

Megújulók és/vagy atom?

2018. május 2-án a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem R épületében került sor a Magyar Energetikai Társaság Ifjúsági Tagozata által szervezett vitaestre, amely közel száz, főképp fiatalokból álló hallgatóság előtt zajlott le. A vitát dr. Tóth Máté, a MET elnökségének tagja, a társaság Interdiszciplináris Tagozatának elnöke vezette.

Vitapartnerek: Prof. dr. Aszódi Attila, a BME egyetemi tanára, a Paksi Atomerőmű kapacitásának fenntartásáért felelős államtitkár és dr. Munkácsy Béla, az ELTE Környezet és Tájföldrajzi Tanszékének adjunktusa.

Bevezetőjében Tóth Máté ismertette a vita „szabályait”, amelyek értelmében a vitapartnerek – váltott sorrendben – a kérdések, illetve témák felvetését követően 3,5-3,5 percben válaszoltak, majd azt követően reagálhattak a vitapartner válaszára is 1,5-1,5 percben. A vitát a hallgatóságtól érkező kérdések, hozzászólások és az azokra adott válaszok zárták.

1) Kérem, foglalják össze, Önök szerint melyek az atomenergia és a megújuló energiák előnyei és lehetőségei.

Aszódi Attila: Kifejezetten helytelennek tartom a nukleáris és a megújuló energiák szembeállítását, szerintem ezek együttműködése a kívánatos. Nem az a kérdés, hogy atomenergia vagy megújuló, hanem, hogyan tudunk egy olyan energiamixet összeállítani, amellyel el tudjuk látni a társadalmat villamos energiával. Sajnálatos módon a villamos energiát és az energiát gyakran szinonimaként használják, és ez félreviszi a vitát. Én elsősorban a villamos energiával kapcsolatos vitára készültem, amely a társadalom minden résztvevője számára alapvető fontosságú. A villamosenergia-ellátásnak folyamatosnak, hozzáférhetőnek, megfizethetőnek kell lennie. Hibás az a felfogás, amely azt közvetíti, hogy egy fejlett gazdaság villamosenergia-ellátását tisztán időjárásfüggő megújulókkal meg lehet oldani. Még nagyobb hiba lenne, ha a vitában összekevernénk az energiaellátást a villamosenergia-ellátással.

Munkácsy Béla: Köszönöm a lehetőséget, hogy elmondhatom, amit az ELTE Környezet és Tájföldrajz Tanszékén erről gondolunk a XXI. században. Örömteli a nagy érdeklődés, láthatóan van igény a fenntartható energiagazdálkodással kapcsolatos információkra. A baj az, hogy a vita és a kommunikáció itt a falak között elakad, és ahol valóban helye volna, oda, például a közszolgálatnak nevezett médiacsatornáig, már nem jut el. Korábban már vitakoztunk mikrofonok és kamerák előtt Aszódi Attilával, de az illetékes döntéshozók engem az adás előtt telefonon értesítettek arról, hogy az anyag nem kerül adásba. Pedig a közvélemény nyitott lenne erre a kérdésre.

Az a szemléletmód, hogy villamosenergia-rendszerben gondolkodjunk, a XXI. században már idejét múlt. Ma már mindenki

teljes energiarendszerben gondolkodik, beleértve a közlekedést, a hőenergiát, de ezen túlmutatva számos olyan területet, mint a lakások, a hulladékgazdálkodás, a mezőgazdaság, az erdőgazdálkodás. Ezek nélkül villamos energetikáról beszélni szerintem sok értelme nincsen. Egyetértek ugyanakkor azzal, hogy időjárásfüggő technológiákkal egyedül nem lehet operálni a XXI. században.

2) Mind a megújulók, mind az atomenergia egyfajta támogatási keretrendszerben működik hazánkban. Ez így van a világban másutt is. Önök szükségesnek, illetve kielégítőnek találják-e például a megújulóknál a KÁT- és a METÁR-rendszert, milyennek látják Paks II. állami támogatását, mennyire torzít az egyik és mennyire a másik?

Munkácsy Béla: Nem annyira a támogatási, inkább akadályozó rendszert látok a megújuló szektorban, például Magyarországon a szélerőművek telepítése lényegében be van tiltva. Olyan szabályozási rendszert sikerült létrehozni területi és egyéb korlátokkal, amelyben a beépített korlátozások nulla négyzetméteren teszik lehetővé szélerőművek telepítését. Ami a többit illeti, nemrég döntött a kormány arról, hogy a METÁR-t, amelyen a szakma tíz évig dolgozott, ebben a formában mégsem szeretnék engedni. A hatékonyság a másik terület, amivel foglalkozni kell, mert e tekintetben drámai a helyzet, ha a teljes energialáncon végigtekintünk a bányászattól az energiaszolgáltatásig. Így például a világításra fordított energiafelhasználás hatékonysága akkor sem több 4%-nál, ha energiahatékony világítótesteket használnak. Az EROI, vagyis a teljes életciklusban befektetett és kinyert energia aránya különösen az atomenergia esetében nagyon rossz. A hozzáértők, így Charles Hall professzor és kutatócsoportja szerint az atomerőművek a teljes életciklusában vizsgálva nem képesek annyi energiát termelni, mint amennyit a működtetésük során felhasználnak, hiszen 200-300 ezer évig kell majd valakiknek gondozni, vigyázni, felügyelni a radioaktív hulladékot, a létesítményeket karban kell tartani, ami energiafelhasználással jár. Amit támogatni kellene, az a kutatás-fejlesztés; ebben a tekintetben drámai a lemaradás, különösen a megújulók esetében. Magyarországon nincs olyan kutatóintézet, amely a szélenergiával vagy a biomasszával foglalkozna, sőt a szélenergiával kapcsolatos térinformatikai alapadatokhoz sem lehet hozzáférni, ami meglehetősen szánalmas.

Aszódi Attila: Európában jelenleg piaci hibával terhelt villamosenergia-piac működik, és ezért a jelenlegi villamosenergia-árak nem adnak megfelelő indikációt a jelenlegi és a jövőbeli szereplőknek arra nézve, hogy mit érdemes tenni ezek között a körülmények között. Ennek a piaci hibának az alapvető oka az, hogy olyan nagy mennyiségű támogatás áramlik ezen a piacon főképp az időjárásfüggő megújulók felé, ami kizárja, hogy valós árak alakuljanak ki. A támogatások nem csak az árakban jelentkeznek. Ha

például valaki úgy dönt, hogy a házában a tetőjére fotovillamos rendszert telepít, akkor lehetőséget kap arra, hogy éves szinten, szaldósan számoljon el. Ez azt jelenti, hogy teljes kapacitással használhatja a hálózatot, a hálózathoz való kapcsolódását úgy használhatja, mintha az egy tároló lenne, miközben nem az. A villamosenergia-rendszernek azt a szolgáltatását, miszerint tartja a frekvenciát, és ha szüksége van áramra, akkor vételez, ha többlettermelése van, akkor azt a rendszer tőle átveszi, ezt mind-mind ingyen használhatja. 36 Ft/kWh áron kapja a villanyt, ami számára mindenképpen igen kedvező. A megújulóval termelők a támogatási rendszerben ugyancsak igen kedvező áron adhatják el a termelt villamos energiát, ami természetesen függ attól, hogy a KÁT- vagy a METÁR-rendszerben működnek-e.

Ami az atomerőművet illeti, egy nagyon alapos és részletes gazdasági megtérülési EU vizsgálaton vagyunk túl. Ez azt állapította meg, hogy Paks II. esetében egyetlen elemben jelentkezik állami támogatás: egy piaci magánbefektető, amennyiben hajlandó lenne Európában nagy erőművet építeni, akkor 7,88%-os éves hozamot várna el; ehhez képest Paks II. esetében piaci értékesítési körülmények között ez az érték 7,35%, tehát ez a fél százalékos hozamdifference az, amelyet az EU Bizottság állami támogatásként határozott meg.

Munkácsy Béla: Azt szeretném hangsúlyozni, és ez a gazdasági megtérülésben is lényeges szempont, hogy az ELTE Atomfizika tanszékén dolgozó kollégák szerint 400 ezer évig kell a biztonságos tárolásról, a monitorozásról, az őrzésről és a menedzsmentről gondoskodni. Csak próbáljuk kiszámolni, ha ezt egy 30-40 fős csapat csinálja három-négyszáz ezer éven keresztül, ez mennyi erőforrást emészt fel, ami semmilyen módon nem jelenik meg az imént felvázolt kalkulációban. Pedig ezt a munkát senki nem fogja ingyen csinálni. Emellett ezeknek a műszaki létesítményeknek a karbantartásáról is gondoskodni kell, amihez nemcsak emberekre, hanem anyagokra és energiára is szükség lesz 50-100 évenként.

Aszódi Attila: Most látják, hogy mi az oka annak, hogy akik energetikai mérnöknek akarnak tanulni, azok a Petőfi-híd északi oldalára és nem a déli oldalára jönnek. Egy ilyen létesítményt senki nem akar több száz ezer évig őrizni és monitorozni. Ha egy ilyen létesítményt lezárunk, akkor az abból származó kis mennyiségű hulladékot olyan geológiai tárolóba helyezük el, amelyet utána lezárunk és ez további monitorozást és őrzést nem igényel. A tárolók működtetésének és ellenőrzésének költségeit annak lezárásáig figyelembe vesszük akkor, amikor a központi nukleáris pénzügyi alapon ennek forrását folyamatosan gyűjtjük, felhalmozzuk. Át kell jönni a Műegyetemre, meghallgatni az ezzel foglalkozó kurzusokat.

3) A különböző technológiákat nemzetgazdasági szempontból is meg kell vizsgálni. A kérdés most az, hogy Magyarország fejlődését a megújuló energiák vagy a nukleáris energia alkalmazása segítené-e jobban. Beruházási költség, üzemeltetés és megtérülés szempontjából hogyan aránylanak egymáshoz az egyes rendszerek, hogyan látják ezeket egymáshoz viszonyítva, összevethető-e egyáltalán az eltérő technológiák, különös tekintettel ezek eltérő sajátosságaira (elszórta, kis mennyiségben termelnek villamos energiát hullámzó teljesítménnyel, de ingyenesen rendelkezésre álló energiaforrással, míg a másik koncentráltan, nagy mennyiségben állít elő villanyt).

