

A moderált zuhanás kivitelezésére több lehetőség van, többek közt ejtőernyő, mágnesfékkel szerelt rotor, viszont ezen módszerek nem teszik lehetővé a berendezés biztonságos területen való érkezését. Megfelelő lehet e célra egy modellrepülőhöz hasonló kialakítású rendszer alkalmazása, ennek segítségével megadott földrajzi koordinátákhoz tud érkezni az egység.

A műszerek is extrém környezetben vannak alkalmazva, így azok megválasztása igen nehéz feladat. A lehető legtöbb információt szeretnénk kinyerni egyetlen repülésből, így a legkülönbözőbb adatokat rögzítjük. A mérni kívánt értékek: nyomás, hőmérséklet, páratartalom, mágneses térerősség, gyorsulás, ionizáló sugárzás, szélereősség. Emellett fontos és elengedhetetlen elem egy GPS vevő és a GSM modul, mely a zuhanás, vagy éppenséggel a leszállás utáni koordinátákat is küldi. Előbbi pedig hasznos a pontos tengerszint feletti magasság mérésére.

Az egység irányítását, adatgyűjtést és kiértékelést egy mikroszámítógép végezi, ami lehetővé teszi a teljes eszköz költség alacsonyan tartását. Emellett elég nagyteljesítményű ahhoz, hogy akár a leérkezést követően egy kijelző csatlakoztatása után a mért értékekről grafikonokon kapjunk információt.

Navigációs és vezérlő algoritmus fejlesztése és implementálása AVG robotokra intelligens gyáregységben

(Development and implementation of navigation and control algorithm for AVG robots in smart factory)

Horváth Dániel BSc, Losonczi Gábor BSc, Magyar Tamás BSc
daniel.horvath94@gmail.com, connylg@windowslive.com, tamasmagyar123@gmail.com

Konzulensek: Dr. Erdős Ferenc Gábor, egyetemi docens, GTT Tanszék,
Beregi Richárd, doktorandusz, GTT Tanszék

Jelen munkánk egy, a negyedik ipari forradalom (Industry 4.0) tárgyközébe tartozó intelligens gyárakban felmerülő anyagmozgatási problémákra kínál megoldást. Az MTA - SZTAKI Mérnöki és Üzleti Intelligencia Kutatólaboratóriumában található SmartFactory minta gyártórendszer Festo Didactic Robotino® robotjait felhasználva fejlesztettünk és implementáltunk egy külső vezérlésű logisztikai rendszert. Kialakítottuk egy felületet a későbbi fejlesztések számára, mely lehetőséget biztosít több Robotino párhuzamos működtetésére. A fejlesztés során a legfontosabb szempont a megbízható működés és a folyamatos visszajelzés volt. Továbbá nagy hangsúlyt fektettünk arra, hogy a lehetőségekhez mérten az általunk fejlesztett rendszer implementálható legyen más AGV-ket (Automated Guided Vehicle) használó környezetekbe.

Célunk egy olyan külső vezérlésű AGV egység létrehozása, mely bizonyos időközönként visszajelzést ad az állapotáról, megvalósítva ezzel a szállítóegység és a szerver közötti kétoldali kommunikációt. A Robotinoknak egy mikroszámítógépen futó web alapú prototípus diszpécser rendszer segítségével küldhetünk parancsokat standard kommunikációs protokoll (TCP) segítségével, valamint a Robotinok is ezen a módon jeleznek vissza a szervernek az aktuális állapotukról.

TDK dolgozatunk során ismertetjük a negyedik ipari forradalom komponenseit, számunkra releváns trendjeit. Kitérünk a Robotino felépítésére, sajátosságaira, valamint a mozgás, az útvonaltervező és navigációs algoritmusokra. Bemutatjuk a külső vezérlést megvalósító struktúrát, a fejlesztés során felmerülő nehézségeket és azok megoldásait, valamint a további fejlesztési lehetőségeket is.

Autonóm Halfsize Micromouse robot tervezése és megvalósítása **(Design and implementation of an autonomous Halfsize Micromouse robot)**

Göntér Balázs BSc, Kolozsvári Ádám BSc, Sántha Gergely BSc
gonter.balazs@gmail.com, kolozsvariadam@gmail.com, sgeri13@gmail.com

Konzulens: Dr. Korondi Péter, egyetemi tanár, MOGI Tanszék

A Japánban 2009 óta évente megrendezésre kerülő Halfsize Micromouse verseny, olyan komplex mérnöki ismereteket igényel, melyek magában foglalják a mechatronika minden területét. Egy 32x32 cellányi labirintusban egy autonóm navigáló robot építése, mind mechanikailag, mind elektronikai szempontból összetett tervezést igényel, melyet még bonyolultabbá tesz a méretbeli korlát: a cellák mérete mindössze 9x9 cm, melyekben ütközés nélkül kell tudnia haladni a robotnak. A megbízható hardware csak az első lépése a versenynek: a megfelelő bejáró algoritmus és a szabályzás implementálása, majd ezek későbbi optimalizálása igen komoly szoftveres kihívás és a verseny kimenetelét döntően meghatározó feladat. 2015-től a Mechatronika, Optika és Gépészeti Informatika tanszék is megrendezi a versenyt, melyen 2016 nyarán saját tervezésű robotunkkal nevezünk és hardveres kategóriában második helyezést értünk el. TDK dolgozatunkban szeretnénk kifejteni a robot tervezését egészen a hardvertől a szabályzáson át, a bejáró algoritmusig, emellett bemutatnánk a későbbiekben megvalósításra váró koncepcióinkat.

A 2015-ben megrendezett első tanszéki versenyre készített robotunk volt az első prototípus. Sajnos megfelelő elektronikai tervezési ismeretek híján, illetve egy váratlan mikrokontroller meghibásodás miatt nem tudtunk végül elindulni a versenyen, de ezen ismereteket és hibákat felhasználva fejlesztettük tovább robotunkat. Az elmúlt években a japán világbajnokságokon jól szereplő egerek tanulmányozása után alkottuk meg a mostani hardvert, melyet úgy alakítottunk ki, hogy bár rengeteg redundás elemet tartalmaz, ez a fejlett hibakeresést és visszajelzést kitűnően elősegítette.

A tervezés során lényeges volt, hogy a robot pozícióját illetően kellő információ álljon rendelkezésre, így a kerekek szögelfordulásának mérésére egy-egy mágneses enkódert, a környező falak távolságának mérésére pedig négy db infra LED-et használtunk a hozzá tartozó fotodiódával. A pontosabb adatok érdekében egy gyorsulásmérő és giroszkóp párost is bevetettünk, valamint egy WiFi modul is helyet kapott a könnyebb debugolás érdekében. A jelentős mennyiségű adat feldolgozásához egy ARM Cortex M4 alapú mikrokontrollert választottunk.

A robot pozíció-, valamint mozgásszabályozására többféle szabályzást és algoritmust próbáltunk ki, továbbá a zajos adatokból fakadó pozíciótévesztés miatt különféle speciális megoldásokat is bevetettünk.

A feltérképezésre és a későbbi útvonaltervezésre is különböző algoritmusokat próbáltunk ki és saját szimulációs környezetben teszteltük, hogy a mikrokontrollerre már csak a megfelelőt kelljen implementálni.

Jövőbeli terveink között szerepel az egér teljes újratervezése, mind elektronikailag, mind hajtástechnikailag, melynek célja főleg a méretcsökkentés. Mindemellett a szabályzást és a labirintusbejáró algoritmust is optimalizálnánk, ezzel elérve egy sokkal precízebb, gyorsabb robotot, mely akár a világversenyen is megállná a helyét.

Orientációbecslő algoritmusok tervezése kvaternió reprezentációval **(Design of orientation estimation algorithms with quaternion representation)**

Petényi József MSc
jozsef.petenyi@gmail.com

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

Az orientációbecslés klasszikus alkalmazásai hajók, repülőgépek, műholdak stb., míg a feltörekvő területek a robotika, mobil eszközök, emberi mozgás mérés, VR (virtual reality) és AR (augmented reality) szemüvegek.

E dolgozat motivációja quadcopterek pontos és gyors orientációbecslése.

Három orientációbecslő algoritmust fejlesztettünk ki, mely beépített giroszkóp, gyorsulásmérő és magnetométer adatok alapján kiterjesztett Kálmán-szűrő és kiegészítő szűrő segítségével kvaternióként szolgáltatja az eredményt. A szenzorokat lineáris modellel közelítjük, mely tartalmazza az offset-, lépték- és irányhibát és dinamikus hibaként fehér zajt foglal magában. Az algoritmus figyelembe veszi a mágneses zavarok és a gyorsulás okozta bizonytalanságot is. A módszer előnye, hogy a mágneses zavarok nem befolyásolják a vízszinthez képesti becslést, csak az irányt (ez fontos magasáramú kábelek körüli repülésnél). A numerikus szimulációk mellett optikai méréseket végeztünk a BME MOGI tanszékén, melyek referenciaként szolgáltak az implementációnk és a szakirodalomban található két új algoritmusának összehasonlításához.

Pneumatikus munkahenger pozícionálása Arduino segítségével (Pneumatic cylinder positioning with the aid of Arduino)

Versényi Zsolt BSc, Kriszt Botond András BSc, Millner Balázs
versenyi.zsolt@gmail.com balazs.millner@gmail.com, kriszt.botond@gmail.com

Konzulensek: Dr. Czmerk András, adjunktus, MOGI Tanszék
Dr. Glöckner György, adjunktus AUT Tanszék

A pneumatikus rendszerek pozíció szabályozásának megvalósításakor több tényező hatását is figyelembe kell venni. Az általánosan használt villanymotoros beavatkozáshoz viszonyítva több fizikai jelenség is negatívan befolyásolja az elérendő célt. Ebben jelentős szerepet tölt be a munkahenger dugattyúval kifejtett erő közvetítő közegének, azaz a sűrített levegőnek az alacsony merevsége. További nehézség a hengercső és a dugattyú tömítése közötti súrlódás nemlineáris jellege, illetve az esetleges szivárgási veszteségek. A pneumatikus munkahengerek alkalmazásának azok robusztus konstrukciójának köszönhetően ipari környezetben mégis van létjogosultsága.

Munkánk során egy inkrementális útdóval felszerelt pneumatikus munkahenger pozíciószabályozását tűztük ki célul, melyhez a sűrített levegő töltését és leszellőztetését a rendelkezésre álló diszkrét állású szelepekkel valósítottuk meg. Ezeknek a szelepeknek beszerzési költsége a proporcionális szelepekhez képest jóval kedvezőbb, így az ipar számára versenyképes alternatívát jelent hozzájuk képest.

Gumiabroncs töltőanyagának nyomás vizsgálata (Study on Pneumatic Tire Pressure)

Nagy Attila Tamás BSc
t.nagya@yahoo.com

Konzulensek: Dr. Oroszvály László, c. egyetemi docens, GT3 Tanszék
Dr. Hankovszki Zoltán Knorr-Bremse Fékrendszerek Kft

A Tire Pressure Monitoring System (továbbiakban TPMS) [1] olyan felnire szerelhető, általában rádióhullámon kommunikáló gumiabroncs töltőközeg nyomását monitorozó szenzorok, melyek már régóta jelen vannak a haszongépjármű iparban. Első sorban az amerikai kontinensen voltak elterjedtek, azonban az utóbbi időben nagy érdeklődés övezi őket Európában is. Mivel az Európai Unió 2009/40/EC [2], illetve 2010/48/EU [3] direktívájában előírja, 2012. január 1-jétől minden új haszongépjárműben, és 2014. november 1-jétől minden új gépjárműben a keréknyomás ellenőrző rendszerek a kötelező alapfelszereltségrészt képezik.

