



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

ÁRAMLÁSTAN

Helyszín: Hidrodinamikai Rendszerek Tanszék, D épület, 327
MS Teams (link megtalálható a TDK portálon)
Időpont: 2020. november 12. 8:30
Elnök: Dr. Paál György, egyetemi docens
Titkár: Dr. Hegedűs Ferenc, egyetemi docens
Tag: Dr. Kristóf Gergely, egyetemi docens
Dr. Benedek Tamás, adjunktus

8:30 Lukácsi Dávid Lajos

Radiális szivattyú jelleggörbéinek kísérleti vizsgálata víz és viszkózus közeg esetén

Konzulens: Dr. Csizmadia Péter, adjunktus

8:50 Délei Ákos

Ivóvízhálózatok nyomásérzékenységen alapuló topológia optimalizációja

Konzulens: Huzsvár Tamás, doktorandusz

9:10 Lendvai Bálint

Aeroelasztikus szárnymodell analitikus és numerikus vizsgálata

Konzulens: Lelkes János, doktorandusz

9:30 Friedrich Péter

Agyi aneurizma kialakulásának numerikus vizsgálata: Sebességtér felbontás lokális henger koordináta rendszerekbe az érszakasz középvonala alapján

Konzulens: Csippa Benjamin, doktorandusz

9:50 Várszegi Bence

Biológiai folyamatok modellezése vízellátó rendszerekben

Konzulens: Dr. Hős Csaba, egyetemi docens

10:10 SZÜNET

10:30 Nagy Dániel, Plavec Lambert

Nagyméretű paramétert tanulmányok hatékony megoldása
CPU-n és GPU-n

Konzulens: Dr. Hegedűs Ferenc, egyetemi docens

10:50 Olgyay Ábel

Drone propeller aerodinamikai vizsgálata nyílt forráskódú szimulációs
szoftverrel

Konzulens: Dr. Horváth Csaba, adjunktus

11:10 Minkó Martin

Bingham plaztikus közeg áramlása egyenes csőben

Konzulens: Dr. Csizmadia Péter, adjunktus

11:30 Mian Abi Danial

Steril környezetben szimulált különféle forgó zajforrások vizsgálata
nyalábformálás módszerekkel

Konzulens: Dr. Horváth Csaba, adjunktus

11:50 Radics Levente

Hatványfüggvény közegek áramlásának szimulációja érdes falú csőben

Konzulens: Dr. Csizmadia Péter, adjunktus

12:10 Soós Bálint

Koaxiális propfan szélessávú zaj elkülönítési módszerének
továbbfejlesztése

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

Radiális szivattyú jelleggörbéinek kísérleti vizsgálata víz és viszkózus közeg esetén

(Experimental investigation of the characteristic curves of a centrifugal pump in the case of water and a viscous fluid)

Lukácsi Dávid Lajos, MSc
lukacsi.david81@gmail.com

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

A mérnöki gyakorlatban számos esetben kell folyadékot eljuttatni egy áramlástechnikai rendszer adott pontjaira. Ezen alkalmazások a tiszta víz szállításán túlmutatnak; viszkózus, szemcsés, vagy szilárdanyag, esetleg szálanyag tartalmú közegeket is szükséges szivattyúzni. A gyártói katalógusadatok azonban legtöbbször vízre vonatkoznak. A szakirodalomban megtalálható többféle módszer, mint a KSB vagy a HI módszer, amellyel becsülhető a viszkózus szivattyújelleggörbe. A kutatás célja egy adott radiális átömlésű szivattyú jelleggörbéinek kísérleti úton történő meghatározása, különböző reológiájú tesztközegek esetén. A kapott eredményeket összevetjük a különböző szakirodalmi módszerekkel. Ezen kívül vizsgáljuk az affinitás törvényének alkalmazhatóságát is.

[1] Dr. Kulmann László, Áramlástechnikai gépek, Budapest, 2019.

[2] J. Kolombo, R. Haldenwang, R. Chhabra és V. Fester, „Centrifugal Pump Derating,” Journal of Fluids Engineering, p. 11, Március 2014.

[3] Selecting Centrifugal Pumps, KSB Aktiengesellschaft, 2005.