Aszódi Attila: Aki energetikát tanult, az tudja, hogy így, ebben a formában ez a kérdésfeltevés kissé félrevezető. A villamosener-

gia-rendszerben számos olyan fogyasztó van, amelyek folyamatosan igénylik a villanyt. Az EU országokban a csúcsterhelés kb. 50-60%-át kitevő mértékben folyamatosan igénylik a fogyasztók a villamos energiát, ezért szükségünk van olyan erőművekre, amelyek ezt az úgynevezett zsinórterhelést ki tudják elégíteni. Erre az időjárásfüggő megújulók alkalmatlanok. Ilyen lehet a vízenergia, az atomenergia és még további fosszilis források, de utóbbiak szén-dioxidot is kibocsátanak, ami problémát jelent, miután az EU a kibocsátást csökkenteni szeretné. Víz alapon mi nem tudunk villamos energiát termelni, ezért számunkra az atomenergia marad. Ezzel az időjárásfüggő megújulók nem versenyezhetnek. Az utóbbi időben számos nemzetközi intézmény, pl. az OECD szakosított szervei foglalkoztak azzal, hogy a különféle erőművek rendszerbe való integrálása milyen költségekkel jár. Ebből a szempontból az atomerőművek kimondottan kedvezőek, mert koncentráltan, mindössze néhány ponton kapcsolhatók a hálózathoz. Az időjárásfüggő megújulókat nagyon sok ponton kell a hálózathoz kapcsolni. Gyakran elfeledkezünk arról, hogy a nagyobb teljesítőképességű szél- és napelemparkok is az alaphálózathoz csatlakoznak, tehát ugyanúgy szükségük van a nagyfeszültségű hálózatra, mint a többi, hagyományos erőműnek, ugyanazt az alpinfrastruktúrát használják, amelyet a többi erőmű csatlakoztatása és az egész rendszer biztonságos működése érdekében korábban kiépítettek.

Munkácsy Béla: Kezdem azt érezni, hogy egy másik univerzumban léteznénk. 2017. május 23-án jelent meg a hír, hogy a világ legnagyobb atomerőmű gyártó cége, a Westinghouse, amely a Toshiba-val karöltve épített atomerőműveket – akik magukat így hívják: we are nuclear energy –, nos, ők csődbe vannak. Azt tudom megerősíteni, hogy borzasztó nagy problémában van ez a szektor, különösen most, hogy április 12-én az USA legnagyobb atomerőmű-üzemeltetője bejelentette, hogy az USA-ban nem fognak új atomerőművet építeni. És mind a kettőnek ugyanaz az oka: egyszerűen nem éri meg. Az atomerőművek részesedése folyamatosan csökken, és most megint meg fognak lepődni, mert nem a hivatalos statisztikai adatot mondom, azért, mert a hivatalos adatokban csak a kereskedelmen keresztül gazdát cserélő energiahordozók jelennek meg. Azok viszont, akik próbálják a többi energiafajtát, így a nem konvencionális biomasszát is figyelembe venni, azok 1,6%-os részesedésről beszélnek az atomerőművekkel kapcsolatban a TPES tekintetében. Ez tehát könnyen kiváltható, és ezen dolgozik ma az egész világ, mert az atomerőművek súlyos biztonsági problémákkal küzdenek, amelyeket nem nagyon tudnak megoldani, vagy csak azon az áron, hogy ezáltal az atomerőművek eladhatatlanná váljanak.

Visszakanyarodva a hulladéktároló létesítmények őrzésére: ha valaki azt képzeli, hogy ezeket a kiégett fűtőelemeket minden további nélkül magukra lehet hagyni, miközben terroristák mászkálnak közöttünk, hát az egy elég bátor koncepció. Arról nem is beszélve, hogy nem tudni, min alapul ez a feltételezés, miután a világban nincs is még ilyen létesítmény, ami meg van, azt őrzik, mert katonai. Az eredeti kérdésre visszatérve, hogy összehasonlíthatók-e a megújulók és az atomerőművek, erre az a válaszom, hogy igen, mert az atomerőművek egyszerűen soha nem térülnek meg, a megújulók pedig nemcsak hogy megtérülnek, de érték-növelő tényezőként is megjelenhetnek például egy háztartásban. Az atomerőmű építését pedig mi, adófizetők fogjuk finanszírozni, fejenként átlagosan 1 millió forinttal.

Aszódi Attila: Az a helyzet, hogy pontosan kellene idézni a forrásokat. Az említett cég és annak vezetője nem az egész világról beszélt, hanem csak az USA-ról, és azt mondta, hogy ott az energetika nagy kihívásokkal néz szembe. Az USA hosszú időn keresztül nettó szénhidrogén-importőr volt, az utóbbi időben az olcsó palagáz volt az, amely átalakította a villamosenergia-szektorát az USA-ban, nem a megújulókat. Németország pedig a zöld úttal történelmi hibát követett el. Atomenergiát kiváltani időjárásfüggő megújulókkal úgy, hogy a kiegyenlítést földgázalapon végzik el, ez mindenképpen szén-dioxid-kibocsátással párosul, szemben az atomenergiával, ezt a német adatok is igazolják. A szén-dioxid-kibocsátás nem csökkent.

Munkácsy Béla: Nagyon érdekesen alakultak a megtérülési számítások a Paks II-vel kapcsolatban, mert ami a kapacitáskihasználást illeti, 95%-kal számoltak, ami csak akkor lehetséges, ha nem lépnek fel műszaki problémák, márpedig én még olyan műszaki létesítményt nem láttam, ahol ne léptek volna fel gondok. És ezek a megállások az ilyen 1200 MW-os blokkok esetében drámai hatással vannak az egész ország villamosenergia-rendszerére. És hibás az a kormányzati koncepció is, hogy ezeket a blokkokat naperőművekkel ki lehet egészíteni.

Mindez nem csupán az Egyesült Államok problémája, mert a Siemens 2011-ben bejelentette, hogy kiszáll az atomenergetikából, az Areva is kínlódik, ezernyi problémával küzd, az összeomlás szélén áll. Azt is tudjuk, hogy a francia Flamanville atomerőmű projektjében már háromszoros árnál tartanak az eredetihez képest. Sajnos, lássuk be, ez nem fog menni.

4) Európában mostanában a megújulókat kerültek előtérbe és az atomerőművek mintha hátrébb szorulnának. Magyarországon a folyamatok épp ellentétesek. Mi ennek az oka? Mit tanulhatunk az európai folyamatokból, pl. a német energiafordulattól vagy a Hinkley Point atomerőművi beruházásból?

Munkácsy Béla: Mi a különbség? Az EU fejlett országaiban azt látom, hogy törekvés van arra, hogy egyfajta nemzetstratégiai koncepció szerint az energetikai függetlenségüket megteremtsék. Ezért próbálnak helyi erőforrásokat használni, a helyben elérhető erőforrásokra támaszkodnak és a helyi gazdálkodókat hozzák helyzetbe – ebben a körben nyilván ismert a güssingi példa. Ami az EU nyugati, fejlett országaiban másképp működik, az az, amit demokráciának szokás nevezni; ezekben az országokban ugyanis van olyan intézmény, hogy népszavazás, amit Paks II. ügyében a nemzetközi szerződésekre és más származékos okokra hivatkozva megakadályoztak. A másik dolog az a felismerés, hogy a megújulókat nagy üzleti és innovációs lehetőséget is jelentenek, és ez nemcsak az energetikára, hanem a teljes háttérpararra is igaz. Amit Dániában és Németországban egyetemeken és kutatóintézetekben megtapasztaltam, az az eltérő szemléletmód. Ebben a tekintetben 30 évvel vannak előttünk körülbelül. Egészen döbbenetes az a különbség, ahogyan ott gondolkodnak az energetikáról, és ahogyan itt nálunk származékosan vitatkozunk elemi kérdésekről. Ezért is öröndetes, hogy megvan a nyitottság, és a hallgatóságot is bátorítom arra, hogy tanuljanak minimum fél évet nyugati egyetemeken, intézményekben, mert ott lehet azt a szakmai tartalmat és szemléletmódot is tanulni, amivel itthon le vagyunk maradva. Ami még probléma nálunk, az a drámai mértékű korrupció, a politikusok pénzhűségének úgy tűnik nincs határa. Ami még nagy különbség, az orosz befolyás és az

atomlobbinak ez a meglehetősen nagy ereje, amelyek alapvetően meghatározzák a hazai energiapolitikát. Nálunk nincs szakmai vita, az energetikában nincs stratégiai tervezés, ha van, abban legfeljebb energetikus mérnökök vesznek részt, miközben az energiaáramlással összefüggő környezeti folyamatok egy adott földrajzi térben úgy zajlanak, hogy az anyag- és energiaáramlás ezer más szereplő, ágazat, valamint a fogyasztók bevonását tennék elengedhetetlenné, ami pedig társadalomtudományok bevonása nélkül nem fog menni.

Aszódi Attila: Hogy mennyivel járnak a dánok és a németek előttünk, arra jellemző, hogy az egy főre eső szén-dioxid-kibocsátásuk 60%-kal nagyobb. Ebből a szempontból valóban „előttünk járnak”. A német rendszer pedig nem olcsóbb, és semmivel sem jobb, mint a magyar. Ennek pont a fordítottja igaz: a német rendszer sokkal drágább, mint a magyar, de ezt nagyon gyakran elfelejtik az ezzel kapcsolatban félretájékoztatót végző és félinformációkat közlő szervezetek, amelyek csak a termelés költségeiről beszélnek, és megfelelnek a támogatásokról, a villamosenergia-szolgáltatás járulékos költségeiről, pl. a rendszerszabályozásnak, a rendszerhez való kapcsolódásnak a költségeiről és azokról az egyéb költségekről, amelyek akkor merülnek fel, amikor az energiát eljuttatják a fogyasztókhoz. Azt pedig a fogyasztók számlája dönti el, hogy a rendszer olcsóbb vagy drágább. Tényszerűen Németországban két és félszer annyiba kerül a villany a lakossági fogyasztók számára, mint Magyarországon, és az ipar is jóval drágábban veszi a villamos energiát, mint nálunk. A dán helyzet hasonló, és ha megnézzük a valós adatokat, akkor azt tapasztalhatjuk, hogy Németország és Dánia felépített a saját konvencionális kapacitása mellé egy második, időjárásfüggő megújulókból lévő kapacitást, és attól függően, hogy ezek az időjárástól függően épp mennyit termelnek, terheli vissza a konvencionális erőműparkját. A német rendszerben egymás mellett van 100 ezer MW konvencionális és 100 ezer MW időjárásfüggő megújuló. A rendszer csúcsterhelése 90 ezer MW körül van. Kétszer akkora a rendszerük, kétszer akkora erőműparkjuk van. Azt állítani, hogy kiváltották időjárásfüggő megújulókkal a konvencionális rendszerüket, az egyszerűen nem igaz, hiszen a rendszerükben ott maradtak a konvencionális források. Az, hogy ezen a módon egyéb iparpolitikai célokat tudtak volna elérni, ez részben igaz, részben pedig óriási kudarc, miután a németek azt hitték, hogy ennek segítségével a saját fotovillamos iparukat fel fogják tudni fejleszteni. Ehelyett a kínaiak, úgy ahogy van, letarolták a német piacot, valójában ma a német támogatási rendszer kínai gyártókat támogat. A német PV-gyártó ipar egy része ebben a versenyben megsemmisült. A munkaerőpiaci előrelépés sem látszik az adatokból. Azzal, ahogyan a németek az Energiewendét végigvitték, kiváló példát mutattak arra, hogyan nem szabad energetikai átalakítást végrehajtani, mert az ő megoldásuk rengeteg hibával terhelt, évente 25 milliárd eurót kell fordítaniuk a támogatásra.