A TPMS rendszer célja, hogy a vezetőt a jármű keréknyomásának kritikus lecsökkenéséről értesítse, ugyanis az ilyen nem megfelelő üzemi körülmények közötti közlekedés számtalan veszélyforrást hordoz magában. A kihívást e szenzorok szervizelés utáni kalibrálása okozza, azaz a megfelelő szenzor hozzárendelése a megfelelő kerékhez. Ezen feladat első sorban haszongépjárművek esetén sok időt vehet igénybe, mert egy haszongépjármű akár 5 tengellyel is rendelkezhet, valamint ezeken a tengelyeken akár dupla kerekek is lehetnek, így maximálisan 14 abroncs, és ugyanennyi szenzor is tartozhat az adott járműhöz. Emellett a kalibrációs folyamat magában rejtheti a rossz összepárosítási lehetőségét is.

Az időigényességre és a beállítási hibákra is választ jelenthet egy olyan algoritmus, mely menet közbeni keréksebesség méréssel képes az egyes TPMS szenzorokat a megfelelő abroncsokhoz hozzárendelni. Így célomul egy ilyen algoritmus megalkotását tűztem ki. Első lépésként a töltőközeg nyomásváltozásának vizsgálata és megismerése volt szükséges, aminek érdekében egy szimulációs gumiabroncs modellt építettem, mely az abroncsra ható üzemi erőhatásokat térképez fel. Az előbb említett szimulációt kiegészítettem egy véges elemes modellel, melynek segítségével az erőhatásokból kapott hőterhelések hatását tudtam tanulmányozni. Végezetül egy IVECO nyerges vontató segítségével méréseket végeztem az általam megalkotott modellek eredményeinek és hitelességének validálására.

A modellek megalkotásakor végig szem előtt tartottam, hogy a lehetőségekhez mérten mérnöki jóérzéssel is elfogadható legpontosabb becsléseket végezzek. Céлом egy olyan szimulációs háttértár felállítása volt, mely segítségével adatokat tudok kinyerni és mélyebb következtetések levonni. Mindezeknek köszönhetően közelebb jutottam a kívánt kerék kalibrációs algoritmus megalkotásához azáltal, hogy a szükséges befolyásoló tényezőket és összefüggéseket feltérképeztem, amelyekből már felépíthető lesz az algoritmus döntési szerkezete és struktúrája.

Irodalom:

1. Bendix Commercial Vehicle Systems LLC Smart Tire™ Tire Pressure Monitoring System Operator's Manual BW2799 [2014]
http://www.bendix.com/media/documents/products_1/tpms_1/Operators_Manual_BW2799.pdf



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

ORVOSTECHNIKA

Helyszín: MT épület, ATT Anyagvizsgáló laboratórium
Időpont: 2016. november 17. 9:00
Elnök: Dr. Mészáros István, egyetemi docens
Titkár: Károly Dóra, doktorandusz
Tag: Dr. Prodán Miklós, ny. docens
Dr. Major László, főorvos, Honvédkórház

9:00 Asztalos Lilla, Tamási Mária

Koponyaűri áramlásmódosító eszközök összenyomhatóság vizsgálata

Konzulensek: Károly Dóra, doktorandusz,
Dr. Nagy Péter, OKITI,
Dr. Bognár Eszter, OKITI

9:20 Kemény Alexandra

Új típusú gerincimplantátum primer stabilitásának vizsgálata

Konzulensek: Károly Dóra, doktorandusz,
Pammer Dávid, tanársegéd

9:40 Vörös Virág

Biodegradábilis polimer sztent vizsgálata

Konzulensek: Károly Dóra, doktorandusz,
Dr. Kupai József, adjunktus

10:00 Schronk Edina

Nyaki porckorongpótló protézis családelvű tervezése

Konzulensek: Dr. Piros Attila, egyetemi docens,
Szenczi Gábor, Sanatmetal Kft.

10:20 Szünet

10:40 Asztalos Lilla

Sztentek korróziós tulajdonságainak vizsgálata

Konzulens: Dobránszky János, tudományos tanácsadó

11:00 Rochlitz Bence

Lábprotézis tervezése térd alatt amputált betegek számára

Konzulens: Pammer Dávid, tanársegéd

11:20 Pálovics Bálint, Kelemen Máté, Gaizer Bence Tamás

Sztentmintázat leképző szerkezet tervezése és kivitelezése

Konzulens: Károly Dóra, doktorandusz

11:40 Hajdu István

Fogászati implantátumok felületkezelése szemcseszórással

Konzulensek: Károly Dóra, doktorandusz,
Pammer Dávid, tanársegéd

Koponyaűri áramlásmódosító eszközök összenyomhatóság vizsgálata (Compression testing of intracranial intraaneurysmal flow diverter devices)

Asztalos Lilla MSc, Tamási Mária MSc
asztalos.lilla92@gmail.com, t.marika0512@gmail.com

**Konzulensek: Károly Dóra, doktorandusz, Anyagtudomány és Technológia Tanszék,
Dr. Nagy Péter, Országos Klinikai Idegtudományi Intézet
Dr. Bognár Eszter, Országos Klinikai Idegtudományi Intézet**

A szív- és érrendszeri betegségek világszerte a vezető halálozási okok közé tartoznak, a WHO 2012-es adatai alapján minden harmadik halálozeset hátterében ezek a megbetegedések állnak. A betegségcsoporton belül az egyik legsúlyosabb probléma a verőereken tárgult szakaszok, az ún. aneurysmák kialakulása. Az értágulatok egyik legnagyobb veszélye az elvékonyodott érfal megrepedése (ruptura). Az aneurysma megrepedésekor bekövetkező vérzés szövödményeiben a betegek kb. 15%-a meghal, mielőtt a kórházba érne.

Ahogy számos más betegség esetén is, úgy a koponyaűri értágulatok kezelésénél is törekednek a minimálisan invazív műtéti technikák kifejlesztésére. A különböző vaskularis módszerek, például mikrospirál okklúzió vagy áramlásmódosító sztentek alkalmazása is ezt a célt szolgálja.

Az elmúlt évek legújabb vívmánya az agyi értágulatok vascularis kezelési területén a belső áramlásmódosító implantátumok (ún. WEB implantátumok). A gömbszerű, sűrű hálófonatból álló eszközt az értágulat belsejébe helyezik el, ezáltal módosítják az aneurysma és a szülő ércsatorna közti dinamikus folyadékcserét. Előnye, hogy mivel a szülőérbe nem kerül idegen anyag, nem igényel tartós antiaggregációs kezelést. Az eszköz újszerűsége miatt kevés a rendelkezésre álló irodalom, ezáltal rengeteg a kutatási lehetőség.

A klinikai gyakorlatban gyakran választanak az aneurysma méreténél nagyobb implantátumot (orvosi kifejezéssel túlméretezik), így beültetés során az eszköz alakváltoztató hatásnak van kitéve. Dolgozatunkban különböző névleges befoglaló méretekkel rendelkező WEB implantátumok összenyomhatóságát és a sztenttel érintkező felület aránya (SFA) változását vizsgáljuk. A rendelkezésre álló 20 mintadarabról sztereomikroszkóppal axiális és radiális irányból felvételeket készítünk, hogy a tényleges geometriai adatokat és az SFA értékeket meghatározzuk. Az alakváltozás SFA értékre gyakorolt hatását az implantátumok különböző belső átmérővel rendelkező üvegcsövekbe helyezésével figyeljük meg. Az összenyomhatóság vizsgálatokat mind axiális, mind radiális irányban elvégezzük. A mérési eredmények tekintetében megállapítható az alakváltozás mértékének és az SFA érték változásának a kapcsolata különböző irányú terhelések esetén. A nyomóvizsgálatok alapján meghatározható az összenyomáshoz szükséges erő és az implantátum maradó alakváltozása. A kutatás eredményei alapján megállapítható, hogy a különböző névleges geometriájú implantátumok esetén milyen hatással jár a túlméretezés.

Új típusú gerincimplantátum primer stabilitásának vizsgálata (Examination of the primer stability of a novel spine implant)

Kemény Alexandra BSc
szasza.kemeny@gmail.com

**Konzulensek: Károly Dóra, doktorandusz, Anyagtudomány és Technológia Tanszék,
Pammer Dávid, tanársegéd, Anyagtudomány és Technológia Tanszék**

Napjainkban nagyon gyakoriak a gerinccel kapcsolatos megbetegedések. A fiatalok körében legfőképpen a gerincferdülés okoz problémát, amelynek egy része bizonyos ferdületig gyógyítható alternatív módokon (tartásjavító fűzővel illetve gyógytornával), viszont számos esetben ezek nem bizonyulnak elegendőnek, illetve túl későn veszik észre a betegséget, így a korrekció eléréséhez műtéti beavatkozása kerül sor. Természetesen a konzervatív, vagyis nem műtéti módszereket is folyamatosan fejlesztik, hogy minél többen elkerülhessék a beavatkozást, amely során a gerinc egy szakaszát, vagy súlyosabb esetekben egészét lemerevítik. A gerincferdülés nemcsak az optikailag rossz testtartás, és legtöbbször deréktáji fájdalom miatt lehet súlyos, hanem bizonyos esetekben belsőszervi elváltozást is okozhat, aminek krónikus következményei lehetnek a beteg élete során.

Ha műtetre kerül a sor, amely Magyarországon igen gyakori, a műtéti technika hatékonyan segít a betegeken. Az implantátumok behelyezése minden esetben hátsó feltárásból történik, azaz a háton szükség szerint akár 20-30 cm-es hosszanti vágást ejtenek. Az izmok eltávolítása után a gerinccsigolyákba fúrják be a csavarokat, amely nagy szakértelmet igényel a gerincvelő és idegek közelsége miatt. A behelyezett csavarokat a csavarfejbe illeszkedő rudakkal rögzítik össze, amelyek ezután a betegben maradnak élete végéig, azaz akár 80 évig is a beavatkozás után.

Fontosnak tartom a műtétekhez használatos implantátumok fejlesztését, amely nagyban elősegítheti a gyorsabb felépülést, illetve a jobb implantátum-csont kapcsolat elérését. Jelen dolgozatomban egy saját tervezésű gerincimplantátum primer stabilitását vizsgálom esztergált és homokszórt felületek esetén szabványos eljárásokkal. Ismert, hogy egy bizonyos felületi érdesség kedvez a csontképző sejtek megtapadásának és elszaporodásának, de a gerincimplantátumok esetén a mai napig folynak a kutatások, és nincsen egy olyan implantátumrendszer sem, amely egyértelműen jobb a versenytársaknál. Ez igaz az implantátum geometriára és a felületkezelésre is. Célom, hogy megtaláljam az optimális implantátumot, amely képes megfelelő stabilitást biztosítani a beteg gerincének.

Biodegradábilis polimer sztent vizsgálata **(Studies of biodegradable polymer scaffold)**

Vörös Virág BSc
flowerred96@gmail.com

Konzulensek: Károly Dóra, doktorandusz, Anyagtudomány és Technológia Tanszék,
Dr. Kupai József, adjunktus, Szerves Kémia és Technológia Tanszék

Az Egészségügyi Világszervezet legújabb felmérései szerint a kardiovaszkuláris betegségek még mindig első helyen állnak a halálos kimenetelű kórok listáján. 2012-ben 17,5 millió ember hunyt el ilyen betegségekben, amely 31%-a a globálisan összesített elhalálozásoknak. Ebből 7,4 millióan haltak meg koszorúér-betegség miatt, amelyek fő kiváltó oka az artériák szűkülete, a felhalmozódott lerakódások következtében.

A már kialakult betegség korai felismerése és annak korszerű orvostechikai eszközökkel való kezelése nagyban hozzájárul a szövődmények elkerüléséhez és a halálozások számának csökkentéséhez.