Ivóvízhálózatok nyomásérzékenységen alapuló topológia optimalizációja (The sensitivity based topology optimisation of water distribution networks)

Délei Ákos, MSc
delleiakos@gmail.com

Konzulens: Huzsvár Tamás, doktorandusz, Hidrodinamikai Rendszerek Tanszék

Napjaink fejlett ivóvízhálózatai igen heterogének, de pont ezen topológiai komplexitásuk folytán lehetőség nyílik számos olyan, még új ötletekre váró kutatási terület vizsgálatára, mint jelen dolgozat témáját jelentő, nyomásérzékenységen alapuló topológia optimalizáció. A Hidrodinamikai Rendszerek Tanszék munkatársainak eredményeit, illetve Son Duy Dao és kollégái módszerét ötvözve egy olyan új, optimumkereső eljárás implementálására nyílt lehetőség, mely képes a több betáplálással rendelkező ivóvízhálózatok egyetlen csőátkötés beépítésével megvalósítható robusztusság növelését megvizsgálni, optimalizálni. Ezen módszer segítségével a hálózatok megerősítése mellett a módszer alkalmas az egyes hálózatokat kritikusan sújtó tűzvíz kapacitáshiány leküzdésére, ezáltal optimalizálva a hálózat üzemvitelét, valamint lehetőséget biztosít a folyamatosan növekvő fogyasztási igény megfelelő kiszolgálására. Köztudott a tény, hogy a klímaváltozás miatt évről évre egyre nagyobb a hangsúly ivóvízhálózataink megfelelő működésén, melyeknek folyamatosan szembesülni kell a túlnépesedés, és a szélsőséges környezeti tényezők által teremtett problémákkal.

A módszer fejlesztést először általános célfüggvény vizsgálatával kezdtük, majd két, község méretű ivóvízhálózat elemzésével folytattuk. A kutatás ezen fázisában az optimumkereső algoritmus keresési terét előre kiértékelt hidraulikai eredmények alkották, mely kiértékelés csak a legkisebb hálózatok esetén volt elvégezhető a hidraulikai megoldó számítási ideje miatt. E vizsgálati folyamat tanúságot tesz az implementált optimumkereső eljárás nagyfokú robusztusságáról, gyorsaságáról és megbízhatóságáról. A kisebb községek ivóvízhálózatánál nagyobb méretű hálózatok teljes kiértékelése a lehetőségek exponenciális növekedése, azaz a kombinatorikai robbanás miatt jelen számítógépes technikával nem, vagy a kisebb városokat is tekintve egy átlagos irodai számítógépen, csak évek alatt tudna megvalósulni. Ezen tényből adódóan, a kutatás következő fázisát a hidraulikai szimulátor célfüggvényként történő algoritmusba kötése jelentette, melynek segítségével teljes kiértékelés nélkül vizsgálhatunk nagyobb-nál nagyobb hálózatokat. A Matlab környezetben implementált optimumkereső algoritmus, és a „C++” nyelven megírt Staci nevű hidraulikai megoldó összekötését követően 11 darab, a Vízművek álltak rendelkezésünkre bocsátott hálózat kiértékelését valósítottuk meg. Az eredmények felülmúlták a módszer tesztelési fázisában látottakat. Sikertült egy olyan mértékbe robusztus optimalizáló algoritmust alkotni, mellyel nem csupán kisebb települések hálózatainak kapacitásnövelését hajthatjuk végre néhány nap alatt, hanem akár nagyvárosok hálózatainak hatékony elemzésére is alkalmas.

Aeroelasztikus szárnymodell analitikus és numerikus vizsgálata (Analytical and numerical investigation of an aeroelastic model)