Munkácsy Béla: Kissé pontosítanám, amit professzor úr elmondott, mert némileg máshogy vannak a dolgok. Valójában az a helyzet, hogy nem arról van szó, hogy egy másodlagos kapacitás épült volna ki, mondom az adatokat: 90 TWh-val kevesebb atomenergia, 52 TWh-val kevesebb szén- és 10 TWh-val kevesebb lignit alapú villamosáram-termelés, ezzel áll szemben +23 TWh földgáz és +171 TWh megújuló alapú villamos energia. Ez azt jelenti, hogy jelentkezik 42 TWh többlet. Emellett lényeges, hogy másfél millió német család termel villamos energiát, ami a szemlélet miatt nagyon lényeges. Ahol lemaradás van, mert ők sem tökéletesek, az a fogyasztáscsökkentés. Ebben csak 0,5%-ot értek el, ami számal-

masan kevés. A probléma az, hogy túl olcsó a németek számára az energia, nem éri meg nekik takarékoskodni. A magyar energiahivatal jelentésében olvasom, hogy vásárlóerő-paritáson a német fogyasztó a fizetésének 2%-át, míg a magyar 4%-át kénytelen villamos energiára költeni.

Aszódi Attila: Az árakkal kapcsolatban egyszerűen meg kell nézni a német szerződéseket. Az a helyzet, hogy nagyon sok német embernek okoz gondot a németországi áramszámlát kifizetni, és a szegényebb emberekkel fizettetik meg azt az előnyt, amely egy szűkebb, gazdagabb körben csapódik le. A villamos energiával kapcsolatban pedig adjunktus úr ugyanazt mondja, amit én: tulajdonképpen szén-dioxid-mentes atomenergiát kapcsolnak le, és helyette szén-, lignit- és földgázalapú villanyt, valamint megújuló alapú villamos energiát termelnek, aminek a végeredménye a nagyobb szén-dioxid-kibocsátás. Hangsúlyozom, a német út hibás, pontosan azt bizonyítja, hogy így nem szabad, hiszen látjuk, hogy a németek így nem tudják teljesíteni a CO₂-kibocsátási célkitűzéseket. 2020-ra 40 helyett 30%-os értéket érnek el, 10 százalékponttal elhibázzák a terveiket. Többek között azért, mert a CO₂-mentes atomenergiát cserélik le CO₂-mentes megújuló energiára és fosszilis alapú, CO₂-termelő energiára. A német út hibás.

5) Foglalkozunk most a környezeti hatások kérdéseivel. Etikus-e a jó termőképességű földeket napelemparkok létesítésére vagy biomassza alapú fűtőanyagok termesztésére felhasználni? Másrészt a Paksi Atomerőmű által kibocsátott hőszennyezés változásokat okoz a Duna ökoszisztémájában már most is, és Paks II. üzembe helyezését követően ez várhatóan növekedne. Hogy látják, mennyire jelentősek ezek a problémák, és hogy lehetne ezeket csökkenteni, illetve megoldani?

Aszódi Attila: Az természetesen hiba, ha jó minőségű termőföldeken valósulnak meg a naperőművek, de vannak más projektek is, így pl. a Mátrai Erőműben a meddőt tároló lerakókon létesült a napelempark. Kiváló nyilvántartás áll rendelkezésre, amely a földek termőképességét listázza, ez alapján kell kijelölni, hol lehet engedélyezni a napelemparkok létesítését, ami a beruházók felelőssége is. A hazai fotovillamos fejlesztések összhangban vannak a hazai és az EU-s energiapolitikai célkitűzésekkel.

A Paks II. környezeti hatásaival kapcsolatban csak azt tudom megismételni, amit nagyon sok lakossági fórumon, közmeghallgatásokon itthon és külföldön is elmondtam. A környezeti hatásokat minden szempont szerint nagyon részletesen megvizsgáltuk, ezek megnyugtató eredménnyel zárultak. Az új és a régi blokkok csak nagyon rövid ideig, néhány évig fognak egy időben működni, és az általuk okozott hőterhelés középtávon nem lesz nagyobb, mint a jelenlegi, ráadásul tudjuk, hogy a hűtővíz a meglévő blokkok esetében sem eredményezett károsodást az ökoszisztémában. Az új blokkok hűtőrendszerét úgy tervezzük meg, hogy figyelembe vesszük a klímaváltozás hatásait: eleve kisebb hőfoklépcsővel méretezzük a kondenzátorokat, így a Duna a hűtési funkcióját az évszázad végéig biztonsággal el fogja tudni látni. Az ezzel kapcsolatos vizsgálatok eredményei három év óta mindenki számára hozzáférhetőek, és azt mutatják, hogy a hűtés környezetkímélő módon megoldható. Ezt erősítette meg az első és a másodfokú hatóság is, amikor kiadták a környezetvédelmi engedélyt.

Munkácsy Béla: A víz hőterhelésére vonatkozó probléma eltörpül a valódi probléma mellett, amely a szakma szerint – és itt

nem feltétlenül a szakma hazai képviselőire gondolok – a hulladék problémája, a kiégett fűtőelemek problémája. Erre sajnos semmiféle megoldás nem látszik körvonalazódni, és sehol a világban nem tudunk, nem tudnak megnyugtató megoldást nyújtani ezzel kapcsolatban. A másik fontos eltérés ahhoz képest, ahogyan professzor úr beszélt, hogy mi a tudományegyetemen életciklusban gondolkozunk, tehát a bölcsőtől a sírig. Így illik a XXI. században tudományos vizsgálatokat végrehajtani, és ha ezt valaki elvégzi, akkor az derül ki, hogy a CO₂-mentes atomenergia valójában mese habbal. A szén-dioxid-kibocsátás jelen van folyamatosan az egész ciklusban, a bányászattól kezdve az építésen keresztül az üzemeltetésen és a feldolgozáson át a hulladék elhelyezéséig. Ha elkezdjük számolgatni, akkor kiderül, hogy projektektől is függő mértékben 100-150 g/kWh CO₂-egyenérték üvegházgáz-kibocsátásról beszélhetünk, mert nemcsak szén-dioxidról van szó, de a többi üvegházhatású gázzal sem feledkezhetünk el. És még szomorúbb, hogy ez a hatás, ez a jelenség egyre növekszik, ahogyan a nyersanyagokat egyre kedvezőtlenebb geológiai körülmények között kell kitermelni. Így aztán előbb-utóbb az atom megközelíti a földgáznak megfelelő kibocsátási értéket. A problémát így látják az ország határain kívül azok, akik életciklusban gondolkoznak, és bár nem vagyok meglepődve azon, amit professzor úr mondott, mert nem először hallom, de szerintem nem helyes megtevesztetni a fiatal hallgatóságot.

A naperőműveknek a termőföldre való telepítésével természetesen nem értek egyet, sokkal logikusabb lenne a lakosságot helyzetbe hozni, hiszen sokkal jobb, ha lakóépületek tetejére kerülnek ezek az energiatermelő egységek, így a hálózatbővítési és -fejlesztési problémák is csökkennének.

Aszódi Attila: Nagyon egyetértek azzal, hogy ne vezessük félre a fiatalokat, ennek szellemében kell, hogy visszautasítsam azt, amit mondott. Azt tanácsolom, hogy ne csak a Greenpeace által készített vagy készített tanulmányokat olvassa, van még néhány forrás azokon kívül is. Ilyen pl. az IPCC nevű tudományos testület, amelyik egyesítette azokat a különböző életciklus-elemzési eredményeket, amelyeket a CO₂-kibocsátás tárgyában korábban az irodalomban talált, és intervallumokat határoz meg az egyes technológiákra. Vannak ilyen elemzései az OECD IEA-nak is. Ezek azt mondják, hogy az atomenergia a szél- és a napenergiához hasonlóan a legalacsonyabb kibocsátású technológiák között van, és ezek a számok bőven a 150 g/kWh alatt vannak. Elmulasztotta azt is megemlíteni, hogy például a földgáz, a lignit és a feketeszen, amelyet a németek, illetve a dánok preferálnak, azok tízszer-hússzor ennyit bocsátanak ki. Az a szám, amit az előbb említett, az atomenergia vonatkozásában nem helytálló. Nem kell elhinni azt, amit a zöld politika erről mond, mert ezek az adatok nem valóságok.

Munkácsy Béla: Jelzem, hogy én ezeket az Energy című lapban olvastam, amely a világ vezető energetikai szaklapja, amelybe mi is írunk, és egyebek mellett ezt is olvassuk. Ami még fontos szerintem, hogy nem éppen helyes koncepció arról beszélni a hallgatóknak, hogy a dánok a szén preferálják. Ez a nyolcvanas években volt igaz. Dániában az utóbbi 15 évben egytizedére csökkent a legnagyobb széntüzelésű erőműnek a szénfelhasználása. Óriási lépéseket tesznek azért, hogy csökkentsék, és eredményesen teszik.

6) A következő kérdés a használt szerkezeti elemek, a kiégett fűtőelemek és a napelemek elhelyezésére vonatko-

zik. Önök szerint mikorra oldódik meg a kiégett fűtőelemek végleges tárolásának problémája? Az esetleges végleges, engedélyezett, gyakorlattá vált megoldás esetén is nem jelent-e hosszú ideig folyamatos veszélyt? Másrészt pedig környezetbarátnak tekinthetjük-e a napelemeket, amelyeknek gyártása során mérgező és gyúlékony anyagok keletkeznek, és a kiöregedett napelemek elhelyezése ugyancsak környezeti problémákkal jár? Várható-e a közeljövőben technológiai áttörés e problémák megoldására?

Munkácsy Béla: Azon tűnődöm, hogy miért éppen a napelemek kerültek ide, amikor a napelemek esetében kiválóan megoldották mind a visszagyűjtés, mind az újrafeldolgozás feladatát. Ez a PV-Cycle koncepció, amelynek révén Európában 96%-ban gyűjtik vissza és dolgozzák fel a szilíciumalapú napelemeket, és ennél még jobb az arány bizonyos vékonyfilmes technológiák esetében. Ennél sokkal fontosabbnak gondolom megemlíteni a háztartási fűtélésnek nevezett tulajdonképpeni műanyag hulladék égetését, mert ezekkel van a legtöbb gond, és a tüzelőberendezésekkel. Az átlagos magyar fogyasztó által használt tüzelőberendezések nem túl hatékonyak, és nem is igazán környezetkímélőek. Ezekkel mindenképpen kezdeni kellene valamit a stadionépítések helyett. Ezzel kapcsolatos támogatásokra a magyar vidéknek sokkal nagyobb szüksége lenne. Látok még problémát a nagy vízerőműveknél is.