A leggyakoribb kezelési mód az úgynevezett sztent beültetés, amely során egy hálós szerkezetű értámaszt helyeznek a szűkült területre, ezzel kitágítva és megtámasztva az eret, így biztosítva a vér szabad áramlását. A sztentek alapanyaga általában valamilyen fém ötvözet (kobalt-króm, platina-króm, korrózióálló acél), de már megjelentek a polimerből készült (politejsav) lebomló implantátumok is.

Ugyan a biológiailag lebomló sztentek elméletben minden tulajdonságukkal megfelelnek a különböző komplikációk elkerüléseinek érdekében folytatott törekvéseknek, a kutatások eredményei mégsem támasztják alá abszolút hasznosságukat (pl.: thrombosisok száma).

Nem tudjuk, hogy valóban lebomlanak-e a gyárilag meghatározott időintervallum végére, illetve a bomlás körülményeiről sem ismerünk adatokat: például milyen tulajdonságú darabokra töredezik szét az eszköz és mi történik az érben ezekkel, milyen kémiai reakciók mennek végbe a bomlás folyamán és ezek hogyan befolyásolják a végső kimenetelt. Szintén kevés adat áll rendelkezésre az eszközök mechanikai tulajdonságairól: mekkora az a radiális terhelés, amit még elvisel a sztent, milyen az eszköz hajlékonysága, milyen tágitási tulajdonságokkal rendelkezik.

Dolgozatomban az új biológiailag lebomló sztentek kémiai és mechanikai tulajdonságainak vizsgálatával ezekre a kérdésekre keresem a választ, illetve összehasonlítom funkcionális tulajdonságait a már régóta használt fém sztentekével.

Nyaki porckorongpótló protézis családelvű tervezése

(Family table design of cervical disc prosthesis)

Schronk Edina MSc
schronkedina@gmail.com

Konzulensek: Dr. Piros Attila, egyetemi docens, Gép- és Terméktervezés Tanszék,
Szenczi Gábor, Sanatmetal Kft.

Nyaki gerincszakasz porckorongját ért trauma esetén, ha a konzervatív gyógymódok nem segítenek, a sérült porckorong eltávolításra és pótlásra kerül. Amennyiben a porckorong környezete egyáltalán nem, vagy csak kevésbé károsodott, a szegmentum (porckorong, az őt körülvevő csigolyatestek és a hátulsó kisízület) fúziós elmerevítése helyett mozgásmegtartó protézist ültetnek be.

A mozgásmegtartó porckorongpótló protézis alkalmazásának előnye a fúziós technológiával szemben, hogy a porckoronghoz hasonlóan lehetővé tesz előre-hátra hajlítást, csavarást, translációt, némelyik protézis még axiális összenyomódást is. Ezáltal nem ró többletterhelést a szomszédos szegmentumokra, segít megőrizni azok épségét.

Amikor több szegmentum is károsodott, és az alany már nem annyira fiatal (pl. 50 év körüli), alapvetően fúziós eljárást alkalmaznak, ám ezt kombinálják a mozgásmegtartó protézis használatával: az egészséges gerincszakaszhoz közelebbi területre ilyen protézist ültetnek be. Ezt a technikát nevezik hibrid eljárásnak.

A szakirodalom kutatás után tanulmányoztam a jelenleg piacon kapható protézisek tulajdonságait: geometriai kialakítás, mozgástartomány, anyagválasztás, stabilitás, méretvariáció stb. szerint. Orvosokkal folytatott konzultáció kapcsán összegyűjtöttem azokat a tulajdonságokat, amelyeket ötvözni kellene egy új protézis tervezésénél. Megoldási vázlatokat alkottam, és az értékelő szempontrendszer segítségével konzulenseimmel kiválasztottuk azt, melynek részletes kidolgozásába fogtunk.

A PTC Creo 3.0 program segítségével 3D-s modellt készítettem, melyet folyamatosan finomítottunk. Anyagválasztás után végelelemes szimulációt is futtattam a konstrukció rugalmasságának meghatározására. Mivel ez nem közelítette kellőképpen a szakirodalomban talált eredményeket, más kialakítás mellett döntöttünk. Az eddigi modellezés során megállapítottam, hogy a meglévő modellen igen nehéz, körülményes nagyobb változtatásokat eszközölni.

Ezért komolyabb eljáráshoz, az ún. skeleton modellezéshez folyamodtunk, melynek lényege, hogy térbeli alakzatok létrehozása helyett először jól átgondolt síkbeli vázlatokat alkotunk. Majd ennek elemeit használjuk fel a 3D modell kialakításánál, amely így könnyebben módosítható, jól átlátható. Lehetőség van ún. motion skeleton összeállítás létrehozására is, melynek révén a protézis mozgását is szimulálni tudjuk.

A tervezésnél figyelembe kellett venni, hogy antropometriai szempontból is különbözőek vagyunk, sőt egy egyén esetén is különböző a csigolyák mérete, a közöttük levő részmagasság, ezért többféle méretvariáció létrehozása indokolt. Ez könnyen megoldható, ha rendelkezésünkre áll egy olyan modell, amelynek méretei megfelelőek, illetve átgondoltuk, hogy a többi protézist milyen arányok megtartása mellett szeretnénk létrehozni.

A PTC Creo program egy parametrikus szoftver, kivitelezhető benne az ún. családelvű tervezés. Bizonyos akadályok leküzdése után, a paraméterek ismeretében le tudtuk generálni a különböző méretű mintadarabokat, a „családtagokat”. Elkészült a prototípus 3D nyomtatott verziója is, a terméken jelenleg, ipari megbízású projekt lévén, gyártástechnológiai fejlesztéseket végzünk.

Sztentek korróziós tulajdonságainak vizsgálata **(Examination of corrosion properties of the stents)**

Asztalos Lilla, MSc
asztalos.lilla92@gmail.com

Konzulens: Dobránszky János, tudományos tanácsadó, Anyagtudomány és Technológia Tanszék

A szív és az érrendszer megbetegedései a modern társadalom vezető halálocai. Évente több tízmillió ember halálát okozza koszorúér-szűkület, a megbetegedések egészségügyi, gazdasági és szociális hatása egyre jelentősebb. A halálozási arány dinamikus növekedésével egyre nagyobb hangsúly helyeződött a betegségek megelőzésére és hatékony kezelési és diagnosztikai módszerek kifejlesztésére. Az érszűkületek katéterterápiás kezelésének rohamos fejlődése az 1900-as évek közepén indult meg, az első ballonkatéteres tágítást 1977-ben végezték el, majd 9 évvel később Jacques Puel francia és Ulrich Sigwart német orvosok sikeres koszorúersztent-implantációt hajtottak végre. A műtéti metodika fejlődése magával vonzotta az eszközök fejlesztését is. Az első sztentek egyszerű, Phynox alapanyagú fémhálók voltak, amelyeket kézzel nyomtak rá a beavatkozás előtt a ballonra. Számos kutatás és fejlesztés eredményeképp a 2000-es évek elején jelentek meg a mai, Co-Cr vagy Pt-Cr ötvözetekből készült, cső előgyártmányból lézersugaras vágással előállított, ballonra krimpelt, hatóanyag-kibocsájtó bevonatú sztentek.

Beültetés után a sztentek a páciens haláláig a szervezetben maradnak, az ér kötőszöveti – a páciens egészségi állapotától és genetikájától függő sebességgel – fokozatosan ráépülnek a sztentre, amíg az végül az érfal részévé nem válik. Súlyos szűkületek esetén gyakran nem csupán egy, hanem több sztentet is beültetnek azonos érszakaszra, akár egymásba tágítva is. Az ércsatornában áramló vér a korróziós jellegű károsodási folyamatoknak kedvező környezetet biztosít.

Dolgozatomban Fe-Cr-Ni-Mo, Co-Cr és Fe-Pt-Cr ötvözet alapanyagú sztentek korróziós vizsgálatát mutatom be. A mérések helyszíne a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft. korróziós laboratóriuma volt. A vizsgálatokat 36°C-os, 0,9 m/m%-os sóoldatban végeztem, hogy a valós körülményeket minél jobban megközelítő környezetet hozzak létre. A tesztek 24 órán át tartottak, közben potenciodinamikus és ciklikus voltammetriás vizsgálatokat végeztem. A mérési eredményekből kiszámolható a sztentek korróziósebessége a mérési környezetre vonatkozóan, továbbá a regisztrált áram-potenciál görbén megjelenő csúcsok és platók alapján következtethetünk a fém/elektrolit határfelületen végbemenő elektródfolyamatokra.

Lábprotézis tervezése térd alatt amputált betegek számára **(Foot prosthesis design for transtibial amputees)**

Rochlitz Bence BSc
rbence94b@gmail.com

Konzulens: Pammer Dávid, tanársegéd, Anyagtudomány és Technológia Tanszék

A végtagvesztésnek számtalan különböző oka lehet, és minden esetben az életminőség romlásához vezet. Éppen ezért a hiányzó végtagok pótlása, a páciens eredeti mozgásképeségének és életminőségének visszaállítása, illetve annak megközelítése régóta magas prioritással bír az orvostechikában dolgozók számára.

A térd alatti amputáció a leggyakoribb formája a végtagvesztésnek. Ilyen esetben a láb és boka egységét és annak igen fontos funkcióit protézissel kell pótolni. Ezek a funkciók az ütéscsillapító képesség, a stabilizálás, a talajhoz való alkalmazkodás, valamint az erő kifejtés és az elmozdulás segítése. A mozgás során a boka jelentősen több munkát végez, mint a térd és a csípő, a boka izmai az általuk tárolt energiának többszörösét szolgáltatják vissza.

Jelenleg igen sokféle lábprotézis elérhető a felhasználók számára. A passzív protézisek a mechanikai energia tárolásán és visszaadásán alapulnak, azonban természetükből adódóan nem képesek hasonló mennyiségű energiát biztosítani, mint az egészséges láb. Ezt célozzák meg az aktív protézisek, amelyek viszont költségesek.

Alsó végtagi protézisek tervezésénél a meghatározó szempont a páciens aktivitási szintje. Ezt egy 0-tól 4-ig terjedő skála adja meg. A 3-as aktivitási szint stabil, különböző sebességgel való járást feltételez. Ez a dolgozat egy, ezeket a követelményeket minél jobban kielégítő passzív lábprotézis tervezésével foglalkozik. A tervezés célja minimális disszipáció elérése szénszál erősítésű kompozit használatával, azaz magas energia visszaadás az elrugaszkodás alatt, továbbá folytonos átgördülés a támaszkodó fázis során és megfelelő stabilitás biztosítása a kényelmes mozgás érdekében.

Sztentmintázat leképző szerkezet tervezése és kivitelezése (Designing and building a stent pattern scanning device)

Pálovics Bálint BSc, Kelemen Máté BSc, Gaizer Bence Tamás BSc
balintpalovics@gmail.com, kelemen.mate.12@gmail.com, bencegaizer@gmail.com

Konzulens: Károly Dóra, doktorandusz, Anyagtudomány és Technológia Tanszék

A szív- és érrendszeri megbetegedések korunk legtöbb áldozatot követelő betegségei szerte a világon. A sokunkat fenyegető érszűkület korszerű kezelése során egy ballonkatéter segítségével az ér megfelelő szakaszába juttatnak egy hengeres fémhálót, úgynevezett sztentet. A szűkületet és azzal együtt a sztentet is feltágítják, majd a katéter eltávolítása után az ott maradó sztent felel az ér feltágult átmérőjének megtartásáért és a megfelelő véráramlás lehetővé tételéért. Ezeket a sztenteket napjainkban sokféle anyagból és sokféle mintázattal gyártják. Attól függően, hogy hová kerül behelyezésre a sztent, különböző igénybevételeknek van kitéve. A mintázat tanulmányozása nagyban segíti az orvosok döntését, hogy az adott körülményekhez a legmegfelelőbb sztentet tudják kiválasztani.