Lendvai Bálint, MSc
balint.lnd@gmail.com

Konzulens: Lelkes János, doktorandusz, Áramlástan Tanszék

Aeroelasztikus rendszerek esetén gyakran megfigyelhető a dinamikus stabilitásvesztés. A legismertebb aeroelasztikus instabilitás az úgynevezett flutter jelensége, amely a rugalmas, tehetetlenségi és aerodinamikai erők kölcsönhatásából ered. A flutter során a karcsú, rugalmas szerkezet a kritikus szélesség felett az áramlásból átvett energiával gerjesztődik, a létrejövő rezgések gyakran vezethetnek a rugalmas szerkezet kifáradáshoz és meghibásodáshoz. A flutter jelenségének modellezésére leggyakrabban kétszabadságfokú (hajlító-csavaró), állandó keresztmetszetű síkáramlásba helyezett lapátprofil alkalmazunk. Az aeroelasztikus vizsgálatok során a rendszer dinamikáját az úgynevezett redukált frekvencia határozza meg, amely alapján háromféle modellezési eljárást alkalmazhatunk. Lassú mozgás esetén állandósult állapot feltételezhető, ekkor a testre ható áramlási eredetű erők a stacioner esetben mérhető erőkkel egyeznek meg. Kvázi-statisztikus állapotban a szárny állapotváltozóiából számolható az effektív megfúvási szög, amelyből a szárnyra ható aerodinamikai erőket analitikusan számíthatjuk. Gyors mozgások esetén az áramló közeg okozta hozzáadott tömeget és a nyomban keletkező örvények okozta cirkulációt is figyelembe kell venni az aerodinamikai erők számításában.

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

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

A flutter csillapítására számos aktív és passzív megoldás létezik. Ezek valós körülmények között való tesztelése nem csak költséges, de számos esetben veszélyes is lehet. További megoldás a szélcsatornás flutter vizsgálat, amely eszköz- és időigényes. Ezekkel szemben redukált modelleken végzett analitikus vizsgálatok és numerikus szimulációkkal könnyen ellenőrizhetők nagy paramétertartományok is.

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

Agyi aneurizma kialakulásának numerikus vizsgálata: Sebességtér felbontás lokális henger koordináta rendszerekbe az érszakasz középvonala alapján

(Inception of brain aneurysms: Velocity decomposition into localized cylinder coordinates systems based on vessel centerline)

**Friedrich Péter, MSc
friedrich.peti@gmail.com**

Konzulens: Csippa Benjamin, doktorandusz, Hidrodinamikai Rendszerek Tanszék

Az agyi aneurizmák az agy artériás hálózatán kialakuló kóros értágulatok, melyek az esetek többségében zsákos kitüremkedések. Esetleges ruptura (kiszakadás) esetén agyvérzés áll elő, amely az esetek 50%-ban halálos kimenetelű. Továbbá az ilyen kiszakadt aneurizmák adják az új stroke-os megbetegedések 3-5%-t. Sajnos ezek a betegségek sokszor tünetmentesek és keletkezésük okát se ismerjük pontosan. Az utóbbi évtizedben a minimálisan invazív digitális képalkotási technikák elterjedésének köszönhetően egyre több sokszor tünetmentes esetet dokumentáltak és tettek elérhetővé anonim módon az interneten. Ezen felvételekből megalkotható az érszakasz digitális modellje, ami már felhasználható numerikus áramlástan szimulációkhoz. Feltételezés szerint a kialakulásra hatással van az érszakaszban lokálisan kialakuló áramlástan folyamatok, esetleges transziens instabilitások. Ennek vizsgálatához az érszakasz digitális rekonstrukció segítségével, egy objektív módszerrel előállítható az érszakasz aneurizma kialakulása előtti állapota. Az így előállított modelleken végezhetőek CFD szimulációk, melyek eredményei már vizsgálhatóak az aneurizma kialakulás szempontjából. A folyamat során mérnöki egyszerűsítéseket kell alkalmazunk, és az áramlást is mérnöki szempontból vizsgáljuk, nem élettani szempontból. Ilyen egyszerűsítés például, hogy az érfalat merevnek tekintjük, és hogy a kicsi (<1000) Reynolds-szám tartomány miatt a vért newtoni közegnek tekintjük.

A dolgozatomban a virtuálisan rekonstruált érszakaszban kialakuló úgynevezett másodlagos áramlásokat vizsgáltam. Ehhez egy olyan vektortér feldolgozási rendszert használtam, amely a követi az érszakasz görbületének és torziójának változását a Frenet-keresztmetszetek felhasználásával. Jelen dolgozatban a fent ismertetett másodlagos sebességtér felbontást végzem el több geometria esetén, majd a kapott eredmények rendszerezése után ismertetem az eredményeket.