Az atomerőmű egészen más kategória. Azok a katasztrófák, amelyek eddig ezekkel kapcsolatban 1957 óta bekövetkeztek – 10 ilyen eseményről beszélhetünk a veszélyességi skálán négyes vagy annál magasabb INES kategória szerint –, az nem ugyanaz a lépték, mint arról beszélni, hogy mit csinálunk az elhasznált napelemekkel, ami ráadásul meg is van oldva. Ami szintén lényeges kérdés, hogy a kiégett fűtőelemek végleges elhelyezése nem egy lejátszott ügy, nem befejezett dolog, senki nem tudja, hogy fog történni, a koncepciók kiforratlanok. Ismét egy ideje, 2018. januári híre hívnám fel a figyelmet: a svéd környezetvédelmi bíróság – mert ilyen is van ott, ahol a környezetvédelem nem a fejlődés akadályozója – úgy nyilatkozott, hogy nem megfelelő a lerakás jelenlegi koncepciója.

Aszódi Attila: Amiben egyetértünk, az a műanyag szemét égetésének problémája. Ha valaki elmegy vidékre, vagy akár az agglomerációban sétál télen, időnként borzasztó minőségű levegőt tapasztalhat, de ezt mutatják a mérőállomások adatai is. Itt valamit tenni kell. A nyugati országokban a háztartási szemetet nem depóniákra hordják, hanem szelektíven összegyűjtik és központilag ártalmatlanítják, azaz valójában elégetik. Ezt csinálják a svédek és az osztrákok is, nagyon sok országban ez zajlik. Svédországban például kiváltották a távfűtésben a szénalapú fűtést, így most a távfűtésnek két forrása van: a szemét és a biomassza. Magyarországon ez a koncepció jelenleg nem működik, és ez azt eredményezi, hogy nagyon sok szemét marad a háztartásokban, a szemetet az emberek különböző berendezésekben elégetik, és így szennyezik a levegőt a városokban és a falvakban a téli időszakban. Ez a légszennyezés emberek százainak halálát okozza, itt szerintem koncepcióváltásra van szükség. Tényszerű, hogy sem a nap-, sem a szélenergiában nem gyűjt senki a jövőbeni ártalmatlanításra pénzt. Ezzel szemben az atomerőműben nagyon régóta gyűjtik azt a forrást, amiből a jövőben a nukleáris létesítmények leszerelése és a hulladékok elhelyezése megoldható lesz. A kiégett fűtőelemek esetében Magyarország kidolgozott egy nemzeti politikát és egy nemzeti programot. A nemzeti politikát elfogadta a NAÜ, az abban leírt eljárást fogjuk követni, a kiégett

üzemanyagot mind a meglévő, mind az újonnan épülő blokkok esetében kezelni kell és gondoskodni kell az elhelyezésükről. Alapvetően két opció áll előttünk. Az egyik az ún. direkt elhelyezés, amikor a kiégett kazettákat megfelelő hűtési idő után becsomagolják és elszállítják a tárolóba. Ezt lezárják, és többé nem kell hozzányúlni. A másik lehetőség, amelyet az oroszok és a franciák alkalmaznak, hogy feldolgozzák az üzemanyagot, és kinyerik belőle azt a rengeteg értékes anyagot, amivel még energiát lehet termelni, azaz mintegy 90-95%-át újrahasznosítják, és csak mintegy tízszázaléknyit helyeznek el a végleges tárolóban. Ebben az ügyben sürgető feladatunk nincsen, a legjobb megoldást a nemzeti program végrehajtása során fogjuk megtalálni.

Munkácsy Béla: Szeretném tájékoztatni a hallgatóságot, hogy Magyarországon az a helyzet, hogy a megvásárolt napelemek árban termékdíjat kell fizetni, és a termékdíj pontosan azt a célt szolgálja, hogy visszagyűjtési rendszert és újrafeldolgozást biztosítson az állam – tehát ez az állítás nem igaz. Az az állítás pedig, hogy a szervezett hulladékégetéssel megoldjuk majd ezt a problémát, az megint csak téves, mert az a helyzet, hogy az embereknek az a problémája, hogy szemétdíjat kell fizetni. A szemétdíjat pedig mennyiség után fizetik, és pedig az elszállított mennyiség után. Mindenki abban érdekelt, hogy ne szállítsák el tőle a hulladékot, ezért inkább otthon a kályhában elégeti. Attól tehát, hogy elkezdjük égetni a szemetet szervezeten, a helyzet nem lesz jobb, sőt rosszabb lesz. A hulladékgazdálkodás törvényszerűségei szerint az elemi problémafelvetés az, hogy csökkenteni kell a hulladék mennyiségét. Az égetés pedig pont az ellenkező irányba megy, ha nagyon sok milliárd forintért megépítünk egy égetőt, akkor az égetőbe tolni kell a szemetet, így senki nem abban lesz érdekelt, hogy csökkentjük a hulladék mennyiségét (mint ahogyan azt a hulladékgazdálkodás alapelvként hirdeti), hanem éppen egy ellenkező folyamatot fog elindítani. Ezért is hívnám fel ismételtten a figyelmet a rendszerben gondolkodásra.

Aszódi Attila: Látott-e már valaki olyan kukásautót, ahol a kukás, mielőtt beleborítja a kuka tartalmát a kukásautóba, leméri, hogy hány kiló szemetet visz el az adott háztartásból? Nincsen ilyen. Nem így van, ahogy mondja. Ugyanakkor például megtaláltuk Magyarországon a megoldást a szennyvíz elvezetésére, megoldottuk a csatornázást, amelyre kötelező volt rácsatlakozni, ami rendkívül fontos volt a talaj és a talajvíz védelme szempontjából. Ugyanezt kell tenni a szilárd települési hulladék esetében is. Akinek háza, lakása van, az tudja, hogy a szemetet szervezeten elviszik tőle, és tudja, hogy nem kell egy fillérrel sem többet fizetnie azért, hogy még egy zacskó szemetet beletesz a kukába. Ugyanezt csinálják a fejlettebb nyugati országokban is, nálunk annyi a különbség, hogy mi depóniára visszük a hulladékot. A nyugati országokban sok helyen ellenőrző berendezéssel látják el a tüzelőberendezéseket, és ha a hatóság érzékeli, hogy valaki olyan anyagot tüzel el a kályhájában, amelynek az égéstermékei szennyezik a levegőt, akkor az elkövetőt megbüntetik. Amit viszont megfigyelhetünk, az a tendencia, hogy egyre több háztartás tér át az elektromos fűtésre és a hőszivattyús hűtésre-fűtésre. Ez minden bizonnyal növelni fogja a villamosenergia-igényt. Számos újonnan épülő házba be sem építenek szilárdtüzelő berendezést, így ezekben szilárd hulladékot nem is lehet eltüntetni.

7) Az erőművek, főképp az atomerőművek biztonsági rendszerei igen fejlettek, főképp az új blokkok esetében. De

vajon létezik-e 100%-os biztonság? Kijelenthetjük-e egy atomerőműről, hogy biztonságos technológia? Mennyire jelentős a szél erőművek hatása egyes madárfajok életére nézve befolyásolása szempontjából, vagy a biomassza erőművek esetében mekkora probléma az erdők kivágása?

Aszódi Attila: Mindenfajta technológia esetében kiemelt fontosságú a biztonság. Csak olyan rendszereket szabad építeni, amelyek biztonságosak, biztonságosan látják el a funkciójukat környezetbiztonsági szempontból is. A Paks II. projektben úgynevezett 3+ generációs technológiát választottunk, éppen azért, hogy a legszigorúbb biztonsági előírásoknak is meg tudjunk felelni. Olyan erőművet építünk, hogy az még a legkisebb valószínűségű események, a legritkábban előforduló extrém körülmények között is megállja a helyét, és a legritkábban előforduló események esetében is megakadályozzuk azt, hogy a környezetbe radioaktív anyag jusson ki. A fő feladat ebben a tekintetben az, hogy a környezetet az erőmű hatásaitól meg lehessen óvni. Ha megnézik az adatokat, akkor azt látják, hogy az atomenergia ebben a tekintetben kimagaslóan elől jár, jó adatokat mutat, még a bekövetkezett balesetek ellenére is. Minden más energiatermelő technológia társadalomra, életre, egészségre gyakorolt hatása sokkal súlyosabb, mint az atomenergiáé. Ez azért van így, mert az atomerőműveknél kiemelt fontosságú, hogy a létesítmény biztonságosan működjön: ez a tervező, az építő, az üzemeltető és a karbantartó legfontosabb feladata.

A megújulók tekintetében én elsősorban üzemeltetési és ellátásbiztonsági problémákat látok. Jelenleg a villamosenergia-rendszerben nincsenek meg a szükséges tartalékok. 10-15 évvel ezelőtt mind a magyar, mind az európai villamosenergia-rendszer sokkal nagyobb tartalékokkal rendelkezett, mint jelenleg. A rendszer Európában ma már nagyon-nagyon ki van centizve, és sajnos kockáztatjuk azt, hogy komoly ellátási válsághelyzet alakuljon ki Európában – tekintettel azokra az elmaradt fejlesztésekre, amelyek a rendszer biztonságos működése szempontjából szükségesek lennének. El sem tudjuk képzelni, hogyan hatna az a mindennapi életünkre, vagyis milyen gazdasági és társadalmi hatása lenne annak, ha a megszokott minőségű, folyamatos villamosenergia-ellátásban fennakadás lenne. Itt az időjárásfüggő megújulóknak komoly felelősségük van, mert elaltatnak bennünket, és az energetikai irányításnak fontos feladata, hogy ennek a szirénhangnak, ennek az altatásnak ne engedjenek, és az elkövetkező években úgy fejlődjön a villamosenergia-hálózat, hogy a folyamatos és biztonságos ellátást biztosítani lehessen. Ha valaki egy lélegeztetőgépen fekszik, akkor annak nemigen lehet meggyőzéssel megóvni az életét. Ilyen szituációval szerencsére nem szembesültünk az utóbbi években, de a jelenlegi rendszerállapotban ez egy valós kockázat.

Munkácsy Béla: Kérdezem államtitkár úrtól, hogy szerinte vajon Magyarországon mennyi a kifejezetten időjárásfüggő megújuló alapú villamosenergia-termelés aránya? Én sem tudom pontosan. Az a helyzet, hogy talán 5%. Tehát most olyasmi miatt kaptunk itt komoly fenyegetést, ami nem igazán fenyeget bennünket. Dániában tavaly 44% volt a szélenergiából előállított villamos energia aránya, és az összes megújuló részaránya 54% volt. És nemhogy nem omlott össze a kórházak villamosenergia-ellátása Dániában, hanem a világ egyik legmagasabb színvonalú, legbiztonságosabb ellátását biztosították a dán fogyasztók számára. Olcsóbban, fél áron ahhoz képest, ahogyan azt a magyar fogyasztók megkapják a fizetésekhez képest.