Jelen dolgozat a sztentek felületének síkba való leképzésére irányuló szerkezet tervezésének és kivitelezésének a dokumentációja. Szó esik a különböző tervezési szempontokról, amelyeket figyelembe vettünk, valamint a kivitelezés során felmerülő nehézségekről, továbbá részletesen leírja a megvalósítás lépéseit és annak a magyarázatát.

A dolgozatunk célja egy olyan működőképes eszköz megtervezése és elkészítése, amely képes nagy felbontású képek készítésére a sztentek palástfelületéről. A szerkezet körbeforgatja a sztentet kis sebességgel, míg egy álló szkennervej elkészíti a kívánt képet, amely már alkalmas minimális utómunkálattal követően a további elemzésre, következtetések levonására. Célunk továbbá a kapcsolódó irodalom megismerése és mélyebb tudás szerzése a témakörben.

Fogászati implantátumok felületkezelése szemcseszórással (Surface treatment of dental implants with grit blasting)

Hajdu István MSc
hajdu999@gmail.com

**Konzulensek: Károly Dóra, doktorandusz, Anyagtudomány és Technológia Tanszék,
Pammer Dávid, tanársegéd, Anyagtudomány és Technológia Tanszék**

Napjainkban a legelterjedtebb betegségek közé tartozik a fogszuvasodás. Világszerte a gyermekek 60-90%-a, illetve a felnőttek közel 100%-a szembesül ezzel a kínzó problémával. Ha a beteg fogakat nem kezelik időben szakorvossal, akkor az gyakran az adott fog elvesztéséhez vezet. A tudomány és a technológia fejlődésével azonban ma már a foghiány, mint probléma is áthidalható fogászati implantátumok alkalmazásával [1].

Ezen implantátumokat manapság szinte minden esetben felületkezelik a biokompatibilitás javítása és az osztointegráció (csontba való beépülés) felgyorsítása érdekében, ami a páciensek gyógyulási idejének rövidülését segíti elő. A leggyakoribb felületkezelési eljárások a következők: szemcseszórás, kémiai maratás, elektropolírozás, anódos oxidáció és különböző felületi bevonatok alkalmazása. Ezeket az eljárásokat gyakran egymással kombinálva alkalmazzák a lehető legjobb felület kialakítása érdekében [2].

Kutatási munkám során a homokszórás folyamat technológiai paramétereinek hatását vizsgáltam a felületi érdességre és az osztointegrációra. Ehhez szükségem volt egy olyan szerkezetre, mellyel az adott felületkezelési eljárás megvalósítható, így először egy homokszóró berendezés megtervezését, megépítését és beüzemelését végeztem el. A következő lépés a szükséges befogók tervezése és gyártása volt, mely során elkészítettem egy olyan készüléket, mellyel a főbb technológiai paraméterek (szórási távolság, idő, szög) egyszerre változtathatóak a szórás folyamat során.

A homokszóró berendezés és a szükséges készülékek elkészítése után korong alakú titán próbatesteken végeztem felületkezeléseket. Szóróanyagként alumínium-oxidot használtam, melynek keménysége meghaladja a titánét, így a minták felületéről anyagot tudtam leválasztani, ami növelte a felületi érdességet. Célként tüztük ki az esztergált és a homokszórt minták összehasonlítását. Ehhez a minták felületére sejteket helyeztünk, melyek életképességét és oszteogén aktivitását mértük meghatározott időközönként.

Irodalom:

[1] <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs318/en/>

[2] In Sung Yeo: Reality of Dental Implant Surface Modification: A Short Literature Review. The Open Biomedical Engineering Journal, vol. 8. pp. 114-119., 2014



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

POLIMER TECHNOLÓGIA

Helyszín: T épület 3. emelet Polimertechnika Tanszék könyvtár
Időpont: 2016. november 17. 8:30
Elnök: Prof. Dr. Czvikovszky Tibor, professor emeritus
Titkár: Dr. Kiss Zoltán, adjunktus
Tag: Dr. Pölöskei Kornél, adjunktus

8:30 Felnagy Dávid

Többfészkés fröccsöntő szerszámok hibaelemzése

Konzulensek: Dr. Kovács József Gábor, egyetemi docens
Dr. Suplicz András, adjunktus

8:50 Kocsis Dávid

Polipropilén alapú termoplasztikus elasztomerek fejlesztése dinamikus vulkanizáció segítségével

Konzulensek: Dr. Bárány Tamás, egyetemi docens
Dr. Kmetty Ákos, adjunktus

9:10 Horváth Kristóf

A csigacsúcs fröccsöntési folyamatra és termékminőségre gyakorolt hatásának vizsgálata

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

9:30 Szabó Eszter

Fröccsöntő szerszámok elosztócsatornájának elemzése

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

9:50 Kovács Dénes Zoltán

Additív technológiával készült fröccsöntő szerszám vizsgálata

Konzulensek: Dr. Kovács Norbert Krisztián, adjunktus
Zink Béla, doktorandusz

10:10 Balázs Benjamin

Additív gyártástechnológiák pontossági osztályozhatóságának vizsgálata

Konzulensek: Dr. Kovács Norbert Krisztián, adjunktus
Dr. Bakonyi Péter, adjunktus

Többfészkés fröccsöntő szerszámok hibaelemzése **(Defect analysis of multicavity injection molds)**

**Felnagy Dávid MSc I. évf.,
felnagydavid@t-online.hu**

**Konzulensek: Dr. Kovács József Gábor, egyetemi docens, Polimertechnika Tanszék
Suplicz András, adjunktus, Polimertechnika Tanszék**

A dolgozat célja többfészkés fröccsöntő szerszámok hibajelenségeinek elemzése és azok megoldási módszereinek kidolgozása. Az elsődlegesen vizsgált hibajelenség a fröccsöntő szerszám polimer alapanyag általi jellegzetes szennyeződése.

A fröccsöntés az egyik legtermelékenyebb és leginkább elterjedt műanyaggyártási technológia, amely esetében az ömledékállapotú polimer alapanyagot nagy sebességgel, szűk beömlőnyíláson át zárt fröccsöntő szerszámba juttatjuk, amelyben a nagy nyomás alatt kihűlő polimerből kialakul a termék; megtörténik az alakadás.

A fröccsöntő szerszámokat az elosztócsatornában lévő polimer alapanyag hőmérséklete és fizikai állapota alapján feloszthatjuk hidegcsatornás, szigetelt csatornás és forrócsatornás szerszámok csoportjára. A dolgozatban vizsgált hibajelenség a kétlapos, hidegcsatornás, önsorjázó szerszámok jellemző rendellenessége, amely esetben a szerszámnyitás vagy termékeltávolítás közben megvalósuló önsorjázás során a polimer alapanyagból porózus, szemcsés szennyeződés válik le, amely a szerszámfelületre tapad. A jelenség idővel számottevően befolyásolhatja a gyártott termék minőségét [1-2].

Dolgozatomban vizsgálom a hibajelenség időbeni viselkedését, fizikai leírásának lehetőségét és lehetséges megoldási módszereit. Kiemelten elemzem az elosztócsatornában az áramlást befolyásoló elemeket. Szimulációkat végzek ezeknek az elemeknek a hibajelenségekre gyakorolt hatásairól, felmérve jelentőségüket a fröccsöntő szerszámok fejlesztése szempontjából [3].

Irodalom:

- [1] Michaeli W., Menges G., Mohren P.: How to Make Injection Molds. Hanser Publishers, München (2001).
- [2] Beaumont J. P.: Runner and Gating Design Handbook. Hanser Publishers, München (2004).
- [3] Beaumont J. P., Young J. H., Jaworski M. J.: Mold Filling Imbalances in Geometrically Balanced Runner Systems. Journal of Reinforced Plastics and Composites, 18: 572-590 (1999).

Polipropilén alapú termoplasztikus elasztomerek fejlesztése dinamikus vulkanizáció segítségével

(Development of polypropylene-based thermoplastic elastomers with dynamic vulcanization)

**Kocsis Dávid MSc II. évf.,
kocsis.david92@gmail.com**

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

Dr. Kmetty Ákos, adjunktus, Polimertechnika Tanszék

Napjaink egyik legfőbb kihívása az iparban keletkező polimer hulladék újrahasznosítása. Ez különösképpen igaz az elhasznált gumi alapú termékek esetén, mint például a hulladékká váló, selejt gumibroncsok, szállítószalagok stb. Ugyanis e termékek mátrixanyagát térhálós szerkezetű, vulkanizált elasztomerek alkotják, így közvetlenül a hagyományos ömledék feldolgozási technológiákkal nem újrafeldolgozhatók. A legjobb megoldást a térhálós elasztomerek teljes mértékű devulkanizációja jelentené, lehetővé téve ezáltal az újbóli felhasználhatóságukat más gumi termékekben, mint például termoplasztikus elasztomerekben (TPE). A TPE-k a polimerek egy széles anyagcsaládját alkotják, amelyek emelt hőmérsékleten megömleszthetők, míg az üzemelési hőmérsékletükön gumiszerű tulajdonságokkal rendelkeznek. A TPE-k egyik fő csoportját a termoplasztikus dinamikus vulkanizátumok (TDV) képezik, amelyeknél a kompaundálás során megvalósul a gumifázis „in situ” vulkanizációja és finom eloszlása is. A fő hipotézisünk az, hogy ezen elasztomer fázis helyettesíthető (legalább részben) devulkanizált gumiőrleménnyel (GTR), amely a kompaundálás közben revulkanizálható.

Jelen tanulmány célja polipropilén alapú TDV-k fejlesztése egyirányba forgó, ikercsigás extruder segítségével. Az alkalmazott gumikeverék receptúrája a gumibroncsok összetételét szimulálja (természetesen leegyszerűsítve), ennek megfelelően a fő alkotóelemei a természetes kaucsuk (NR), és a sztirol-butadién kaucsuk (SBR). A gumikeverék hengershéket alkalmazva készült el, majd egycsigás extruderen sor került a hengerpalást kör keresztmetszetű, vulkanizálatlan kaucsukszállá való átalakítására. A különböző összetételű TDV-k gyártása egyirányba forgó, ikercsigás extruderen valósult meg. Előállítottunk TDV-eket 60/40–30/70 tömegszázalékos PP/gumi arányban, különböző fordulatszámokat, adagolási módokat és csigakonfigurációt alkalmazva. A granulált anyagból fröccsöntéssel piskóta próbatesteket hoztunk létre, amelyeket mechanikai és morfológiai vizsgálatoknak is alávettem. A kapott eredmények alapján vizsgáltam a különféle paraméterek változtatásának hatását az anyagjellemzőkre nézve.

A csigacsúcs fröccsöntési folyamatra és termékminőségre gyakorolt hatásának vizsgálata

(Evaluation of the screw tip design on the injection molding process)

**Horváth Kristóf MSc I. évf.,
h.kristof0415@gmail.com**

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

A polimertechnika, és a műanyagfeldolgozás a XX század közepétől jelentős növekedésnek indult. Az 1980-as években már nagyobb mennyiségben állítottak elő különböző szintetikus polimereket, mint nyersacél. A fejlődés jelenleg is olyan kimagasló ütemben zajlik, hogy tíz év alatt közel százmillió tonnával nőtt a műanyagtermelés, ezzel meghaladva az évenkénti háromszázmillió tonnás értéket. A polimerek feldolgozásának legjelentősebb és legdinamikusabban fejlődő ágazata a fröccsöntés [1].

Műszaki értelemben különbséget kell tenni műanyag és polimer között. Míg a polimerek több ezer építőegységet tartalmazó hosszúláncú vegyületek, addig a műanyagok adalékanyagokkal társított polimerek. A különböző adalékokat eltérő célokkal alkalmazhatják, növelhető a polimer stabilitása, UV állósága, de vannak kifejezetten polimerek lágyítására készült adalékok is. Laikus szemlélő számára a leglátványosabb hatása mégis a színezékeknek van [2].