Biológiai folyamatok modellezése vízellátó rendszerekben
(Modelling of biological processes in water distribution systems)

Várszegi Bence, MSc
varszegi1bence@gmail.com

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

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

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

Nagyméretű paramétertanulmányok hatékony megoldása CPU-n és GPU-n (Solving Large Parameter Studies on CPUs and GPUs Efficiently)

Nagy Dániel BSc, Plavec Lambert BSc
n.nagyd@gmail.com, plaveczlambert@gmail.com

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

A közönséges differenciálegyenlet-rendszerek mind a mai napig jelentős szerepet játszanak a tudomány különböző területein. Ezek között is különösen fontosak az alacsony dimenziós modellek, amelyek gyakran megfelelő közelítést nyújtanak kisebb számítási igény mellett.

A modellekben központi szerepet játszanak a paraméterek, amelyek különböző értékei különböző viselkedést idézhetnek elő a rendszerekben: egyensúlyi helyzetek, periodikus pályák vagy akár káosz jelenhet meg. Klasszikus példa erre a Lorenz-egyenlet. A paraméterek hatásának feltérképezése, azaz paramétertanulmányok készítése alapvető feladat a műszaki tervezésben, amelyet a paraméterek lehetséges nagy száma tehet számítástechnikai kihívássá. Sokdimenziós paraméterterben a felbontás növelésével az összes kombináció száma rohamosan növekszik. Már viszonylag alacsony felbontás mellett is a megoldandó differenciálegyenletek száma elérheti a több milliárdot. Így tehát a paramétertanulmányokhoz a megfelelő megoldó kiválasztása, illetve optimalizálása számottevő idő megtakarítását eredményezheti.

Ezen dolgozat a paramétertanulmányok hatékony megoldását tárgyalja, különös tekintettel az elérhető megoldó szoftverek teljesítményére, párhuzamosítási képességeire, illetve arra, hogy hogyan lehet adott architektúrára optimalizálni, legyen az processzor (CPU) vagy professzionális videokártya (GPU). Az eredményekből már egy publikáció is született, amit a „Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation” folyóiratba adtunk be, ezen TDK dolgozat ezeket az eredményeket részletesebben tárgyalja. Három differenciálegyenlet-megoldó szoftvert hasonlítottunk össze, a Julia nyelv DifferentialEquations.jl csomagját, a C++ nyelven írt ODEINT és a CUDA alapú GPU-ra írt MPGOS csomagot.

A megoldókat három tesztproblémán vizsgáljuk. Az első a Lorenz-egyenlet, ami a legtöbb programcsomag példakódjai között megtalálható, így kézenfekvő választás. A második a szonokémiában jól ismert Keller-Miksis egyenlet, ahol adaptív lépésközt alkalmazunk, amely több nagyságrendet változhat a különböző paraméterértékek hatására, így az egyes egyenletek megoldásához szükséges számítási igény nagyságrendekkel eltér. A harmadik egy nyomáshatároló-szelep modell, amelyben ütközés is előállhat, azaz bizonyos értékeknél meg kell szakítani az integrálást, hogy egy egyszerű newtoni ütközést szimulálhassunk. Ezzel pedig a programcsomagok eseménykezelési képességeit és teljesítményét tudjuk vizsgálni.

Drone propeller aerodinamikai vizsgálata nyílt forráskódú szimulációs szoftverrel

(Aerodynamic investigation of drone propeller with open source simulation software)

Olgyay Ábel, MSc
abel.olgyay@gmail.com

Konzulens: Dr. Horváth Csaba, adjunktus, Áramlástan Tanszék

A 2000-es évek elején bekövetkező fejlesztések a pilóta nélküli légi járművek (angol szakirodalomban Unmanned Aerial Vehicles (UAVs)) terén növekedést okozott az ipari és kereskedelmi alkalmazásokban egyaránt. Ezeket a repülő járművek, amelyek főként többrotoros kivitelűekkel rendelkeznek, gyakran drone-oknak nevezik, és arról ismertek, hogy felhasználóbarát vezérléssel, valamint vertikális fel- és leszállási lehetőséggel rendelkeznek (Vertical Takeoff and Landing (VTOL)). Jelenleg nagy befektetése van a drone rendszerekben a Google-nek és az Amazon-nak, amellyel a pontról pontra történő szállítási szolgáltatások rendszerét szeretnék kiépíteni. Hasonló lehetőségek vannak a drone-ok használatában például az egészségügyi szolgáltatások hozzáférhetőségének fejlesztésében olyan területeken, ahol ez nehézségekbe ütközik. Sajnos ezek a járművek jelentős aerodinamikailag generált zajt produkálnak, amely zavarja a környezetet és az élővilágot. A kis kisméretű pilóta nélküli légi járműveknek katonai és rendészeti előnyei is vannak, felderítésre és megfigyelésre használhatók. Dolgozatomban egy gyakran alkalmazott drone propeller aerodinamikai vizsgálatát mutatom be nyílt forráskódú szimulációs szoftverrel (OpenFOAM).