Egyetértek professzor úrral abban, hogy mindent megtesznek a biztonság érdekében, ezt én készsággal el is hiszem, ám ennek ára van. És pontosan ez az, amiért ez az egész atomenergia 10-15 éven belül el fog tűnni a palettáról. Minden jel arra utal, hogy a megújulóknál olyan drámai áresés van, és olyan fantasztikus műszaki fejlődés, hogy ez akár biztosra is vehető. Természetesen hozzá kell tenni, hogy ehhez rendszerben kell gondolkodni. Tehát önmagában megújulókról beszélni nem nagyon lehet, itt nyilván szóba kell hozni, hogy smart grid, hogy demand side management, szóba kell hozni, hogy tárolni kell az energiát, hogy import-export kapcsolatokra van szükség, és így tovább. Egy európai energia uniónak a része vagyunk, tehát ezek mind-mind nagyon lényeges elemek ahhoz, hogy a rendszerben gondolkodással megbarátkozzunk. És valóban nagyon szép dolog a műszaki biztonság, de ne felejtjük el azt, hogy ebben a világban nemcsak jó emberek élnek, hanem rosszak is. 1973 óta hét olyan esemény volt, amelyben közvetlen fegyveres támadás ért nukleáris létesítményt. Ezen kívül több mint 1200 olyan szabotázs, terrorista cselekmény történt, amelynek során a fűtőelemciklusnak valamelyik elemében zavar keletkezett (ellopták, belenyúltak). Tehát sajnos az a helyzet, hogy vannak rossz emberek, vannak terroristák, akik mindent megtesznek annak érdekében, hogy borsot törjenek az orrunk alá, és az atomerőmű kiváló célpont ehhez.

Aszódi Attila: Miért kell a megújulóknak 25 milliárd euró támogatás évente Németországban, ha drámai az áresés? Valaki ezt a 25 milliárd eurót zsebre teszi? Szerintem itt ellentmondás van. És ha szóba hozta, beszéljünk Dániáról! Hol van Magyarországnak az a tengerpartja, ahová ezt a szélenergia-kapacitást telepíteni tudná? Hol van az a széljárta terület, amely összemérhető lenne a dániaiával? Nincs ilyen. A német villamosenergia-rendszert nem tudták úgy fejleszteni, ahogy ehhez a 100 ezer MW időjárásfüggő megújulóhoz szükséges lenne. Jelenleg Észak-Németországból, a tengerparti szél erőművekből Dél-Németországba Lengyelországon és Csehországon át, vezetéseken jut el a villamos energia jelentős része, amivel Lengyelországban és Csehországban is komoly hálózati zavarokat okoztak. Az ENTSO-E részletesen vizsgálta ezt a kérdést. Ezeknek a problémáknak az ellátásbiztonság szempontjából lenyomata van az európai hatósági vizsgálatokban. Nem valami virtuális dolgot vizionálok, tényekről beszélek – ezek a rendszerirányító szempontjából napi kihívást jelentenek. A mai villamosenergia-rendszer Európában ki van feszítve, mert annak fejlesztése nem követte nyomon azt a nagymértékű és a fogyasztáshoz nem illeszkedő lokációjú, ingadozó megújuló fejlesztést, amely végbement és veszélyezteti a villamosenergia-rendszer biztonságos működtetését.

Munkácsy Béla: Némi adalékkal kiegészíteném a megújulós támogatásokról elhangzottakat: tízszer akkora támogatást kapott az atomenergia és a széntüzelés – aki a számokat és a realitásokat ismeri, az ezen nem csodálkozik. Senki nem állított olyat, hogy Magyarországon 44% szél erőművi villanyt kell termelni, azt állítottam, hogy téves azzal ríogatni bárkit ebben a teremben, hogy az, hogy ha szél erőműveket telepítünk nagy mennyiségben, ez azonnal a rendszer összeomlásához vezet. Ez az állítás egyszerűen nem igaz. Magyarországon megvannak azok az adottságok, amelyeket figyelembe véve nekünk egy saját energiamixet kell letenni az asztalra. Célszerű lenne, ha az erre illetékes személy ehhez geográfusokat is felkérne, mert nélkülünk ez nem nagyon fog sikerülni, ebben én biztos vagyok. Felmerült még a szél-ur-

bina és a madarak kapcsolata. Hadd jelezzem, mielőtt teljesen kétségbeesünk, hogy a brit királyi madarászok – a legnagyobb természetvédő csoport az Egyesült Királyságban – a szélerőművek legnagyobb támogatói. Saját szélerőművük van, és azt mondják, ha őket megkérdezik, és a geográfusok besegítenek, akkor ki lehet jelölni azokat a helyeket, ahol nyugodtan lehet szélerőműveket telepíteni, mert ezek a legbiztonságosabb és a legolcsóbban üzemeltethető berendezések.

8) Eljutottunk a következő témához, amely az ellátásbiztonság és a villamosenergia-rendszer egészének a kérdése. Érintettük már a rendszerszintű szolgáltatások kérdését, és azt, hogy az elmúlt években sokat változott a termelői portfólió olyan értelemben is, hogy hazánkban nagy, rendszerszintű szolgáltatást biztosító erőművek dőltek ki. Ez nehezíti a rendszer szabályozását nemcsak országos, de regionális léptékben is. Milyen megoldások lehetnek erre a problémára, mit kezdhünk a megújuló teljes kapacitáson való üzemelésekor termelt többletenergiával? A megújuló forrásokra alapuló kisebb rendszerekre igaz-e, hogy inkább a decentralizált energiatermelés irányába hatnak a villamosenergia-rendszer mint egész tekintetében? Egy nagy atomerőművel nagyobb mértékben növekedne a hazánkban termelt villamos energia és a zsinórvillany mennyisége? Önök szerint melyik módon lehetne jobban növelni az ellátásbiztonságot?

Munkácsy Béla: Ha valaki azt képzelem, hogy Paks II. belépésével csökkenne az import aránya, az téved. Mutassa meg valaki Magyarországon azt az uránércbányát, ahonnan ezt felszínre hozzák, mutassa meg azt a feldolgozó létesítményt, ahol ebből fűtőelemet csinálnak. Mi ezeket importáljuk, függő helyzetben vagyunk Oroszországtól. Kár is tagadni. Azért, mert én veszek 200 liter olajat, és eltárolom otthon, az még nem azt jelenti, hogy én önellátó leszek olajból, és azt saját energiaként elszámolom. Én ezt a kérdést egész más nézőpontból világítanám meg. Úgy hangzott el, hogy mit kezdünk a megújulókkal termelt többletenergiával. Rossz a kérdésfeltevés. Ugyanígy feltehető a kérdés, hogy mit kezdünk az atomerőműből származó többletenergiával? Ezt a világban ma már így teszik fel. Ebben a körben bizonyára mindenki ismeri a National Grid nevű rendszerirányítót, amely az Egyesült Királyságban, illetve az USA észak-keleti térségében, New Englandet látja el villamos energiával, és a rendszer irányítását, illetőleg még a földgázrendszer irányítását is végzi. Az ő elnöke, Steve Holliday jelentette ki 2015-ben azt, hogy elavult koncepció ezekben az alaperőművekben gondolkodni, elavult koncepció zsinóráramban gondolkodni. A XXI. század a rugalmas energiatermelés. Innen kezdve a kérdés úgy merül fel, hogy ebben a rugalmas energiarendszerben, amelyben mindenki gondolkodik tőlünk nyugatra, hogy fogjuk mi megtalálni a helyünket egy olyan erőművel, amely folyamatosan, ha kell, ha nem, termeli az áramot, mert muszáj neki termelni ahhoz, hogy megtérüljön – mert ha nem termeli, akkor nem térül meg. Teljes reménytelenség, teljes káosz, attól tartok.

Ami még nagyon lényeges kérdés, hogy a villamosenergia-rendszert mint egészet is figyelembe kell-e venni. Nem. A XXI. században ennél sokkal bátrabban kell a rendszerhatárt meghúzni, kevés villamosenergia-rendszerben gondolkodni. Aki ebben gondolkodik, az nem érti az energetikát. Ismét csak az Energy folyóiratra utalnék, ahol dán szakértők (Henrik Lund, Poul Østergaard)

nagyon világosan megmutatták, hogyan kell rendszerben gondolkodni, és hogyan kínál megoldást számos problémára a rendszerben való gondolkodás.

Aszódi Attila: Az önellátás és az ellátásbiztonság között különbséget kell tenni. Aki ellátásbiztonságról kezd el beszélni, és aztán áttér az önellátásra, az mellébeszél, félrevezeti a hallgatóságot. A kérdés nem az önellátásra, hanem az ellátásbiztonságra vonatkozik. Én nem tudom, hogy ezt az ELTE-n hogy tanítják, de nagyon szívesen elmondom egy ekkora teremben, amelyben vagyunk, hogy az atomerőmű négy blokkjának három évre elegendő üzemanyagát el lehet tárolni minden további nélkül. Függetlenül attól, hogy orosz, svéd, francia, angol vagy amerikai gyártmányú fűtőelemeket lehet éppen beszerezni. És az a tény, hogy ez az én területemen van, és nem vezetéken érkezik, mint a villany vagy a gáz, ez sokkal nagyobb biztonságot ad ellátásbiztonsági szempontból, mintha villamos energiát vagy földgázt importálnánk. Az atomenergiának jelentős előnyei vannak ellátásbiztonsági szempontból amiatt, hogy jól készletezhető az üzemanyag, nincs más olyan fosszilis energiaforrás, amelyet ilyen távra tárolni lehetne. A zöldek rendszeresen hangoztatott szólama ez az elavult koncepció a rendszerben gondolkodásról, ami félremagyarázása a helyzetnek. Nézzék meg a tényadatokat: Magyarországon az elmúlt években soha nem ment a rendszer terhelése 3000 MW alá, és az elmúlt 5 évben – minden évben – az egész tartamgörbe átlagban évenként 80 MW-tal feljebb csúszott. Tehát igenis van egy zsinórigény a magyar villamosenergia-rendszerben, mi több, az egész európai villamosenergia-rendszerben van egy zsinórigény, és ezt az igényt el kell látni. Aki azt állítja, hogy időjárásfüggő megújulókkal ezt a zsinórigényt el tudja látni, az egyszerűen nem mond igazat, és a káosz felé viszi az európai villamosenergia-rendszert.