Annak érdekében, hogy a különböző adalékok ki tudják fejteni előnyös hatásukat, megfelelően el kell osztatni azokat. A polimer alapanyaghoz történő bekeverésük, homogenizálásuk megvalósulhat a gyártást megelőzően külön művelet keretein belül, de elvégezhető a fröccsöntőgép fröccsegységében is. A polimer ömledék homogenitásának növelésére nyírással energiát kell közölnünk a rendszerrel, ami történhet különböző keverőelemekkel, vagy speciális kialakítású visszaáramlásátlólóval [3].

A kutatásban különböző geometriájú csigacsúcsokat vizsgáltunk, amelyeknek eltérő hosszúságú áramlási keresztmetszetei lehetővé tették a különböző mértékű nyírás hatásainak elemzését. A keveredés minősítését több úton is elvégeztük, többek között az ömledék felmelegedésének valamint a színhomogenitásának a mérésével.

Irodalom:

- [1] B. Lajosné: A fröccsöntés helyzete Magyarországon 2015-ben, Polimerek (2016)
- [2] D. O. Hummel: Atlas of Plastics Additives, Springer-Verlag, Berlin (2002)
- [3] James L. White: Polymer Mixing Technology and Engineering, Hanser Publisher, München (2001)

Fröccsöntő szerszámok elosztócsatornájának elemzése **(Evaluation of runner systems in injection molds)**

**Szabó Eszter BSc IV. évf.,
szabo.eszter94@gmail.com**

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

A műanyagipar több mint 1,45 millió embernek ad munkát Európában. 2013-ban a világon 299 millió tonna feldolgozott műanyagból 57 millió tonna Európában került feldolgozásra.

Napjainkban a fröccsöntés ez egyik legdinamikusabban fejlődő és legtermelékenyebb műanyag feldolgozási technológia. A másik legfontosabb alakadási eljárással, az extrúzióval szemben, a fröccsöntés során tetszőleges formájú 3D-s termékeket gyártunk, zárt szerszámban történik az alakadás, szakaszos (ciklikus) üzemmódban.

Többfészkés szerszámok, illetve nagyméretű termékek fröccsöntése esetén elosztócsatornára van szükség a polimer ömledék szerszámműregbe való juttatásához. A legfontosabb szempont, hogy az ömledékfrontnak egyszerre kell elérnie az egyes fészkeket és a szerszámműregbe kitöltésének egy időben kell megtörténnie. Ez történhet természetesen vagy mesterségesen kiegyensúlyozott elosztócsatornával.

Azonban vannak olyan esetek, amikor az elosztócsatorna keresztmetszete mentén az áramló ömledék anyagi tulajdonságai különböznek. Emiatt a csatornában található elágazások hatására egy-egy fészkekbe különböző tulajdonságú polimer anyag jut, amely nagyban befolyásolja az ömledékfrontok előrehaladási sebességét a szerszámműregben. Ennek kiküszöbölésére ömledékfordítót alkalmazunk az elosztócsatornáknál.

Munkám során az ömledékfordítók többfészkés szerszámok szerszámműregére gyakorolt hatását fogom elemezni és szimulációs program eredményeivel összevetni.

Irodalom:

- [1] Plastics Europe: Plastics- the Facts 2012, An analysis of European plastics production, demand and waste data for 2011, 2012
- [2] Buzási Lajosné: Fröccsöntés helyzete Magyarországon 2012-ben, Műanyag és gumi, 2012/09
- [3] Prototípusgyártás a műanyagiparban, előadás segédlet, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Polimertechnika Tanszék, Budapest, 2013

Additív technológiával készült fröccsöntő szerszám vizsgálata **(Examination of mold inserts made by additive technology)**

Kovács Dénes Zoltán MSc I. évf.,
kovacsdeni@gmail.com

Konzulensek: Dr. Kovács Norbert Krisztián, adjunktus, Polimertechika Tanszék
Zink Béla, doktorandusz, Polimertechika Tanszék

Az elmúlt évek folyamatos műanyagipari növekedése mellett az egyik legdinamikusabban fejlődő ipari ágazat az additív gyártás technológiája volt. A polimer alapanyagú termékek termelési mennyisége 2015-re elérte az évi 300 millió tonnát, meghatározó szerepet töltenek be a polimer feldolgozási technológiák az iparban, és ez folyamatosan bővül [1].

A gyors prototípusgyártás alatt azoknak a technológiáknak az összességét értjük, amelyek a klasszikusnak számító anyageltávolító (szubtraktív), illetve képlékeny alakító eljárásokkal ellentétben anyaghozzáadás útján rétegről-rétegre, tehát additív módon hozzák létre a kívánt terméket közvetlenül a virtuális 3D-s modellből [2]. Additív technológiáknál a modell kialakítása anyag hozzáadásával történik, rétegről rétegre (layer by layer) épül fel a geometria. Amíg fröccsöntéssel másodpercenként akár több termék is készíthető, additív technológiával előállított alkatrészek esetén egy termék legyártása akár több óráig is eltarthat. A prototípus közvetlen legyártásának felgyorsítására fejlesztették ki a gyors prototípusgyártás (Rapid Prototyping - RP), illetve a gyors szerszámkészítés (Rapid Tooling - RT) technológiákat, amelyeket additív gyártástechnológiáknak nevezünk.

Additív technológiával „nyomtatott” műanyag fröccsöntő szerszámok viszonylag kis élettartamuk miatt kis darabszámú gyártás esetén, vagy nagy darabszámú gyártás tervezési és fejlesztési folyamata során alkalmasak. A két technológia ötvöztetésével alternatívát biztosíthatunk a tipikusan kis darabszámú gyártásokhoz, illetve a nagy darabszámú termelés tervezési folyamatait idő- és költséghatékonyabbá tudjuk tenni. Fröccsöntő szerszámbetétek nyomtatása műanyagból jelentősen meggyorsítja a tervezési és tesztelési folyamatokat, a korábban 2-3 hónapig tartó procedúrák néhány hét alatt kivitelezhetők, ráadásul sokkal olcsóbban [3]. Jellemzően kis szilárdsági és szívóssági tulajdonságokkal rendelkező nyomtatott szerszámok mechanikai és szerkezeti vizsgálatával lehetőség adódik a szerszámok élettartamának meghosszabbítására, így nagyobb mennyiségű és jobb minőségű termékek előállítására.

Dolgozatom célja az additív technológiával készült fröccsöntő szerszámbetétek vizsgálata, valós fröccsöntés közbeni viselkedése, a betét deformációs, mechanikai és termikus tulajdonságainak megfigyelése.

Irodalom:

- [1] Plastics Europe: Plastics – the Facts (2015).
- [2] Kovács J. G.: Gyors prototípus eljárások I. Az elmélet és annak felülvizsgálata, Műanyag és Gumi, 39, 46-50 (2002).
- [3] www.cnc.hu/2014/08/additiv_korkep/ (2014.08.12).

Additív gyártástechnológiák pontossági osztályozhatóságának vizsgálata

(Accuracy evaluation and classification of additive manufacturing technologies)

Balázs Benjamin BSc IV. évf.,
balazsbenjamin93@gmail.com

Konzulensek: Dr. Bakonyi Péter, adjunktus, Polimertechnika Tanszék
Dr. Kovács Norbert Krisztián, adjunktus, Polimertechnika Tanszék

Napjainkban egyre nagyobb szerepet kap a kis sorozatszám mellett is legyártható, valamint személyre szabható termékek előállítása és forgalmazása. Az utóbbi évtizedekben megjelent a hagyományos anyagleválasztó és képlékeny alakító megmunkálások mellett egy dinamikusan növekvő, rétegekből felépülő gyártási folyamat, az additív gyártástechnológia (*Additive Manufacturing, AM*).

Valamennyi AM folyamat bemeneti oldalán egy számítógépes CAD (*Computer Aided Design*) modell áll, amit egy kiválasztott algoritmus segítségével rétegekre bontunk. A kapott adatok alapján a megmunkáló berendezésünk előállítja a modell egyes rétegeit úgy, hogy az elkészült rétegeket még menet közben összekapcsolja egymással. A prototípusgyártó gépek által egyetemesen elfogadott fájlformátum az STL (*Standard Tessellation Language*), amely a modell felületét háromszögekre bontja fel és azt e módon közelíti.

Ezen szakdolgozat célja különböző AM technológiák méretpontosságának az elemzése, továbbá eltérő alaksajátosságok legyárthatóságának – saját tervezésű referencia-modell segítségével történő – vizsgálata, majd a mért eredmények alapján egy olyan értékelési rendszer felállítása, amely segítséget nyújt az optimális eljárás, illetve berendezés kiválasztásában. A berendezések osztályba sorolása különböző szempontok alapján történhetne (felületi érdesség, alakpontosság, stb.). A méréseket két saját tervezésű próbatesten végeztem, a modellek a következő technológiákkal lettek legyártva: sztereolitográfia, térbeli nyomtatás, *Polymer Jetting* és ömledékrétegezés.

A próbatestek tervezésénél nagy figyelmet fordítottam arra, hogy a különböző eljárások korlátai egyértelműen kimutathatóak és összevethetőek váljanak. Az egyes próbatestek tartalmaznak számos alak- és formasajátosságokat, amik segítségével az egyes eljárások határait feszegethetjük. Egy ilyen viszonyszám megalkotásából mind a vevő, mind pedig a szolgáltató profitálna, mivel a megrendelő által elvárt igények objektívvá, számszerűsíthetővé válnának. Az elvárások gyors kielemezése után már csak a célra legalkalmasabb berendezést kellene kiválasztanunk, majd az optimális gyártási beállítások megadása után már kezdődhetne is a termelés [**Hiba! A hivatkozási forrás nem található.-3**].

Irodalom:

- [1] Gibson I., Rosen D.W., Stucker B.: Additive Manufacturing technologies. Springer kiadó, New York, 2010
- [2] Gebhardt A.: Understanding Additive Manufacturing. Carl Hanser Verlag, München, 2011
- [3] Czvikovszky T., Nagy P., Gaál J.: A polimertechnika alapjai. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2007



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

POLIMER KOMPOZITOK

Helyszín: MT épület Polimertechnika Tanszék laboratórium
Időpont: 2016. november 17. 8:30
Elnök: Dr. Bárány Tamás, egyetemi docens
Titkár: Dr. Morlin Bálint, adjunktus
Tag: de Rivo Balázs, fejlesztési csoportvezető, Zoltek Zrt.

8:30 Máté Ákos

Az égésgátlás hatásának vizsgálata önerősített PET kompozitok mechanikai tulajdonságára

Konzulens: Dr. Romhány Gábor, egyetemi docens

8:50 Hliva Viktor, Babiczki Ádám

Polimer kompozit uszony fejlesztése

Konzulens: Dr. Tamás-Bényei Péter, adjunktus

9:10 Forintos Norbert

Üvegszál erősítésű kompozitok deformációjának mérése szénszálak segítségével

Konzulens: Prof. Dr. Czigány Tibor, egyetemi tanár

9:30 Magyar Balázs

Szénszál erősítésű kompozitok szívósságnövelése a határfelületi adhézió módosításával

Konzulensek: Dr. Szabó Gábor, adjunktus
Prof. Dr. Czigány Tibor, egyetemi tanár
Prof. Dr. h.c. Karger-Kocsis József, egyetemi tanár

9:50 Drén Hanna, Balázs Eszter, Bagi Adrienn

Elektroaktív polimerek fejlesztése

Konzulensek: Prof. Dr. Czigány Tibor, egyetemi tanár
Dr. Tamás-Bényei Péter, adjunktus

10:10 Domján Júlia

Reciklált PET értéknövelő újrahasznosítása égésgátolt nanokompozitok fejlesztésével

Konzulensek: Dr. Bordácsné Dr. Bocz Katalin, tudományos
segédmunkatárs
Dr. Ronkay Ferenc György, egyetemi docens
Prof. Dr. Marosi György, egyetemi tanár

Az égésgátlás hatásának vizsgálata önerősített PET kompozitok mechanikai tulajdonságára

(The effects of added flame retardants on the mechanical properties of the self-reinforced PET composites)

**Máté Ákos MSc VI. évf.,
mateakos927@gmail.com**

Konzulens: Dr. Romhány Gábor, egyetemi docens, Polimertechnika Tanszék

A PET ásványvizes és üdítőitalos palackok robbanásszerű elterjedése meggyorsította a PET gyártástechnológia fejlődését és jelentős kapacitásnövekedéshez vezetett. 2012-ben az összes polimer szükséglet 211 millió tonna volt. 2012-ben a PET már az 5. legelterjedtebb polimernek számított. 2015-ben a PET gyártása elérte a 24,93 millió tonnát [0-0].

