

Mi Energiánk - Fiatalok a Tudományban 2022

Az Energetikai Szakkollégium Tagjainak Munkái

Szakmai Előadóest

2022.05.26.

Az Energetikai Szakkollégium Wigner Jenő emlékfélévének kilencedik programjaként megrendezésre került a Szakkollégium már hagyománnyá vált Mi Energiánk - Fiatalok a tudományban előadóestje. Az érdeklődőknek lehetősége nyílt megismerni a Szakkollégium tagjainak aktuális kutatási eredményeit. Az est folyamán 7 prezentációt mutattak be a lelkes hallgatók. Az ismertetett kutatások tematikája az energetika minden területén átívelve érintette a villamos- és hőenergetikát, a megújulókkal kapcsolatos aktuális kérdéseket, valamint az energetika gazdasági, piaci aspektusait is. A bemutatott kutatások rövid összefoglalói alább olvashatók.

1. KRIOGÉN PELLET GYORSÍTÁSÁNAK VIZSGÁLATA (KOVÁCS ÁKOS)

A téma az Energiatudományi Kutatóközpont (EK) Fúziós Plazmafizika Laboratóriumában (FPL) folyó ITER tört pellet belövő (Shattered Pellet Injector, SPI) technológia fejlesztéséhez kapcsolódik. Az eszköz és technológia megtervezését az ITER (Nemzetközi Kísérleti Termonukleáris Reaktor) rendelte meg, mely a világ legnagyobb tokamak típusú fúziós reaktor kutatás-fejlesztési projektje. A jelenleg is épülő létesítménynek biztonsági szempontból van szüksége a berendezésre. Az ITER-ben létrehozott magas hőmérsékletű plazma esetleges instabil állapotba kerülésekor rövid idő alatt le kell állítani a reakciót a tokamak sérülésének elkerülése végett. A plazma bomlása esetén ugyanis kis pontra hatalmas hőterhelés összpontosulhat, mely a divertorban és más plazmával érintkező eszközökben is kárt tehet. Korábbi tokamakokon (JET, DIII-D) már kipróbált módszerként alkalmaznak

nagymennyiségű Neon/Argon/Deutérium gáz beeresztését (Massive Gas Injection), aminek köszönhetően az energiatöbblet jelentős hányadát képesek lesugározni, és eloszlatni a berendezés belsejében. Az ITER megnövekedett méretei miatt azonban az MGI nem bír kellő hatékonysággal. Jelenleg a plazma gyors lehűtését alacsony hőmérsékletű kriogén pelletek töredékeinek belövésével SPI berendezés segítségével tervezik.

Az EK-FPL laboratóriumában egy SPI prototípus elemeinek, valamint a törési folyamatnak a tesztelése zajlik. A fagyasztani tervezett 19, illetve 28.5mm átmérőjű hidrogén, neon és keverék pelleteket nagynyomású gázimpulzussal fogják felgyorsítani. A gyorsítást követően egy fém lappal ütköztetik, és meghatározott irányba térítik a tört darabokat.

Dolgozatomban a pellet gyorsítási folyamatát, valamint a laboratóriumban fejlesztett speciális nagynyomású gázszelep működését vizsgálom. Kiindulásként rendelkezésre állt egy egyszerű Python nyelven írt nulldimenziós modell, amely kiszámítja a gáznyomás, gázszelep nyitási sebesség, a geometria és más paraméterek függvényében a pellet gyorsítását. A munkám során az Oak Ridge National Laboratory mérései alapján a modellt kiegészítettem a pellet nyírószilárdságának hőmérséklet függésével, valamint a FPL munkatársának az OpenFoam programban végzett gázáramlási számításával is. Részt vettem a speciális szelep tesztelésében és a kapott nyitási karakterisztikát is beépítettem a programba.

Az EK FPL laboratóriumban a mérések 2022 elején elkezdődtek. A modell eredményeit az EK SPI laboratóriuma mellett a garchingi ASDEX Upgrade tokamaknál működő SPI berendezés méréseivel is összehasonlítottam. Bár itt sokkal kisebb, 4 mm átmérőjű, pelleteket készítenek, azonban nagyszámú szisztematikus

mérési adat áll rendelkezésre, így lehetőség nyílik különböző paraméteres változások összevetésére.