Az egész úgy indult energiapolitikai szempontból, hogy Európa kereste az utat, hogy dekarbonizálni tudja az energetikát. Hogy kevesebb CO₂-kibocsátással tudjon villanyt előállítani. Erre jött egyik válaszként a megújuló, és hirtelen a zöldek rögzítették azt a hibás képet, hogy dekarbonizáció = megújuló. Ez egyszerűen nem igaz. A mai legfontosabb CO₂-kibocsátástól mentes villamosenergia-termelő eszköz az atomerőmű. Egynegyedét adja a villanynek Európában. Az, aki az atomenergiát időjárásfüggő megújulókkal + földgázzal váltja ki – mert az szükséges hozzá, hogy a rendszer működőképes maradjon, csak nem mindig teszik hozzá –, az nemhogy nem a dekarbonizációt szolgálja, hanem az európai CO₂-kibocsátást növeli.

Munkácsy Béla: Vicesnek tartom az időjárásfüggő megújuló folyamatos emlegetését, én ilyenekről nem beszélek. Én rendszerrel beszélek. Abban nemcsak időjárásfüggő megújuló van, hanem másfajta megújuló is és mások. Smart rendszerekben gondolkodik a XXI. század, amelynek eleme a tárolás, a DSM és még sorolhatnám, tehát csak az egyik része hogy lehet biomasszával, vízzel, akár geotermiával villamos energiát és hőt termelni. Nálunk az egyetemen a villamosenergia-importarány bizony az önellátás kérdését feszegeti, és nem feltétlenül az ellátásbiztonság kérdéskörébe tartozik elsősorban.

Aszódi Attila: Van itt egy nagyon egyszerű feladat. Tegyük fel, hogy a magyar villamosenergia-rendszernek, amely egyébként az integrált európai villamosenergia-rendszer része, szüksége van 4000 MW-nyi zsinórra. Mert ezt látjuk a termelési adatokból. Éjjelnappal, télen-nyáron, 365 napon kell minimum 4000 MW villany. Ön azt mondja, hogy erre a válasz a smart rendszer. Mondja meg,

hogy melyik az a „smart” energiaforrás! Mi az, amiből ennyi villany lesz télen-nyáron, éjjel-nappal, 8760 órán át? Azt mondani erre, hogy „smart”, az mellébeszélés.

Munkácsy Béla: Most mondjam? Nem akarom felrúgni a szabályt.

Vitavezető: Köszönöm szépen a szabályok nevében. Vissza fogunk térni a kérdésre.

9) Manapság a villamosenergia-rendszerek és a technológiai fejlődés legnagyobb kihívása a villamos energia tárolása ipari méretekben. Önök szerint mely lehetőségek állnak rendelkezésre Magyarországon, mennyire realitás a villamos energia tárolása? Mennyiben egészíti ki az érintett technológiákat? Milyenek a kilátások, tekintettel az ismert fejlesztésekre? Építhető-e Magyarországon olyan teljesítményű szivattyús tározós erőmű, amely érdemben segítene ezen a problémán? Válthat-e valósággá az EU negyedik (téli) energiacsomagja?

Aszódi Attila: Azt gondolom, hogy a tárolás tekintetében jelentős fejlődés kell ahhoz, hogy ez a technika a rendszerszintű szolgáltatásokban meg tudjon jelenni. Ma Európában érdemi tárolási kapacitás kizárólag szivattyús tározós vízerőművekben van, ez is elsősorban Ausztriában, Svájcban, Franciaországban és Németországban, hiszen ehhez jelentős szintkülönbségekre és vízre van szükség. Bár Ausztriában 3000 MW feletti a szivattyús tározós erőművek együttes kapacitása, mégsem elegendők ezek a berendezések ahhoz, hogy európai léptékben érdemi mennyiségű villamos energia tárolását megvalósítsák. Ha Magyarország háromheti villamosenergia-igényét el akarnánk tárolni szivattyús tározós vízerőműben, akkor annyi vizet kellene 500 m magasra felpumpálni, amennyi a Balatonban van, és ehhez kellene még két nagy tározó is. Ahhoz, hogy az időjárásfüggő megújulókkal termelt villanyt átvigyük nyárról télre, még ennél is nagyobb mennyiségű víz tárolására lenne szükség. Tehát érdemi mennyiségű villamosenergia-tároló kapacitás ma nem áll rendelkezésünkre. A Tesla és más cégek fejlesztései figyelemre méltóak, látszik, hogy a rendszerszintű szolgáltatásokban szeretnének részt venni. Megjegyzendő ugyanakkor, hogy a marketingesek ott is időnként jelentősen torzítanak, amikor arról beszélnek, hogy egy-egy ilyen egységet azért érdemes építeni, mert akár le is lehet választani a háztartást a hálózatról. A gyakorlat nem ezt mutatja, és ha az éves adatokat elemezzük, bebizonyosodik, hogy valójában arra a célra az a berendezés nem alkalmas. Nekem az a személyes véleményem, hogy az elektromos autók fejlődése is segíteni fogja ezt az utat, mert az autók akkumulátorai is lehet valamennyi áramot tárolni. Mégis úgy gondolom, hogy amikor majd sok elektromos autó lesz, akkor a tulajdonosaik nem arra fognak figyelni, hogy azok a rendszerszintű szolgáltatásban részt vegyenek, hanem arra, hogy ha beleülnek, akkor az a teljes kapacitásával álljon az ő rendelkezésükre. Szivattyús tározós erőművekkel Magyarországon is lehet gondolkodni, de látni kell, hogy ezekkel kapcsolatban igen jelentős társadalmi ellenállással kell számolni. Ez az ellenállás sokkal nagyobb, mint az atomenergiával összefüggő ellenérzés.

Munkácsy Béla: Nem tudom, hogy a szélmalom kifejezés kinek mennyire ismerős, de az akkor működik, amikor fúj a szél, és akkor készül a liszt. Németországban ma számos vegyipari folyamatot időzítenek olyan időszakokra, amikor fúj a szél, amikor süt a nap. Ott az energiaárakkal motiválják a gyártókat, az üzemeltetőket. Volt szerencsém Bonnban az ENSZ klímakonferencián találkozni

nagy vegyipari cégek vezetőivel, akik arról számoltak be, hogy ez számukra nemcsak hogy nem probléma, hanem ők ebben innovációs lehetőséget látnak. Ezáltal ők elébe tudnak menni a versenytársaiknak, elsősorban a nagy amerikai vegyipari óriásoknak, ahol viszont lényegesen olcsóbb az áram és nincsenek belekényszerítve ilyen helyzetbe. A világ ma, és benne az egész termelőszektor is, a rugalmas termelés felé halad: néhány folyamat esetében ezt meg lehet oldani, másoknál meg nem, de az, hogy folyamatosan jöjjön a zsinóráram, az ma már egyáltalán nem merül fel. Államtitkár úr az imént azt mesélte, hogy az emberek nem lesznek hajlandók arra, hogy rendszerszintű szolgáltatások céljára rendelkezésre bocsássák az autók akkumulátorát. Azonban az emberek arra hajlandók, amire a gazdasági szabályozás eszközeivel rávehetők, tehát ha kellően magas árat fizetnek nekik azért a villamos áramért, akkor igenis lesznek olyan emberek, akik hajlandóak a kapacitás lényeges részét akár beáldozni a köz érdekében, jó pénzért, tudván, hogy aznap nem fognak 40 km-nél többet autózni. Miért ne értékesítené a fennmaradó 350 km-re való energiáját? Ez azt tükrözi, hogy egy kicsit több társadalomtudományra lenne szükség itt az energetikában, hogy megértsük annak a működését.

A tárolást minimalizálni kell. Ez a lényeg. Aki azt képzei, hogy Balatonnyi vizet kell emelgetni, az nem tudja, hogy Magyarországon 40 TWh-nyi gázt lehet tárolni a meglévő földgáztározókban. Ez lényegében azonos azzal, amennyit ma villamos energiában fogyasztunk. Nem kell vizet emelgetni: power to gas!

Aszódi Attila: Azt tanácsolom, hogy a Wikipédiába írja be azt, hogy termodinamika első és második főtétele, kicsit gondolkozzon el rajta, és mindjárt meglátja, hogy mi a válasz a „power to gas”-ra. Nem több társadalomtudományra, hanem egy web browserre van szükség, amelybe be kell írni, hogy MAVIR.hu és megnézni a rendszerterhelési adatokat. Ezeket áttekintve kiderül, hogy egyszerűen nem igaz, amit mond. Arra a kérdésemre, hogy 4000 MW-nyi zsinórvillanyt hogyan biztosítsunk, nem válaszolt, azt mondja, hogy a zsinóráram a XX. század. 2018-ban vagyunk és Magyarországon 4000 MW zsinórvillanyra van szükség, a csúcsonk meg valahol 6800 MW körül van. Nem igaz, amit mond a zsinórral kapcsolatban. Az, amit a szélmalommal és a liszt tárolásával kapcsolatban említett, nem megfelelő megoldás, ha a gyerekeim hazajönnek este, sötét van, rádugják a mobiltelefonjaikat a töltőre, hogy másnap működjön. Erre az nem válasz, hogy a szélmalomban a lisztet lehet tárolni, hiszen ha az adott pillanatban nem áll rendelkezésre az áram, nem tudják használni az emberek az eszközeiket. A fogyasztók azt mondják, hogy villanyra folyamatosan szükségük van.

Munkácsy Béla: A fogyasztók nem ezt mondják. A fogyasztók a pénztárcájukat nézik. Lássuk be, egyszerűen így működik a világ. Ott ahol ezt felismerték, a műszaki egyetemeken ezt nem kell bizonyítani. Kicsit zavarban is vagyok, hogy itt most bizonygatnom kell ezt a zsinóráram történetet, meg a termodinamikát és a gázban történő energiátárolás lényegét. Ahol profitorientált világ van, és ahol lehetőséget és nem problémát látnak az energiarendszer fejlesztésében, ott ezeket a rendszereket elkezdték megépíteni. Érdemes a browser segítségével megnézni, hogy Németországban hány ilyen rendszer működik és hányat építenek: meglepetéseket tartogat egy ilyen keresés. Nemcsak power to gas van: mi magunk Borsod megyében legalább öt tárolási technológia megvalósíthatóságát vizsgáltuk, ajánlom a hallgatóság figyelmébe ezeknek a korszerű, XXI. századi lehetőségeknek a megismerését.

10) A következő kérdés az innovációval kapcsolatos várakozásokkal van összefüggésben. Jelenleg is egy újabb ipari forradalom korában élünk, a fejlődés irama rendkívül felgyorsult. Nem válhatunk új ludditákká, az új fejlesztésekkel számolnunk kell. Elképzelhetőnek tartják-e, hogy 30 éven belül előáll egy olyan fejlesztés, amelynek eredményeképpen egy Magyarország méretű országban teljesen zöld módon meg lehet oldani a villamosenergia-ellátást? Paks II. megterületi struktúrája vajon lehetővé teszi-e, hogy pl. 30 év múlva a hazai energetikai portfólió rugalmasan reagáljon az innovációk által módosuló piaci kihívásokra? Mi a hosszú távú K+F várakozásuk az atomenergia és a megújulók kapcsán?