Az egyre növekvő trendet mutató PET gyártása szükségessé tette ezek újrahasznosítását. A PET-et megfelelő előkezeléssel többször is újra lehet hasznosítani. Kémiaiilag is lebontható alkotóelemre, amelyet megfelelő tisztítás után polikondenzálható újabb PET előállításához. Az újrahasznosított PET általában rosszabb mechanikai tulajdonságokkal rendelkezik. Ennek kiküszöbölésére, az egyik módszer, hogy az újrahasznosított PET-ből önerősített kompozitot gyártanak. Ezzel egyrészt az erősítés nélküli újrahasznosított PET mechanikai tulajdonságaihoz képest jobb tulajdonságokkal rendelkező anyagot kapunk, ráadásul a hagyományos szálerősített (pl. üveg, szén stb.) kompozitokkal szemben könnyen újrahasznosíthatók. Az újrahasznosított PET értéke tovább növelhető pl. égésgátló adagolásával 0.

Munkám során égésgátlás hatását vizsgáltam önerősített PET kompozit mechanikai tulajdonságaira. Feladatom során átfűrt szakító próbatestek (OHT-open hole tensile) szakítóvizsgálatát végeztem el. Szakítóvizsgálatkor akusztikus emissziós, hőkamerás és DIC nyúlásmérés vizsgálatot is végrehajtottam, hogy a tönkremeneteli folyamatról minél több információt kapjak. A szakítás után a töretfelületről fény és pásztázó elektronmikroszkópos felvételt is készítettem. Dolgozatomban a mérések eredményeit és az adaléknak a kompozit mechanikai tulajdonságaira kifejtett hatását mutatom be.

Irodalom:

- [1] Czvikovszky T., Nagy P., Gaál J.: A polimertechnika alapjai, BME Printer Nonprofit Kft., 2013
- [2] <http://www.mdpi.com/1996-1944/7/7/5069/htm> (2016.04.10.)
- [3] <http://mcgroup.co.uk/news/20140117/global-pet-supply-exceed-2439-mln-tonnes-2015.html> (2016.04.10.)
- [4] <http://www.petresin.org/recycling.asp> (2016.04.10.)

Polimer kompozit uszony fejlesztése
(Development of polymer composite fin)

Hliva Viktor MSc II. évf., Babiczki Ádám MSc II. évf.,
hliva.viktor@gmail.com, babiczki.adam@gmail.com

Konzulens: Dr. Tamás-Bényei Péter, adjunktus, Polimertechnika Tanszék

A polimer kompozitok napjainkban nélkülözhetetlen anyagokká váltak a sporteszközökben is, köszönhetően kis tömeggel párosuló rendkívül magas szilárdságuknak. A vízi sportokban is egyre nagyobb figyelem irányul ezen anyagokra, ahol a szilárdság-tömeg arány javításán akár egy világcsúcs is múlhat. Az úszósportokban is egyre nagyobb számban találkozhatunk polimerekkel (cápaőr ruha), valamint polimer kompozitokkal is (uszony). Ezek az újszerű anyagok minden esetben a természetet próbálják meg utánozni néhol anyagukban, máshol pedig formájukat tekintve. A kutatás célja egy - úszáshoz eredményesen használható - szálerősített polimer kompozit uszony fejlesztése és gyártása.

Üvegszál erősítésű kompozitok deformációjának mérése szénszálak segítségével

(Deformation analysis in glass fiber reinforced composites by carbon fibers)

**Forintos Norbert MSc II. évf.,
norbert.forintos@gmail.com**

Konzulens: Prof. Dr. Czigány Tibor, egyetemi tanár, Polimertechnika Tanszék

A szál erősítésű kompozit anyagokat kis sűrűségük, nagy szilárdságuk és korrózióállóságuk miatt egyre több iparágban alkalmazzák, térhódításuk új lendületet adott a repüléstechnika, a szélerőenergia és újabban az autóipar fejlődésének. A szélesedő felhasználási körnek köszönhetően egyre több információ áll rendelkezésre, amely tudás segítségével, illetve a különböző modellező, méretező programok alkalmazásával kifinomultabb szerkezetek alkothatók.

Ma már nemcsak merev, a statikus terhelésnek megfelelő alkatrészeket terveznek a mérnökök, hanem olyanokat is, amelyek különböző terhelés hatására változtatni tudják az alakjukat. Például a szélturbina lapátjai működés közben a terheléssel arányosan deformálódnak, viszont túl nagy szélnyomás vagy viharos széllekeések hatására a lapátok el is törhetnek. A baleset elkerülése végett a turbinák üzemeltetői különböző modellek alapján kiszámítják a várható maximális szélesebességet, majd e számítás alapján döntenek a berendezés esetleges leállításáról [1.].

A kompozit rendszereknél a fenti példán túl is, nem várt terhelés vagy behatás következményeként kritikus deformáció léphet fel, amely roncsolhatja az anyag épségét: túl nagy lehajlás vagy csavarodás delaminációt, mátrix- vagy szálrepedést okozhat, ezáltal csökken a terhelt keresztmetszet. Ismétlődő terhelések miatt a repedés tovább nő, a gyengített szerkezet pedig könnyebben eltörik.

A bemutatott példákból látható, ha ismert egy kompozit szerkezet deformációja, azzal megelőzhető a tönkremenetele, vagy hatékonyabban használható a teherviselő képessége. Intelligens, azaz a környezet vagy a szerkezet változását érzékelni képes anyagok lehetőséget kínálnak a tervező számára rendszer szintű, komplexebb gondolkodásra. Szenzorozott vagy önérzékelő anyagokat például kompozit járműbe építve egyrészt folyamatosan ellenőrizhető az önhordó karosszéria épsége, másrészt ezen túlmutató, hasznos információ gyűjthető. Dinamikus terhelésből, például egy kátyún való áthaladásból származó hirtelen változás adatait a jármű feldolgozni és tárolni tudja, több intelligens jármű összekapcsolásával pedig olyan hálózat hozható létre, amelyben a megszerzett információ megosztásával egy sofőr, vagy akár egy autonóm autó számára ismeretlen úton is biztonságosabb közlekedés érhető el.

Dolgozatomban olyan eljárást mutatok be, amely képes a kompozit alkatrészek deformációjának folyamatos, akár üzem közbeni mérésére. A technológia alapja az erősítőszálként alkalmazott szénszál elektromos vezetőképessége: üvegszál erősítésű kompozit próbatestbe építve deformáció hatására változik a szénszál ellenállása. Megfelelő kalibrálás után tehát az ellenállás változásából következtetni lehet a próbatest alakváltozására, így ez a mérési módszer hozzájárulhat az intelligens szerkezetek tovább fejlesztéséhez.

Irodalom:

- [1] Hure N., Vašak M., Jelević M., Perić N.: Wind turbine overspeed protection based on polytopic robustly invariant sets. Wind Energy, 19, 1713-1731 (2016).

Szénszál erősítésű kompozitok szívósságnövelése a határfelületi adhézió módosításával

(Ductility improvement of carbon fiber reinforced composites by interfacial adhesion modification)

**Magyar Balázs MSc IV. évf.,
mabalazs@outlook.hu**

**Konzulensek: Dr. Szabó Gábor, adjunktus, Polimertechnika Tanszék
Prof. Dr. Czigány Tibor, egyetemi tanár, Polimertechnika Tanszék
Prof. Dr. h.c. Karger-Kocsis József, egyetemi tanár, Polimertechnika Tanszék**

A polimer kompozitok térnyerése egyre növekszik szerkezeti anyagok terén történő felhasználásuk területén [1]. A legmagasabb elvárásokkal rendelkező iparágakban, mint a repülőgépipar és az autóipar a szénszál erősítésű polimer kompozitok alkalmazásával kis sűrűség, alkatrész tömeg mellett sikerült nagy terhelhetőséget, szilárdságot, merev szerkezetet, nagy rugalmassági moduluszt elérni, így nagyon sok területen ezek az anyagok ki tudták váltani a szerkezeti acél alkatrészeket is. Ugyan a kompozitok összetett, redundáns szerkezete elméletben biztosítja a fokozatos tönkremenetelt, a szénszál erősítésű kompozitok szívóssága, szakadási nyúlása még nem éri el az iparágak által támasztott magasabb szívóssághoz tartozó értékeket.

A polimer kompozitok szívósságának növelésével számos kutatás foglalkozik, melyek különböző megközelítés szerint próbálják megoldani a problémát. Általában a kompozit szerkezet valamely komponensének tulajdonságmódosításával törekszenek a szívósság növelésére. Ilyen módszer például a szálorientáció kismértékű módosítása, ami során a terhelés irányától kismértékben eltérő irányú erősítő struktúra, és folytonossági hiányok kialakítása ad lehetőséget a szívósság növelésére [2]. Egy másik lehetőség a szívósabb, gumiszerű mátrixanyagok alkalmazása [3]. Míg az első módszer a kompozit szerkezet szilárdsága, addig a második módszer a kompozit szerkezet merevsége terén hozhat áldozatot, így egyik módszer sem jelent jelenleg végleges megoldást a cél eléréséhez.

A kutatás során a határfelületi adhézió tervezhető módosításával állítok elő szénszál erősítésű kompozit szerkezeteket azok szívósságának növelése érdekében. A készített kompozitokat szakító, hajlító és ütvehajlító vizsgálatokkal hasonlítom össze a módosítatlan referenciával. A vizsgálatok során hőkamerás méréssel és akusztikus emissziós méréssel vizsgálom a kompozitok tönkremeneteli folyamatát. A vizsgálati eredmények alapján fény derülhet a kidolgozott módszer hatékonyságára, a szívóssági, szilárdsági és merevségi értékek változására.

Irodalom:

- [1] Holmes M.: Global carbon fibre market remains on upward trend. Reinforces Plastics, 11/12, 38-45, 2014.
- [2] Czél G. et al.: Demonstration of pseudo-ductility in unidirectional discontinuous carbon fibre/epoxy prepreg composites, Composites Science and Technology, 106, 110-119, 2015.
- [3] Richard P. et al.: Reinforcement of rubbery epoxy by carbon nanofibres, Materials Science and Engineering: A, 352, 344-348, 2003.

Elektroaktív polimerek fejlesztése (Development of electroactive polymers)

**Drén Hanna MSc I. évf., Balázs Eszter MSc I. évf., Bagi Adrienn MSc I. évf.,
drenhanna@gmail.com, balazs.eeszter@gmail.com , bagi.adrienn93@gmail.com**

**Konzulensek: Prof. Dr. Czigány Tibor, egyetemi tanár, Polimertechnika Tanszék
Dr. Tamás-Bényei Péter, adjunktus, Polimertechnika Tanszék**

Intelligens anyagoknak azokat a funkcionális anyagokat nevezzük, amelyek érzékelik a közvetlen környezetük fizikai, kémiai állapotának egy vagy több jellemzőjét, e jeleket feldolgozzák, majd ezekre állapotuk jelentős megváltozásával, gyors és egyértelmű választ adnak [1]. Az elektroaktív polimerek (EAP) az intelligens polimerek csoportjába sorolhatók, amelyek közel állnak az élő anyagokhoz mégis mesterségesek. Az elektroaktív polimerek, olyan polimerek, amelyek elektromos jel hatására az alakjukat és méretüket megváltoztatják. Ez az elektromos jel általában egységugrás jellegű, azaz folytonos és változatlan értékű.