2. *HIDROGÉNTERMELÉS ÉS -FELHASZNÁLÁS LEHETŐSÉGEI A VILLAMOSENERGIA-SZABÁLYOZÁSBAN (BOHUNKA DÁVID)*

A hidrogénben egyre több iparági, és politikai szereplő lát potenciált, egyre több országnak van hidrogénstratégiája, és a REPowerEU kapcsán is szerepel a hidrogéntekológia előtérbe helyezése az intézkedések között. A hidrogén legnagyobb előnye, hogy diverz módon felhasználható a gázturbinától kezdve, a vegyipari folyamatokon át még a légi közlekedésben és az acélgyártásban is felhasználható. Az előállítás nehezebb, hiszen első sorban jelenleg földgázból állítják elő, és a zöld hidrogénhez pedig túl sok villamos energiára van szükség, azonban az egyre növekvő megújuló termelés hatására egyre jobban meg fogja érni ezeket a termelési hullámokat tárolás segítségével kihasználni. Villamosenergiával kapcsolatos felhasználását tekintve a gázturbinákon kívül az üzemanyagcella lehet opció.

A megújulók elterjedésének egyik következménye, hogy egyre nagyobb szabályozási igény lép fel nem csak órás, hanem perces szinten is, azaz a szekunder szabályozást is be kell vonni a villamosenergia-rendszer stabilitásának érdekében, a szabályozási lehetőségeket pedig szűkíti a fosszilis erőművek fokozatos kivezetése.

Az egyes hidrogén termelési (elektrolizátor) és fogyasztási (gázturbina, üzemanyagcella) technológiák alkalmasak arra, hogy a szekunder szabályozásban részt vegyenek. A kutatásom során ezt a témakört járom körül, megvizsgálom az egyes hidrogéntermelési és -fogyasztási technológiákat, hogy melyik alkalmas szabályozásra, és ezen belül milyen paraméterekkel képesek ezt elvégezni. Ezt

összevetem, hogy a jövőben feltételezhetően mekkora igényeket kell kielégíteni és ebbe hogyan implementálhatóak a hidrogéntermelési és -fogyasztási technológiák.

3. *GEOTERMIKUS KISERŐMŰVEK HELYZETE MAGYARORSZÁGON (GIANONE JÁNOS)*

Napjainkban a fenntarthatóság kiemelkedően fontos társadalmi és szakpolitikai elvárás, mely az energiaszektor elé komoly kihívásokat állít a villamosenergia-termelésben. Különös tekintettel nehezen egyeztethető össze a fenntarthatóság az ellátásbiztonsággal. A megújuló forrásokon alapuló energiatermelés gyakran ingadozó kapacitású, nehezen kiszámítható, így ellátásbiztonsági szempontból kiszámíthatatlansága miatt hátrányos, bár az elosztott jellege miatt előnyös. A mai igények kielégítésére nagy szükség van arra, hogy – mind a fenntarthatóság, mind az ellátásbiztonság szempontjából – kedvező adottságú energiaforrásokat vonjunk be a villamosenergia-termelésbe.

A geotermikus hőre épülő energiatermelés az egyik ilyen megoldás lehet. Magyarország „geotermikus nagyhatalom”, de a legtöbb esetben a rendelkezésre álló hő alacsony entalpiájú, így hagyományos villamosenergia-termelésre nem alkalmas. Az utóbbi években viszont nagyon sokat fejlődtek az úgynevezett szerves Rankine cikluson (ORC) alapuló berendezések, melyeket az alacsony hőmérsékletű hőforrások villamosenergetikai célú felhasználására használnak. Az ORC abban tér el a hagyományos Rankine-cikluson alapuló energiatermeléstől, hogy víz helyett olyan szerves anyag a munkaközeg, melynek alacsonyabb forráspontja. Ezzel a megoldással hasznosíthatóak a közepes vagy alacsony hőmérsékletű geotermikus források. Magyarországon mindössze egy ilyen erőmű, a Turai Geotermikus erőmű termel a hálózatra villamosenergiát. Ez az egy egység 3,35 MWe beépített villamos teljesítménnyel rendelkezik, azonban a magyar geotermikus potenciálok lehetővé teszik több alrendszerből álló virtuális erőmű-rendszer kialakítását, amely 1-5 MW-os,

elosztott egységekből állna. Ez jelentősen növelné az ellátásbiztonságot, mindemellett megmaradna a kiszámíthatóság, valamint a fenntarthatóság sem sérülne. A kutatásban céлом volt meglévő és potenciális geotermikus kutakra tervezni ORC berendezést, vizsgáltam a telepítés lehetséges kereteit, igyekeztem mind a technológiai, mind a környezeti adottságokhoz alkalmazkodni. A vizsgálatot követően a különböző kutak eltérő paramétereit változóknak határoztam meg, mely változókra alapozva egy olyan számítást építettem fel mely a paraméterek alapján határozza meg a potenciális erőmű minden paraméterét.

A kutatás jelenleg nem teljeskörű, folytatni szeretném a munkámat, tervezem vizsgálni a berendezések költségcsökkentésének módját, moduláris blokkok alkalmazását is. Ezen felül szeretném ezen rendszerek kritikus, problémás területeit üzemeltetői tapasztalat alapján felülvizsgálni és a problémákra lehetséges megoldást keresni.