Bingham plasztikus közeg áramlása egyenes csőben **(Flow of Bingham Plastic Fluids in a Pipe)**

Minkó Martin, MSc
martin.minko999@gmail.com

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

A mérnöki tudományokban egyre nagyobb jelentőséggel bír a numerikus szimuláció alkalmazása, amelyre a jelen kutatás is erősen támaszkodik. A dolgozat témája a nemnewtoni közegek áramlásának numerikus vizsgálata hidraulikailag sima valamint érdes csővekben. A szimulációkat Ansys CFX környezetben végeztük. A geometriánk egy 0,05 m átmérőjű kör keresztmetszet 1/16-od cikkelye, amelynek hossza 1 m (20D). A háló négyzet alapú elemekből áll csőfalhoz közeli sűrítéssel; az elemszám 105 000 cella.

A dolgozat során elsőként víz közeggel vizsgáljuk a sima és érdes csőveket, az azokon eső nyomást, mivel e közeg esetében széleskörű szakirodalmi tapasztalat áll rendelkezésre, illetve méréssel is könnyen reprodukálható, így a kapott eredmények jóságáról meggyőződhetünk.

Víz közegre a szimulációk mind a sima, mind az érdes cső esetében kellően pontosak. Sima cső esetében a lamináris tartományon analitikusan levezethető összefüggést, turbulens tartományon pedig a Blasius-formulát használjuk. Az eredmények mind a lamináris, mind a turbulens esetben megfelelnek a szakirodalomnak. Érdes csőfal melletti eredményeinket a Colebrook-White összefüggéshez viszonyítva vizsgáljuk. Itt is kellően pontos eredményeket kaptunk a mérnökileg fontos érdességi tartományokban. A szakirodalmi adatokkal összehasonlítva a hibák maximum 10%-osak, de az esetek többségében 5%-on belül vannak. Nagy érdességek mellett már nagy eltérést tapasztalunk, ez feltehetőleg származhat a szimuláció beállításának hibájából.

Nemnewtoni tesztközegként egy valódi, mindennapi anyag, a fogkrém tulajdonságait vizsgáltuk. A fogkrém Bingham típusú nemnewtoni közeg, vagyis kellően kis csúsztató feszültségek mellett szilárd testként viselkedik. A τ_0 határfeszültséget átlépve azonban megkezdődik az alakváltozás, mely ezen túl a newtoni folyadékokéhoz hasonló. Ezen anyagnál a sima és érdes tartományon is tapasztaljuk az úgynevezett dugós áramlás kialakulását, mely azt jelenti, hogy a víznél, a lamináris tartományban megszokott parabola alakú sebességprofil helyett dugó alakút láthatunk a folyadék viszkozitásának és határfeszültségének köszönhetően.

A nemnewtoni folyadékok esetében a szimuláció kiértékelése hasonlóan történt, mint a víz esetében, azonban itt egy anyagtípus-specifikus Re_{mod} módosított Reynolds-számot definiálunk, mely magában hordozza az anyagjellemzőket, így a newtoni közegekhez képest ugyanazokkal a szakirodalmi összefüggésekkel élhetünk.

A Bingham plasztikus közeggel végzett számításaink a lamináris tartományon a szakirodalommal összehasonlítva kellően pontos eredményt adtak. Ennél kevésbé egyértelmű, hogy a turbulens áramlási tartományon érvényes összefüggések is jól működtek, igaz itt kis eltérést tapasztaltunk; a számítás jellemzően felülbecsli a Blasius-formulát. Az érdes csőfal mellett végzett szimulációk is mérnökileg megfelelő eredményt adtak.