Az irodalomkutatás során áttekintjük az elektroaktív polimerek két fő csoportját, a dielektromos és ionos elektroaktív polimereket és azok jelentősebb altípusait (folyadékkristályos elasztomerek, elektrostriktív elasztomerek, ionos fém-polimer kompozitok, konduktív polimerek, szén nanocsövek, elektroreológiai folyadékok). Ezután ismertetünk néhány jelenlegi alkalmazási területet és kutatási eredményt. Egy jövőbeli alkalmazási terület lehet a műizom készítés, mert ezekből az anyagokból könnyebben kialakíthatók természetes izomhoz hasonló struktúrák [2].

A TDK dolgozat célja elektroaktív szál előállításának elektroszál-képzéssel és annak vizsgálata. Kedvező tulajdonságai miatt a polivinilidén fluoridot választottuk alapanyagként, amely permanens polarizáció után piezoelektromossá válik. A PVDF egy könnyen feldolgozható, hőre lágyuló polimer, amelynek nagy az ellenállósága a vegyi anyagokkal szemben magas hőmérsékleten is és kivételes az UV- és sugárzás stabilitása. Kísérleteinkkel bemutatjuk, hogy a létrehozott anyag miként viselkedik elektromosság hatására, hogyan és milyen mértékben változtatja alakját és tulajdonságait.

Irodalom:

- [1] Zrínyi M.: Intelligens anyagok. Magyar Tudomány 6, 697-704 (1999).
- [2] Bar-Cohen J.: Electro-active polymers: current capabilities and challenges. Paper number 4695-02. Proceedings of the SPIE Smart Structures and Materials Symposium, EAPAD Conference, San Diego, CA, March 18-21 (2002).

Reciklált PET értéknövelő újrahasznosítása égésgátolt nanokompozitok fejlesztésével

(Upgrading recycling of PET waste by the development of flame retarded nanocomposites)

**Domján Júlia BSc III. évf.,
domjanjulia@gmail.com**

**Konzulensek: Dr. Bordácsné Dr. Bocz Katalin, tudományos segédmunkatárs,
Szerves Kémia és Technológia Tanszék
Dr. Ronkay Ferenc György, egyetemi docens, Polimertechnika Tanszék
Prof. Dr. Marosi György, egyetemi tanár, Szerves Kémia és Technológia Tanszék**

A fenntartható fejlődésre törekvés érdekében kiemelt feladattá válik, hogy a hulladékká vált poli(etilén-tereftálat) (PET) használati cikkek gazdaságos újrahasznosításáról gondoskodjunk. TDK munkám célja ezért a válogatott és tisztított PET darálék különböző kísérleti módszerekkel történő éghetőségi, mechanikai, termikus és morfológiai vizsgálata és ezek alapján egy optimális összetételű égésgátolt, esztétikus és értéknövelt reciklált PET nanokompozit kifejlesztése és jellemzése volt.



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

POLIMERTECHNIKA

Helyszín: MT épület Polimertechnika Tanszék laboratórium
Időpont: 2016. november 17. 8:30
Elnök: Prof. Dr. Vas László Mihály, címzetes egyetemi tanár
Titkár: Dr. Molnár Kolos, adjunktus
Tag: Dr. Meiszel László, tanácsadó, Polinvent Kft.

8:30 Gere Dániel

Adalékanyagok és keverékek hatása a polimerek reológiai tulajdonságaira a fizikai újrahasznosítás során

Konzulensek: Prof. Dr. Czigány Tibor, egyetemi tanár
Dr. Ronkay Ferenc György, egyetemi docens
Molnár Béla, doktorandusz
Kasza Dóra, laborvezető, Jász-Plasztik Kft.

8:50 Virág Ábris Dávid

Rugalmas deformáció hatása fonalak és rovingok kötél súrlódására

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

9:10 Nagy Imre Márk

Fröccsöntött biopolimer színezhetőségének vizsgálata

Konzulensek: Dr. Tábi Tamás, adjunktus
Hajba Sándor, doktorandusz
Török Dániel, doktorandusz

9:30 Tari Gábor

Adalékanyagok hatása az FDM gyártástechnológiával nyomtatott biopolimer termékek tulajdonságaira

Konzulensek: Dr. Kovács Norbert Krisztián, adjunktus
Dr. Tábi Tamás, adjunktus
Hajba Sándor, doktorandusz

9:50 Szakál Máté

Korommal töltött sztirol-butadién és növényi kaucsuk alapú gumik
tönkremenetelének vizsgálata törésmechanikai alapon

Konzulensek: Berki Péter, doktorandusz
Prof. Dr. h.c. Karger-Kocsis József, egyetemi tanár

10:10 Kocsis Dávid

Finomszemcsés gumiőrlemény töltés hatása a polietilén mechanikai
jellemzőire

Konzulensek: Dr. Bárány Tamás, egyetemi docens
Dr. Mészáros László, egyetemi docens

Adalékanyagok és keverékek hatása a polimerek reológiai tulajdonságaira a fizikai újrahasznosítás során

(Effect of additives and blends on the rheological properties of recycled polymers)

**Gere Dániel MSc II. évf.,
geredani92@gmail.com**

**Konzulensek: Prof. Dr. Czigány Tibor, egyetemi tanár, Polimertechnika Tanszék
Dr. Ronkay Ferenc György, egyetemi docens, Polimertechnika Tanszék
Molnár Béla, doktorandusz, Polimertechnika Tanszék
Kasza Dóra, laborvezető, Jász-Plasztik Kft.**

Napjainkban, a nemzetközi trendeknek megfelelően, Magyarországon a legtöbb műanyagot a csomagolóipar dolgozza fel. A feldolgozott mennyiség évről évre egyre jelentősebb, ezt a műanyagok sokszínűsége biztosítja. Népszerűségüket gázzáró képességüknek, valamint kis sűrűségüknek és falvastagságuknak, emellett bizonyos esetekben ütésállóságuknak köszönhetik. A csomagolóanyag jellemzően poliolefin (polietilén (PE), polipropilén (PP)) vagy polietilén-tereftalát (PET).

A csomagolóanyagok, funkciójukból adódóan, nagyon rövid élettartammal rendelkeznek, emiatt rövid időn belül hulladékként jelentkeznek. Azonban ez a hulladék sokkal értékesebb annál, hogy hulladéklerakóba, szeméttégetőbe kerüljön, ezért törekedni kell az újrahasznosítására [1].

A különböző célú fóliák, zsákok gyakran kissűrűségű- (LDPE), illetve nagysűrűségű (HDPE) polietilénből készülnek. A visszagyűjtés során ezeket nehézkes szétválogatni és külön-külön feldolgozni. Emiatt nagyon fontos a különböző keverékek reológiai tulajdonságainak megismerése, mivel ezek jelentős mértékben befolyásolják a későbbi feldolgozási lehetőségeket (pl. extrudálás, fröccsöntés), illetve ezek paramétereit.

A környezettudatos gyártók mellett, hogy részben vagy teljesen újrahasznosított alapanyagból gyártják termékeiket, előszeretettel alkalmaznak a szintetikus műanyagok helyett biopolimereket. Azonban a szelektív hulladékgyűjtés még nincs felkészülve ezek szeparált gyűjtésére, ezért az újrahasznosítás során összekeveredhetnek. A szintetikus polimerek újrahasznosítása már jól működik, azonban felmerül a kérdés, hogy mi történik szintetikus, illetve biopolimer keverékek esetén. Hogyan változnak a reológiai tulajdonságaik, mi történik a feldolgozás során?

Mindezek alapján a dolgozat célja, hogy feltérképezze a fizikai újrahasznosítás során leggyakrabban használt adalékanyagok zsugorodásra, illetve folyóképességre gyakorolt hatását. További cél a vegyes polietilén keverékek zsugorodásának és folyóképességének elemzése, illetve a blend alkotóinak becslése ismert összetevők esetén. Végezetül a dolgozat vizsgálja a szintetikus és biopolimer keverékek reológiai tulajdonságait, illetve a feldolgozás során jelentkező problémákat.

Irodalom:

- [1] V. Andreoni, H. G.M. Saveyn, P. Eder: Polyethylene recycling: Waste policy scenario analysis for the EU-27, Journal of Environmental Management, 158, 103-110, 2015.

Rugalmas deformáció hatása fonalak és rovingok kötél súrlódására **(The effect of elastic deformation on belt friction of yarns and rovings)**

Virág Ábris Dávid BSc III. évf.,
viragabris@gmail.com

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

A fonalak és rovingok, más néven szálkötegek súrlódásának vizsgálatánál alapvetően két fajta módszerrel határozhatjuk meg a súrlódási tényező értékét. Az egyik módszer esetében egy szövetből húzunk ki egyetlen szálköteget, és azt vizsgáljuk, hogy az az egy szálköteg hogyan súrlódik a többi, szövetet képező szálkötegen. A másik módszer során a szálköteget álló hengereken átvezetve húzzuk, elemezve a hengerek és a szálköteg között létrejövő súrlódást.

A ma széles körben használt, például a szíjhajtások méretezésénél is hasznosnak bizonyuló Euler-féle súrlódási egyenlet azonban – amelynek kezdeti feltétele, hogy az anyag nyújthatatlan – rugalmas anyagok vizsgálata esetén nem ad elég pontos eredményt. TDK dolgozatomban – a fent említett módszerek közül a másodikat alkalmazva – arra kerestem a választ, hogy egy olyan egyenlet, amely a súrlódó anyagot tökéletesen rugalmasnak tekint, mennyivel ad pontosabb eredményt, mint az Euler-féle.

Vizsgálataimhoz egy szakítógépre szerelhető, kéthengeres, speciális mérőkészüléket terveztem, acél, poliamid és teflon cserélhető mérőhengerekkel. Több, mint 20 anyagmintát választottam ki, amelyeket első lépésben szakítóvizsgálatnak vettem alá. Az eredmények tükrében kiválasztottam 5 eltérő nyúlású és szakítószilárdságú anyagot. A továbbiakban ezek súrlódását mértem az általam tervezett berendezéssel, különböző előfeszítő erők mellett. Végül a vizsgált anyagok rugalmassági tulajdonságait figyelembe véve meghatároztam a súrlódási tényezőket, és az előfeszítő erő nagyságának függvényében elemeztem a kapott eredményeket.

Irodalom:

- [1] Vas László Mihály: Textilipari technológiai folyamatok, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, 1999

Fröccsöntött biopolimer színezhetőségének vizsgálata **(Color-ability of injection molded biopolymer)**

Nagy Imre Márk BSc IV. évf.,
imre.mark.nagy@gmail.com

Konzulensek: Dr. Tábi Tamás, adjunktus, Polimertechnika Tanszék
Hajba Sándor, doktorandusz, Polimertechnika Tanszék
Török Dániel, doktorandusz, Polimertechnika Tanszék

Napjainkban egyre több vád éri a hagyományos, kőolajból előállított polimereket, az alapanyag felhasználás (kimerülő források) és későbbi hulladékfeldolgozás, - újrahasznosítás szempontjából. Ezekre a negatív felhangokra kínál megoldást a biopolimerek alkalmazása, amelyeket megújuló energiaforrásokból állítanak elő, és egyben természetes, biológiai úton lebonthatóak.