4. *HAZAI ERŐMŰVI FORRÁSSZERKEZET ÉS KIEGYENLÍTŐPIACI ÁRAK ELEMZÉSE (KARDOS MARTIN)*

A villamosenergia-rendszer folyamatosan változik világszerte, így hazánkban is. Az újabbnál újabb fenntarthatósági célokkal és az egyre csak növekvő számú elektronikus használati eszközök miatt nem csupán egyre nagyobb rendszerterhelést vagyunk szükségesek lefedni, hanem az sem mindegy, hogy azt milyen primer energiaforrás felhasználásával tesszük. Az egyre jobban elterjedő megújuló energiaforrások, a folyamatosan növekvő szén-dioxid kvóta ár, a felhasználók életvitelbeli változásai folyamatos módosulásokat idéznek elő mind a rendszerterhelésben, mind az energiamixben. Mindemellett a teljes rendszer kiegyenlítetlensége is lényeges, mely a növekvő energiaárak, illetve a naperőművek

bizonytalan termelése és a fogyasztók számának gyarapodásával egyre nagyobb kérdés mind pénzügyi, mind rendszerstabilitási szempontból.

Önálló laboratóriumi kutatásom során bemutatom a magyarországi rendszerszintű szolgáltatások, elsősorban a teljesítményszabályozási rendszer működését. Megvizsgálom a hazai villamosenergia-rendszer erőművi bővítéseit, a rendszerterhelés-, illetve a primer források szerint bontott termelés változásait az elmúlt években, illetve ezek szezonális és napon belüli alakulásait, belevonva az import-export szaldó változását. Ezekután megvizsgálom ugyanezen időszak kiegyenlítő energia egységárainak és az FCR/aFRR tender eredményeinek változásait, illetve azt, hogy ez milyen kapcsolatban van a termeléssel és a beépített kapacitások bővítésével, fókuszálva a fotovoltaikus erőművekre. A későbbiekben szakdolgozatomban ezen változások és összefüggések vizsgálatát képes leszek kiegészíteni egyéb változók, mint például a HUPX DAM árak bevonásával.

5. *KAPACITÁSSZÁMÍTÁS A MAGYAR VILLAMOSENERGIA-RENDSZEREN (KÜRTI GERGELY)*

A dolgozat témáját a magyar villamosenergia-rendszer erőművi kapacitásszámítása adja. A 2020-as években várhatóan drasztikus változások mennek majd végbe ilyen tekintetben. Erre következtethetünk az utóbbi évtizedekben egyre hangsúlyosabban megjelenő zöldenergia-átállásból, amely az európai tendenciákat figyelembe véve nem fog lassulni. A villamosenergia-rendszer különböző módon reagál az eltérő energia-mixekre, ez pedig kritikus kérdés frekvencia- és feszültségstabilitási szempontból.

A dolgozat első körben áttekinti a, főleg átviteli rendszer és az energiamix szempontjából kritikus menetrendezéseket, mint hálózatfelújítás és -fejlesztés, erőműkivonás és -létesítés. Ezt követően két lehetséges scenáriót vizsgál meg, ami a

2030-as erőműkapacitást illeti, illetve összeveti a kapacitást meghatározott, szélsőséges termelési vagy fogyasztási körülmények mellett.

Az első scenárióban a napelemek elterjedése a vártnál is tovább gyorsulna, ezzel együtt pedig lecsökkenne a gázerőmű kapacitás. Ezen belül két esetet vizsgál a dolgozat, melyből az egyikben széleskörűen elterjedté válnak a napelemek mellé beépített energiatárolók, míg a másik esetben ez nem mondható el.

A második scenárióban a gáz alapú kapacitás csökkenése lassulna le, ezzel együtt pedig a vártnál kevesebb PV-kapacitás létesülne 2030-ig. Ebben a scenárióban is két eset kerül megvizsgálásra, melyből az egyikben sikeres a Mátrai Erőmű gázüzemű átállása, míg a másik esetben ez megghiúsul, ezáltal kiesik az energiamixből.

A dolgozat végén következtetések, tanulságok olvashatóak az összegyűjtött és feldolgozott adatok alapján a villamosenergia-rendszer stabilitását illetően a különböző scenáriók fényében.

6. KOMPOSZTKAZÁN VIZSGÁLATA – HÁZTARTÁSITÓL AZ IPARI MÉRETEKIG (BANGÓ ZSÓFIA LILLA)

Napjainkban a magas energiaárak és további, bizonytalanságot előidéző külső tényezők mellett fontos, hogy rendelkezünk megbízható technológiákkal, amelyek akár függetlenek is lehetnek a központi energiaellátástól. Az elmúlt időszakban különösen megnövekedett gázárak miatt előnyös, ha tudunk spórolni az energiával, viszont a háztartások és bizonyos létesítmények működtetéséhez elengedhetetlen a folyamatos, stabil ellátás. Erre a problémára nyújthatnak megoldást a komposztkazánok.