Irodalom:

Madlener, Frey, Ciezky. „GENERALIZED REYNOLDS NUMBER FOR NON-NEWTONIAN FLUIDS.” Progress in Propulsion Physics, 2009: 244.

Csizmadia, Péter, és Csaba Hős. „CFD-based estimation and experiments on the loss coefficient for Bingham and power-law fluids through diffusers and elbows.” Computers and Fluids, 2014.

Steril környezetben szimulált különféle forgó zajforrások vizsgálata nyalábformálás módszerekkel

**(Investigation of a variety of rotating noise sources simulated in a sterile
environment using beamforming methods)**

Mian Abi Danial, BSc
daniel.mian.abi@gmail.com

Konzulens: Dr. Horváth Csaba, adjunktus, Áramlástan Tanszék

Az utóbbi években a zajcsökkentés elengedhetlenné vált a forgógép technológiánál, és a szükséges zajszintek csökkentéséhez szükség van a zajforrások lokalizációjára.

Ez a vizsgálat bemutatja az Áramlástan Tanszék által tervezett próbapadon végzett mérési eredmények értékelését. Ez a berendezés több levehető hangszórót tartalmaz, amely lehetővé teszi, hogy különböző elrendezésekben rendezzük őket; mindegyik elrendezés a forgógép alkalmazásokra jellemző más típusú zajforrást szimulálhat. Ebben a vizsgálatban hangfájlokat és hangszóró-elrendezéseket készítettünk a következő típusú zajforrások előállításához:

- fázisban lévő forgó koherens zajforrások
- forgó koherens tonális zajforrások, amelyek nincsenek fázisban
- forgó koherens tonális zajforrások klaszterei (vonalforrások)
- forgó inkoherens szélessávú zajforrások
- forgó inkoherens szélessávú zajforrások klaszterei

Az egyes zajforrás típusokhoz több szögben készítettünk felvételeket egy mikrofon tömb segítségével, és mindegyik felvételt több nyalábformálás módszerrel dolgoztuk fel annak érdekében, hogy jobban megértsük, hogy a különböző módszerek hogyan lokalizálják a különböző zajforrásokat.

Hatványfüggvény közegek áramlásának szimulációja érdes falú csőben (Simulation of power-law fluids in a rough wall pipe)

Radics Levente, BSc
radics1998@gmail.com

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

Az ipari gyakorlat során (erőműipar, élelmiszeripar) gyakran találkozhatunk nemnewtoni reológiájú anyagokkal, amelyeket szállítani kell a különböző technológiai lépésekben. Ezen anyagok szivattyúzási veszteségei különösen függenek a reológiai és áramlástan tulajdonságoktól. A munkám során numerikus módszerrel, ANSYS CFX környezetben vizsgáltam néhány nemnewtoni, hatványfüggvény közeg veszteségtényezőjét egyenes csőben, különböző homokérdességek esetén. Ezzel együtt kerestem a hatványfüggvény közegekre alkalmazott összefüggések korlátait.

Elsőként létrehoztam a CFD modellt, amelyet víz közeggel ellenőriztem: megállapítottam azon Reynolds-szám tartományokat, amelyeken pontos eredményt ad a módszer. Ennek segítségével vizsgáltam a különböző, hatványfüggvény szerint viselkedő közegeket. Minden esetben két eredményt hasonlítottam össze: a szakirodalomból és a szimuláció eredményéből kinyert csőúrlódási tényező értékét.

A munkám első felében ketchup közeget vizsgáltam két különböző hőmérsékleten. Ezen rész célja főként elméleti jellegű: a szakirodalomban javasolt módosított Reynolds-szám [1] illetve Dodge-Metzner egyenlet [2] használhatóságának tesztelése különböző csőérdességek és erősen nemnewtoni folyadékok esetén. Célkitűzés továbbá az erősen nemnewtoni hatványfüggvény folyadékok a newtoni folyadékok viselkedésétől való eltérésének vizsgálata általánosságban.

Vizsgáltam ezen felül több, hatványfüggvény reológiai tulajdonságú közeg viselkedését az iparban is előforduló sebességek esetén, lamináris és turbulens jellegű áramlásnál is. Ezen munka célja egyrészt megállapítani, hogy az alkalmazott számítási módszerek milyen erős nemnewtoni viselkedés, Reynolds-szám és sebesség tartományokon hoznak pontos eredményt. Ezen felül cél a mérnöki tervezőmunkához való információ nyújtása az általam vizsgált, vagy azokhoz hasonló reológiai paraméterekkel rendelkező közegekre tervezett rendszerekhez.