Munkácsy Béla: Először arra a felvetésre, hogy nem válhatunk új ludditákká, rossz hírem van. Már azok vagyunk! Magyarországon betiltanak egy olyan technológiát, amely a világon mindenütt bebizonyította, hogy vele gazdaságosan, megbízhatóan, korszerű és tiszta módon lehet villamos energiát termelni. Betiltják a szél-erőművek telepítését – mi ez, ha nem a luddizmus definíciója? Nem a XXIII. században, vagy 30 év múlva kell keresni a korszerű technológiákat, mert ezek már itt vannak. Zöld energia. Talán ismert ez a kifejezés. Persze ezeket is lehet rosszul használni! Hajlamosak is vagyunk erre Magyarországon, amikor centralizált PV-rendszereket telepítünk értékes termőföldekre, vagy rossz hatékonyságú fatüzelésű erőműveket létesítünk 30%-os hatékonysággal az erdő közepébe. Az a felelősségünk, hogy ezt jól csináljuk, és ezért lesz szükség a jövőben a jól képzett és jól tájékozott energetikusokra.

Az innovációról: Dániában nemcsak a szél-erőműveket kutatják, ott 100 olyan távfűtési rendszer működik, amelyek napkollektorokkal vannak ellátva, és a hőenergia-igények jelentős részét ezzel az energiával fedezik többek között. Miért? Azért, mert a dánok szeretik a kihívásokat, ebben egy innovációs lehetőséget látnak, ezért olyan technológiát alkalmaznak, amely ott, látszólag, nem éri meg. Mint ahogy kiderült, hogy pl. Magyarországon állítólag nem fúj a szél, ezért szél-erőművek telepítésével nem kell foglalkozni. Dániában ezt nem így gondolják, ők azt képzelik, hogy nekik van itt keresnivalójuk, és ebben óriási lehetőséget látnak. A Dán Mérnökök Szövetsége a klímatervében azt jelzi előre, hogy ha ezt az innovációs folyamatot a kormányzat tovább támogatja, akkor a jelenleginek a nyolcszorosát elérő exportbevételekre számíthat a dán gazdaság – ami már most sem kevés, mert a szél-erőművek a dán exportnak a második legfontosabb bevételi forrását adják.

Aszódi Attila: Azt mondta, hogy a szél-erőművek megbízhatóan, gazdaságosan képesek villanyt termelni. Akkor miért szorul folyamatosan ártámogatásra? Miért van szüksége gazdasági támogatásra, miért nem tudja a folyamatos, az igényekhez illeszkedő villamosenergia-ellátást biztosítani? Tehát amit állít, az egyszerűen nem igaz. A dánok és az innováció kapcsán nézzünk vissza egy kicsit a múltba! Korábban a dánok alapvetően szénnel, fosszilis alapon termeltek villamos energiát. Majd úgy döntöttek, hogy nem akarnak atomerőművet alkalmazni, és elindultak a szélerőművek irányába, és olyan fejlesztési célt tűztek ki, hogy a dán ipar maga legyen képes ezeket a szél-erőműveket megépíteni, mi több, exportálni. Tették ezt egészen más körülmények között, mint amilyenek nálunk uralkodnak. Nálunk nincsenek tengerpartok, kisebb a szélerőmű-potenciál. A nyolcvanas évek eleje óta a magyar villamosenergia-rendszer sokkal jobb, mint a dán. Itthon a villamosenergia-termelés egyharmada azóta atomenergiából származik. A

dánok nagyjából azt akarják elérni a szél-erőművekkel, ami nekünk megvan harminc éve. Azt állítani, hogy a magyar rendszer elavultabb lenne a dánhoz képest, az egyszerűen hazugság, nem igaz: a dánok vannak elmaradva hozzánk képest, mert ha megnézzük az egy főre eső CO₂-kibocsátási adatokat, sokkal jobban állunk, mint a dánok, azért, mert atomenergiát alkalmazunk. Egyértelmű, hogy nagyon előremutató, nagyon innovatív megoldást választottunk akkor, amikor 3+ generációs atomerőművet választottunk. Paksra a legfejlettebb biztonsági megoldásokkal felvértezett erőművet építjük, ráadásul rugalmas erőművet, amely képes a menetrend-tartásban is részt venni, hogy ha olyan hálózati szituáció, igény adódik. Olyan környezetben fog működni a mi atomerőművünk, amikor Európában nagyon sok régi alaperőmű már leállásra került, mert nagyon sok öreg erőmű van Európában. Az egyharmadnyi áramimportunk jelentős része öreg, szenes erőművekből származik, miközben ezeket a létesítményeket rövid időn belül le kell majd állítani. Igenis elől járunk környezetvédelemben, élen járunk innovációban. Azzal, hogy 3+ generációs atomerőművet építünk, Magyarországnak és az egész régióknak tudunk stabil villamosenergia-ellátást biztosítani.

Munkácsy Béla: Érdekes megállapítás, hogy „élen járunk az innovációban”, mert atomerőművet építünk orosz technológiával. Nem egészen értem, hogy ebben mi a magyar hozzáadott érték. Ismét elmondom: azért van szükség támogatásra a szél-erőművekben, mert ennek a tízszeresét kapja az ellenoldal, tehát ugye muszáj. Ezen kívül pedig van egy olyan fogalom, amit itt be kell vezetni: az externália. Az externáliák azok a ki nem fizetett költségek, amelyek az atomenergiánál jócskán megvannak. Beszélgettünk itt arról, hogy létezik nálunk a nukleáris pénzügyi alap, de aki járatos a témában, az pontosan tudja, hogy ennek az alapnak egyrészt a felélése történik, másrészt ez az összeg, ami ide bekerül, arra sem lesz elegendő, hogy magát az atomerőművet a működése után elbontsuk. Ha ezeket a rejtett, ki nem fizetett költségeket kompenzálni kell, hogy versenyhelyzetben maradjon a széles szektor, akkor ezt a kompenzációt a világ minden részén támogatásokkal szokták csinálni.

Aszódi Attila: Én nem látom azokat a pénzügyi folyamatokat, amelyekkel 10-szeres támogatások jutnának el jelenleg más energiahordozókhoz. Az externáliák tekintetében pedig az a helyzet, hogy az atomenergia hosszú ideje élen jár az externáliák elszámolásában, be van építve a villamos energia költségébe a hulladékéltelvezés és a leszerelés költsége, szemben más típusú erőművekkel. Tehát az externáliák tekintetében az atomenergia élen jár. Az innovációban is elől járunk, modern technológiát alkalmazunk, amely a rendszer ellátását, a rendszer ellátásbiztonságának fenntartását szolgálja hosszú távon, ráadásul klímabarát módon. Ezzel szemben az időjárásfüggő megújulók, amelyeket Önök javasolnak, a klímacélok teljesítéséhez nem járulnak hozzá, miután atomenergiát váltanak ki megújulóval + földgázzal, amelyek egyértelműen nagyobb a CO₂-kibocsátása.

11) Beszéltünk eddig a kétféle technológiáról egymáshoz mérten. Most beszéljünk az együttes alkalmazásról. Véleményük szerint milyen összetételű energiamix lenne a legalkalmasabb Magyarországon? Akár lehet számot is mondani 0 és 100 között.

Aszódi Attila: Azt gondolom, hogy hosszú távon Magyarország villamosenergia-ellátásában az atomenergia részesedése 40-

50%-os részesedést fog mutatni. Ez azt is jelenti, hogy a maradék 50-60%-ot más forrásokból kell biztosítani. Ezek tartalmazni fogják a mainál nagyobb mennyiségű megújulót, javarészt időjárásfüggő megújulókat, lesz benne még jó ideig valamennyi lignit, és lesz benne földgáz annak érdekében, hogy a kiegyensúlyozást meg lehessen valósítani. Hangsúlyozom, hogy az egyik fontos energiapolitikai célkitűzést, a CO₂-kibocsátási célkitűzések teljesítését folyamatosan szem előtt kell tartani. Nézzük meg, hogy mi történik a környékünkön. A szlovákok atomerőművi blokkokat helyeznek üzembe, és újakat terveznek építeni. A csehek és a románok szintén atomerőművet akarnak építeni. A szlovének a Krsko erőmű élettartama lejártát követően új atomerőművet akarnak építeni. A lengyelek sohasem használtak villamos energia termelésére atomenergiát, ők is atomerőművet akarnak építeni. A finnek hamarosan üzembe helyezik az Olkiluoto-3-at, és velünk párhuzamosan építik a Hanhikivi-1-et. A britek új atomerőműparkot építenek. A franciák új atomerőművet építenek. Minden országnak szuverén joga ma Európában az energiapolitikájáról dönteni. Nagyjából az európai uniós országok fele atomenergiát használ, és fog is használni hosszú távon, de nem úgy, hogy csak atomenergiát, hanem más energiahordozókat is. Azt várjuk el, hogy a megújulókat pártolók, támogatók fogadják el, hogy a rendszer működtetéséhez szükség van ezekre az erőművekre, mint ahogy mi elfogadjuk a megújulókat.

Munkácsy Béla: Miután – állítólag – amiről eddig beszéltem, az elég messze van a klímavédelemtől, ezért hadd említsem meg a Marrakech Vision-t. Ez nem más, mint az ENSZ egyik klímakonferenciáján¹ létrehozott szövetség. 50 olyan ország döntött a 100% megújuló energia elérése mellett, amelyek a klímaváltozásnak a legjobban ki vannak téve. 50 ország együttműködéséről beszélhetünk, ahol ugyanígy vannak műszaki egyetemek, vannak professzorok, mérnökök, akik úgy döntöttek, hogy nem kacagják ki a 100% megújulót, mint itt néhány kevéssé felkészült kolléga, hanem esetleg elgondolkoznak azon, hogy ennek a megvalósítása hogyan történjen.

Az arányok érdekesek lehetnek, de még fontosabb a mennyiség. Látni kell, hogy 1/3-ára lehetne csökkenteni a teljes primerenergia-felhasználást, ám hogy az valóban csökkenni vagy növekedni fog, azt megint csak a fogyasztók fogják eldönteni azzal, hogy milyen szabályozási környezetbe helyezzük őket, segítjük-e őket abban, hogy energiahatékony irányba menjenek el, vagy sem. Ami a részarányokat illeti, arról bátran merek véleményt alkotni, mert nálunk folyik ilyen modellezés, amelynek eredményét ráadásul nemzetközi szaklapokban publikáljuk. A modelljeink szerint 25% szélenergiát, 20-25% biogázt, 20% tartamos biomassza-használatot, kb. 15% környezeti hőt és kb. 15% napelemet, napkollektort lehetne a rendszerbe illeszteni. De ez egyáltalán nincs kőbe vésve, mert minden annak függvénye, hogy hogyan alakul a technológiai fejlődés, hogyan alakul a smart rendszer, a nemzetközi kereskedelem, és nyilvánvalóan a tárolási kapacitásoknak is függvénye. Ezek az arányok az egyik lehetőséget jelentik a sok közül. De az, hogy megvalósítható, az nem kérdés. Nem tudom, mennyire tűnt fel, hogy nem volt atomenergia részarány?