A legtöbb háztartásban nagy mennyiségű komposzt termelődik, legyen az állattartásból származó, kerti, konyhai vagy egyéb háztartási hulladék. A magyar

lakosság által termelt hulladék 30%-a olyan szerves anyagokból tevődik össze, melyek könnyen komposztálhatóak. A komposztban biológiai oxidáció zajlik le, a szerves anyagok levegő oxigénjével érintkezve, tehát aerob folyamat során lebomlanak; melléktermékként nagy mennyiségű hő keletkezik. A biológiailag aktív komposzt önmagát fűti, akár 80-85 °C-os hő is felszabadulhat a természetes folyamatok útján. A komposztkazánok ezt a felszabaduló hőt hasznosítják, még hozzá környezetbarát módon, hiszen a szén-dioxid-kibocsátás sokkal kisebb, mint egy szén-, vagy akár biomassza erőmű esetében. Ezáltal a klímaváltozás lassításáért való törekvésekben is juthat nekik szerep. A komposztkazánokat kombinálni is lehet biogázzal vagy egyéb megújuló energiaforrásokkal, például napelemekkel, így még több energiát biztosítva.

Kutatásom középpontjában a KoronaGomba cég komposztja áll, melyet csiperkegomba és egyéb gombafajták termesztéséhez használnak. Több száz tonna komposztot helyeznek el betonfallal határolt, fedetlen és fedett bunkerekben. A szalma, csirke- és lótrágya, valamint gipsz keverékéből készült komposzton alulról, ventilátorok segítségével levegőt fújnak keresztül, hogy az egész komposztban egyenletes legyen a hőmérséklet. A kazal tetején mért hőmérséklet 75-80 °C, mely hő egyelőre hasznosítatlanul távozik a levegőbe. Azt vizsgáltam, hogy a felszabadult hő és a megmaradt komposzt miként lenne hasznosítható egy háztartás melegvíz-igényének vagy egy nagyobb létesítmény energiaellátásának biztosítására. Továbbá a hőveszteség minimalizálására és különféle, külföldi megoldásokra is kitérek.

7. RENDSZERINERCIA VÁRHATÓ VÁLTOZÁSI ÉS HATÁSA A VER MŰKÖDÉSÉRE (JUHÁSZ KRISTÓF PÉTER)

Az inercia, avagy tehetetlenség lényeges szerepet játszik a villamosenergia-rendszer frekvenciastabilitásában. A tehetetlenség alapvetően gátolja a zavarok hatására fellépő nagy frekvenciaváltozásokat, ezzel stabilitást adva a villamosenergia-rendszernek.

A jelenlegi energiasztratégiákkal és irányelvekkel (Nemzeti Energiastratégia, Fit for 55) kapcsolatban kijelenthető az, hogy a magyar villamosenergia-termelői összetételben változások fognak bekövetkezni, amelynek köszönhetően a rendszer inerciája csökkenni fog. Ez alapvetően abban nyilvánul meg, hogy a nagy forgó tömeggel rendelkező konvencionális erőművek leállításra kerülnek és a helyükre napelemes termelőket telepítenek, melyek a rendszerre teljesítményelektronikán keresztül csatlakoznak inercia hozzájárulása nélkül.

Belátható az, hogy a termelői oldalon az inercia csökkenni fog, azonban a rendszer inercia fogyasztó oldali komponenst is tartalmaz. Több forrás is azonos értékre jutott, amikor a fogyasztó oldali inercia hozzájárulást vizsgálta. A szakirodalom átlagosan a rendszer inercia hozzájárulásra egy 20%-os értéket becsült, melynek szerepe az egyre nagyobb napelemes penetráció miatt növekedni fog. Fontos megjegyezni azt, hogy azok a különböző forgógépek biztosítják az inerciát a fogyasztói oldalon, amelyek nem valamilyen változtatható frekvenciás hajtások, ugyanis ezek elektronikusan le vannak választva a hálózatról, tehetetlenségükre nem számíthat a rendszer.

Dolgozatomban a fogyasztó oldali inerciát vizsgáló szakirodalmat tárgyaltam és ezek alapján becslést adtam Magyarország fogyasztó oldali inerciahozzájárulásra, valamint IEEE 9 gyűjtősínes modellen stabilitási vizsgálatokat végeztem napelemes megújulóknak jelenléte mellett és ezek hatását vizsgáltam PowerFactory – DigSILENT szimulációs környezetben.



Apor Veronika

Az Energetikai Szakkollégium tagja