Kutatásom eredményei között megtalálhatók a használt módszerek alkalmazásának javasolt, Reynolds-számra és reológiai paraméterekre vonatkozó tartományai hatványfüggvény folyadékokra. Ezen kívül ajánlásokat tettem keményítő keverékek, különböző algazagyok, a ketchup és tejsavas italok áramoltatásával kapcsolatban, amelyre ipari felhasználásukkor, feldolgozásukkor, vagy csomagolásuk során kerülhet sor.

Irodalom:

1. K. Madlener, B. F. (2009). GENERALIZED REYNOLDS NUMBER FOR NON-NEWTONIAN FLUIDS. EDP Sciences.
2. Ashley C.S. Monteiro, P. K. (2010). Pressure drop characteristics and rheological modeling of ice slurry flow in pipes. Auckland: Elsevier Ltd and IIR.

Koaxiális propfan szélessávú zaj elkülönítési módszerének továbbfejlesztése (Further development of signal processing method for the investigation of the broadband noise of counter-rotating turbomachinery)

Soós Bálint, MSc
soosba94@gmail.com

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

A koaxiális propfan (a továbbiakban propfan) hatékonysága és csökkentett CO₂ emissziója megfelel napjaink környezetvédelmi irányelveinek, szemben a széleskörűen alkalmazott, magas üzemanyag-igényű turbóventilátoros hajtóművekkel. A propfan jelentős határfoka lehetővé teszi az elektromosan hajtott repülőgépek elterjedését, valamint az egyre népszerűbb drónok hatótávolságának növelését, azonban a hajtómű alkalmazása előtt fejlesztéseken kell átesnie, ezek egyike a magas zajszint csökkentése.

A propfan zajforrásai akusztikai szempontból felbonthatók tonális illetve szélessávú komponensekre. A tonális összetevők amplitúdó spektruma szűk frekvenciasávú, a szélessávú összetevők – az elnevezésükből is adódóan – széles frekvenciasávval jellemezhetők. A propfan zajkeltő mechanizmusainak megértéséhez és bizonyos vizsgálati módszerekhez (zajtérkép analízis, POD analízis) fontos a két zajtípus szétválasztása, az elkülönített jelek további elemzése.

D. Sree és D.B. Stephens megalkottak egy módszert [1], mely alkalmas egy mért propfan hangnyomásjeléből eltüntetni a hajtómű fordulatszámához köthető tonális komponenseket. Az eljárást kiegészítve, és így a fordulatszámától független tonális alkotókat is eltávolítva, előállítható a propfan szélessávú összetevőivel egyenértékű szélessávú jel [2]. Az eredeti hangnyomásjelből és az egyenértékű szélessávú jelből a megfelelő eljárásokkal létrehozható egy tonális összetevőket tartalmazó adatállomány, ennek eredményeképp egymástól függetlenül vizsgálható a szélessávú, valamint a tonális állomány. A kiegészített módszer hátránya a magas adatvesztés; az egyenértékű időjel harmad olyan hosszú, mint az eredeti szélessávú jel, ami befolyásolja az eredmények bizonytalanságát, így ahhoz, hogy pontosabb eredményt kapjunk, drasztikusan meg kell emelnünk a mérési időintervallumot. A probléma orvoslásához jelen dolgozatban egy, a spektrumanalízis során már bevált módszert alkalmazok, mellyel számottevően csökkenthető az adatvesztés. A továbbfejlesztett eljárás hatékonyságát spektrum analízissel és zajtérkép elemzéssel vizsgálok szimulált zajforrások hangnyomásjelen, valamint a NASA Glenn Research Center szélcsatornájában mért propfan hangnyomásjelen.

Irodalom:

1. Sree, D.; Stephens, D.B. Improved Separation of Tone and Broadband Noise Components from Open Rotor Acoustic Data. *Aerospace* (2016), 3, 29.
2. Tokaji, K.; Soós, B.; Horváth, Cs. Extracting the broadband noise sources of counter-rotating open rotors. *AIAA 2019-2572* (2019)