A biopolimerek, amelyek alapanyagai különböző, a mezőgazdaságból származó termények (rizs, kukorica, stb.), között is jelenleg a legígéretesebb a polilaktid (PLA). A PLA egy hőre lágyuló, alifás poliszterek közé tartozó polimer, amelyet legelterjedtebben kukoricakeményítékből állítanak elő különböző polimerizációs folyamatok során. Számos jó mechanikai tulajdonsága miatt alkalmassá válhat a tömeggyártásra. Elterjedéséhez azonban feltétlenül szükséges a fizikai tulajdonságokon túl a termékekkel szemben támasztott esztétikai követelményeknek való megfelelés.

A PLA rossz tulajdonságai között szerepel, hogy kicsi a hőállósága, így a gyártás (fröccsöntés, vagy extrúzió) során sok esetben ennek ellensúlyozására gócképzőt adnak hozzá. A gócképzők hatására nő a PLA kristályos részaránya, amelynek módosító szerepe, befolyásoló hatása fontos a színezhetőség és feldolgozhatóság szempontjából.

Dolgozatomban, és munkám során ezért a PLA színezhetőségét vizsgálom különböző mintákon. A mintákat fröccsöntéssel állítottam elő, amelyek több előre kevert- illetve közvetlenül a fröccsöntőgépben kevert alapanyagból készültek. Ezeket szín-inhomogenitás szerint vizsgálom és értékelem.

Adalékanyagok hatása az FDM gyártástechnológiával nyomtatott biopolimer termékek tulajdonságaira

(Effect of additives on the properties of biopolymer products made by FDM additive manufacturing)

**Tari Gábor MSc I. évf.,
gbrtari11@gmail.com**

**Konzulensek: Dr. Kovács Norbert Krisztián, adjunktus, Polimertechnika Tanszék
Dr. Tábi Tamás, adjunktus, Polimertechnika Tanszék
Hajba Sándor, doktorandusz, Polimertechnika Tanszék**

Egy termék fejlesztése során a mai felgyorsult világunkban döntő szerepe van a fejlesztési időnek egy termék sikeressége szempontjából. Ezt az időt leginkább a prototípus technológiák alkalmazásával lehet lerövidíteni, mivel az alkalmazásuk a szükséges iterálásokat felgyorsítja. Mára az additív gyártástechnológiák (AM) iparága 5 milliárd dolláros piaccá nőtte ki magát. Ezeket a technológiákat egyre több területen alkalmazzák, mint például a gyógyászat, gépészet, közvetlen termékgyártás, stb. [1].

Az additív gyártástechnológiák közül manapság kiemelkedik az ömledékrétegezéssel technológiák (FDM) alkalmazása. Ennek legfőbb oka, az elérhetősége, a költséghatékony fenntarthatósága illetve, hogy hőre lágyuló alapanyaggal dolgoznak. Az ipari berendezések kiemelkedő minőségű modellek előállítására alkalmasak, hiszen jó mechanikai tulajdonságokkal bíró alapanyagokat használnak. Például ABS, PA12, PC. Az open source típusú berendezések a feltalálói szabadalmak lejárta után jelentek meg. Ebben az esetben hátrány a tapasztalat hiánya, amit a felhasználónak kell kompenzálni, de ezért kedvezőbbek a bekerülési költségei. Ezek a nyitott rendszerű nyomtatók egyre nagyobb mértékben terjednek, azonban jelenleg az FDM technológia egyes részeit még szabadalmak védik. A nyitott rendszerű nyomtatók esetében sokkal intenzívebb a megömledt anyag lehűlése, ami a zsugorodás és a vetemedés miatt problémákat okoz. Ezért a legtöbbször használt alapanyag a polilaktid (PLA), mert kevésbé érzékeny a vetemedésre. A felhasználásának további okai azok, hogy egyszerűen kezelhető, és elérhető áron beszerezhető. A PLA (Polylactic-Acid) egy biológiai úton lebomló, természetes forrásból előállított polimer, amely a környezet számára csekély terhelést jelent [0].

A PLA ezek alapján tökéletesen alkalmazható ilyen célokra, de a mechanikai és termikus tulajdonságai a további használatát korlátozzák. A PLA ezen tulajdonságait legegyszerűbben a kristályos részarányának növelésével lehet elérni. A kristályosságát azért lehet javítani, mert nagyon lassan tud kikristályosodni emelt hőmérsékleten, ami az FDM technológiával történő felhasználás során nem áll fenn elég ideig. A kristályos részarányt tehát utólagos kristályosítással, vagy göcképző anyag adalékolásával lehet növelni, amellyel elérhetőek a kedvezőbb tulajdonságok.

A TDK dolgozatomban FDM technológiával előállított különböző PLA anyagokat vizsgálom meg. A célom az, hogy a különböző adalékanyagokkal kevert, illetve referencia PLA anyagok mechanikai és termikus tulajdonságai alapján az FDM technológiára optimálisabb anyagot megtaláljak, ami kiválthatja a jobb mechanikai és termikus tulajdonságokkal bíró polimereket, mint például az ABS-t.

Irodalom:

- [1] Gebhardt A.: Understanding Additive Manufacturing, Hanser, München (2011)
- [2] Jamshidian M., Tehrani E. A., Imran M., Jacquot M., Desorby A.: Poly-Lactic Acid: Production, Applications, Nanocomposites, and Release Studies. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 9, 552-571 (2010).

**Korommal töltött sztírol-butadién és növényi kaucsuk alapú gumik
tönkremenetelének vizsgálata törésmechanikai alapon**
**(Failure in carbon black filled styrene-butadiene and natural rubbers as
assessed by fracture mechanics)**

**Szakál Máté MSc I. évf.,
joscody@gmail.com**

**Konzulensek: Prof. Dr. h.c. Karger-Kocsis József, egyetemi tanár,
Polimertechnika Tanszék
Berki Péter, doktorandusz Polimertechnika Tanszék**

A ritkán térhálós polimerek, azaz a gumik speciális tulajdonságokkal rendelkező szerkezeti anyagnak tekinthetők, amelyek a mindennapi és a műszaki életben is kitüntetett szerepet vállalnak. Ezt igazolja többek között, hogy gumiipar évente mintegy 27 millió tonna elasztomert állít elő, ebből pedig körülbelül 3,5 millió tonnát az Európai Unió produkál. A legjelentősebb mennyiségben feldolgozott alapanyagok a természetes kaucsuk (NR), illetve a sztírol-butadién kaucsuk (SBR), amelyeket a gumiiparban legnagyobb arányban alkalmazott töltőanyaggal, azaz a korommal (CB) társítva kompozitoknak tekinthetjük [0-0].

A műszaki gyakorlatban a gumikat főként a rendkívüli csillapítókéességük miatt alkalmazzák, ezért tipikusan dinamikus és ciklikusan ismétlődő mechanikai igénybevételnek vannak kitéve. Ilyen termék például a gumiabroncs, amely a gumiipari termékek legnagyobb hányadát teszi ki. A felhasználásukból adódóan a gumik fáradási tulajdonságai tehát nagy jelentőséggel bírnak. A fárasztóvizsgálatok elvégzése azonban rendkívül időigényes és bonyolult, de kvázi-statisztikus törésmechanikai vizsgálatokkal ezekről a jellemzőkről jó közelítést kaphatunk [0].

Munkám során a felhasználhatóság mértékének meghatározása végett összehasonlítom, hogy a különböző aktivitású ipari kemencekormok, illetve a pirolízis útján előállított kormok milyen hatást gyakorolnak az NR és SBR típusú gumik tönkremenetelére. Emellett azt is megvizsgálom, hogy a standard kormokat különböző arányban újrahasznosítottal társítva miként változnak a tönkremeneteli folyamatok. A törésmechanikai vizsgálatokat gumikeverékek széles palettáján végzem el és ezekről egy átfogó képet mutatok be. Várakozásaim szerint a nagyobb fajlagos felülettel rendelkező kormok alkalmazásával a töréssel szembeni ellenállás növelhető, illetve a töltőanyag mennyiségének növelésével is ez a tendencia lesz megfigyelhető. A pirolízis kormok nagy valószínűséggel gyengébb tulajdonságokat eredményeznek, mint az ipari kemencekormok.

Irodalom:

- [1] Statistics EDITION 2014 N°7, European Tyre & Rubber Manufacturers' Association (2015).
- [2] Czvikovszky T., Nagy P., Gaál J.: A polimertechnika alapjai. Műegyetemi Kiadó, (2007).
- [3] Dr. Bartha Z.: Gumiipari kézikönyv I. kötet. TAURUS-OMIKK, (1988).
- [4] B. Dong; C. Liu; Y.-P. Wu: Fracture and fatigue of silica/carbon black/natural rubber composites. Polymer Testing, 38, 40-45, (2014).

Finomszemcsés gumiőrlemény töltés hatása a polietilén mechanikai jellemzőire

(Effect of fine ground tyre rubber filling on the mechanical properties of polyethylene)

**Kocsis Dávid MSc II. évf.,
kocsis.david92@gmail.com**

**Konzulensek: Dr. Bárány Tamás, egyetemi docens, Polimertechnika Tanszék
Dr. Mészáros László, egyetemi docens, Polimertechnika Tanszék**

A 21. században az emberiség számára az egyik legnagyobb kihívás saját hulladékainak kezelése, eltüntetése. Ez az újrahasznosítás három szinten lehetséges. Legjobb megoldás a hulladékok ismételt felhasználása, de ez csak akkor történhet meg gazdaságosan, ha minőségük és állapotuk megengedi. Második lehetőség a már eredeti feladatuk ellátására alkalmatlan tárgyak alapanyagának visszaforgatása új termékek létrehozása céljából. A harmadik, és legkisebb hatékonyságú módszer a befektetett energia visszanyerése, amit legtöbbször égetéssel érnek el.

A hulladékok között jelentős hányadot képviselnek az elhasznált gumiabroncsok. Ezeknek az abroncsoknak és egyéb gumiból készült termékekből keletkező hulladékoknak az újrahasznosítása igen nehézkes, hiszen térhálós szerkezetük miatt reverzibilisen nem megömleszthetők, így még az anyagában történő újrahasznosításukhoz is megelőző technológiai lépésekre van szükség. Napjainkban az egyik leginkább fejlődő irányzat a gumihulladékok aprítása, őrlemény létrehozása, amelyet töltőanyagként lehet felhasználni polimer mátrixú termékek előállításánál.

Az eddigi kutatások eredményei azt mutatják, hogy a gumiőrlemény jelenléte mérsékelten tudja fokozni a polimerek gumyszerű tulajdonságait. Azonban elmondható, hogy a szemcseméret csökkentésével a hatás kedvezőbb.

Mindezek alapján célul tűztem ki olyan gumiőrlemény töltésű polietilén mátrixú rendszer létrehozását, amelyhez a szakirodalomban általánosan elterjedt pár száz mikronos részecskeméretnél nagyságrenddel kisebb méretű gumiőrleményt alkalmazok. Vizsgálom továbbá a kompatibilizálószer hatását is (korábbi tanulmányokban jól bevált etilén vinil acetát kopolimert alkalmazok). Az előállított anyagokat kvázi-statisztikus mechanikai vizsgálatokkal kívánom jellemezni, a kialakult morfológiát pedig a töretfelületek pásztázó elektronmikroszkópiájával vizsgálom.

Irodalom:

- [1] Donauer E.: Újrahasznosított gumiőrlemény társítása polietilénnel, Diplomamunka, BME, Budapest 2006.
- [2] Ronkay F., Dobrovsky K., Toldy A.: Műanyagok újrahasznosítása. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépészmérnöki Kar, Budapest, 2015
- [3] Karger-Kocsis J., Mészáros L., Bárány T.: Ground tyre rubber (GTR) in thermoplastics, thermosets, and rubbers, Journal of Materials Science, vol 48, no. 1, 1-38 (2013)