Aszódi Attila: Rendkívül fontos szem előtt tartani, amit az EU működéséről szóló alapszerződés mond, nevezetesen, hogy az energiapolitika megválasztása tagállami hatáskör, azért, mert a különböző országoknak mások az adottságaik és a lehetőségeik.

Magyarország nagyon más helyzetben van, mint például Ausztria. Ausztriában a villanynek 60%-a vízerőművekből származik. Könnyű azt mondani, hogy Ausztria villamosenergia-termelésének 60%-a megújuló bázisú, de nem a teljes képet adja, aki csak ennyit mond, hiszen ez zömében vízenergia-bázisú. Mi nem tudunk 60%-ban vízenergia-bázison villamos energiát termelni, ráadásul Ausztriában a villamos energia felhasználása kétszer akkora egy főre vetítve, mint Magyarországon, és a termelt villany mennyisége is nagyjából kétszerese a miénknek. Különböző országok, különböző adottságok. Lehet, hogy van 50 olyan ország, amelyek ma úgy gondolják, hogy 100%-ban megújuló alapon akarnak villamos energiát termelni a jövőben, de hazánkban a vízenergia-bázis nagyon korlátozott, szükségünk van hosszú távon atomenergiára, amely mellett más energiahordozók is elférnek a rendszerben. Így tudunk fenntartható, jól működő és biztonságos villamosenergia-rendszert felépíteni és működtetni.

Munkácsy Béla: Tévedés azt gondolni, hogy a vízenergia önmagában mindent megold. Itt egy jó energiamixre van szükség, és azt modellezni kell. Félek attól, hogy ezt itt, kormányzati szinten elmulasztották megcsinálni, nem tárták fel azt, hogy milyen reális lehetőségek vannak még ezenkívül. Nálunk a tanszéken a hallgatóink rendszeresen csinálnak ilyen modellezéseket, részt vesznek nemzetközi kutatási projektekben, benne vannak a nemzetközi vérkeringésben, pontosan tudják, hogy merre halad a világ.

Egyetértek azzal, hogy mindenütt mások az adottságok, de nekünk sikerült az elmúlt 15 évben egy sor olyan potenciálvizsgálatot elvégeznünk, amit korábban még senki más nem csinált meg. Erről szívesen mesélek, és szeretettel várom a hallgatóságot adott esetben az ELTE-nek az energiatervezési kurzusain, ahol ebben a szellemben próbálunk előre haladni.

Valamivel több, mint két óra elteltével a hallgatóság hozzászólásai és kérdései következtek:

Gács Iván: Volt egy mondata Munkácsy Béla tanár úrnak, amivel teljesen egyet tudok érteni: „rugalmas termelés kell”. A rugalmas termelésről nekem minden eszembe jut, csak a szélerőmű és a naperőmű nem. Ezek a legrugalmasabbak. Hozzáteszem, az atomerőmű sem tartozik a legrugalmasabbak közé, de hogy ne csak időjárásfüggő megújulókról beszéljünk, a geotermikus energia sem rugalmas termelésű, mert ha már megépítettük, akkor legalább annyira zsinórtermelő, mint az atomerőmű. A vízerőmű, amelyet időnként kihagyunk a megújulók közül, viszont rugalmas. És éppen ez az, ami a magyar villamosenergia-rendszerből nagyon hiányzik.

Nem értek viszont egyet azzal, hogy a fogyasztókat pénzügyi eszközökkel kell rávenni, hogy rugalmas legyen a fogyasztásuk. Eszerint a lábunkat kellene a cipőhöz szabni, vagy fordítva? Említtette még, hogy szociológusokkal kellene együttműködni. A mi tanszékünkön, az Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszéken egy korábbi, szociológusokkal együttműködésben lebonyolított projekt során háziasszonyokat kérdeztek meg, hogy mennyivel kéne olcsóbban adni a villamos energiát, hogy hajlandók legyenek a nagy teljesítményű háztartási gépeiket (mosógép, mosogatógép, grill-sütő) akkor használni, amikor majd szól az elektromos művek, hogy most olcsón adom a villamos energiát. Az eredmény az lett, hogy 30%-os árcsökkentés esetén 0 és 5% között volt azoknak az aránya, akik ezt megtennék, és ingyenes áram esetén is csak a fele.

Munkácsy Béla: A rugalmas termelés esetében természetesen nem a szélerőművekről kell beszélni, hanem pl. a biogázról, amit Dánia most nagyon intenzíven fejleszt, sokkal nagyobb ütemben, mint a szélerőműveket. Az utóbbi időben a szélerőművéknél öt-ször nagyobb ütemben nőtt Dániában a biogáz-kapacitás, és ennek pontosan az az oka, hogy ők is érzik, hogy itt rugalmas rásegítésre van szükség. Arra a felvetésre, hogy ha már megépítettük, akkor használjuk, az a válaszom, hogy ez pontosan a szabályozás kérdése, hogy megérje lekapcsolni és csúcsidőben megérje elindítani. Ehhez a szabályozáshoz rugalmas árképzésre van szükség, aminek nem az a lényege, hogy választások előtt csökkentjük a szolgáltatások árát, hanem az, hogy a kereslet és a kínálat határozza meg, és akár perces időléptékben változnak az árak.

A smart rendszerben a mosó- és mosogatógépek kapcsolgatását nem szokás a háziasszonyokra bízni, ezt az okos eszköz majd eldönti. Ez egyszerűen pénz kérdése, például ma már kínos, ha valaki nem 3A-s mosógépet vásárol, ez ma már divat. És előbb-utóbb bejön a smart világ és tök ciki lesz nem smart mosógépet vásárolni.

Aszódi Attila: Az én feleségem smart! Nagyon érdekes felvetés a villamosenergia-ellátáshoz illeszkedő grillsütő. A mosogatógépet meg a mosógépet még értem. De azt, hogy a vasárnapi ebéd ne délre legyen kész, hanem délután négyre, és rávenni a gyerekeket, hogy bírják ki addig, ez nálunk nem működne. Az a kritikus energiapolitikai vitapont érkezett el, amikor kiválóan alkalmas a helyzet arra, hogy valaki mellébeszéljen. A biogáz esetét említette a rugalmas energiatermeléssel kapcsolatban, de nem hangzott el hozzá, hogy ez vajon hány MW, és az egész rendszer szempontjából vajon számottevő szerepet tud-e játszani, vagy sem. Szerintem ez a helyi rendszerek esetében lehet jelentős, de érdemben a teljes villamosenergia-rendszer rugalmasságának javításához ez nem fog tudni hozzájárulni. Felhívnám a figyelmet egy további elmentmondásra. Itt korábban elhangzott, hogy vannak olyan megoldások, hogy egy vegyipari cég akkor termel csak, ha...

Munkácsy Béla: Részfolyamatokat akkor indítanak vagy állítanak le. Tehát nem a teljes termelés áll le...

Aszódi Attila: Rendben van, akkor most pontosítottuk, hogy részfolyamatokról van szó csupán, egyébként valószínűleg olyan folyamatokról, amelyeknek a termékei tárolhatóak. A helyzet az, hogy egy ipari piaci cég, ha létrehoz egy termelőkapacitást, akkor abban érdekelt, hogy ezt a kapacitást kihasználja, és valószínűleg nem a villany pillanatnyi ára fogja meghatározni, hogy működteti-e vagy sem. Ha az ellátás ingadozása lehetetlenné teszi a termelőberendezés működtetését, akkor inkább saját erőművet fog építeni és azzal fogja ellátni magát. Mi, energetikusok azt gondoljuk, hogy az nem optimális megoldás, és az sem lenne az, ha a háztartásokat leválasztanánk a villamosenergia-hálózatról. Abban az esetben esetleg majd mindenki létesít magának egy kis helyi fosszilis energiahordozóval működő áramfejlesztőt, pl. aggregátort, és ha kell, akkor magának termel villanyt, amikor szüksége van rá, és mellette nagy mennyiségű légszennyező anyagot is kibocsát, ami nem lenne üdvöztető. Én azt látom, hogy mivel az európai villamosenergia-rendszer minden korábbinál integráltabb, és az EU azt várja el a tagállamaitól, hogy az országok közötti interkonnektorokat fejlesszék, nem érzékelhető az a tendencia, hogy a rendszerek kisebb részekre szakadnának. A dezintegráció nem, sokkal inkább az integráció a jellemző, és ebben fontos szerepük van a centrális, nagy termelőknek.

Kérdés a közönség soraiból: Aszódi Attila úrtól kérdezem, hogy milyen műszaki és gazdasági megfontolások szerint érné meg Paks I.-et és Paks-II.-t egymás mellett üzemeltetni?

Aszódi Attila: Egy olyan komplexitású projektet, mint a Paks II., nagyon nehéz úgy megvalósítani, hogy az pontosan akkorra épüljön meg, amikor azt 10-12 évvel korábban kitértük. Látható, hogy az EU Bizottságnak a vizsgálata is másfél évig tartott, amíg érdemben az EPC-szerződés megvalósításán nem dolgozhattunk. Azért indítottuk el időben a projektet, hogy a blokkok kellő tartalékkal, kellő biztonsággal időben rendelkezésre álljanak. Fontos elmondani ma is, hogy a villamos energia 1/3-át importáljuk. Az a néhány, kb. 5-6 év, amíg együtt működik a hat blokk a telephelyen, minden további nélkül uralható a magyar villamosenergia-rendszer szempontjából. A paksi telephelynek mind a magyar, mind az európai villamosenergia-rendszerbe való integráltsága nagyon jó, nem látszik probléma – hálózati szempontból sem – erre az átmeneti időszakra.

Munkácsy Béla: Szép ez az egyharmad, hát még a kétharmad, de nagyon nem mindegy, hogy mikor jön ez az egyharmad. Lásuk be, hogy ha akkor jön ez az egyharmad, amikor nekünk nem kell, akkor az nagy baj, mert hová adjuk el? El kell kótyavetyélni. Ez egy soha meg nem térülő beruházás. Óriási probléma, hogy nagyon nehezen szabályozható egy ilyen atomerőmű, óriási probléma, hogy az európai és a világpiacon egyre olcsóbban érhető el a megújuló alapú villamos energia, amivel láthatóan nem tud lépést tartani az atomerőműben előállított villamos energiának az ára. Olyankor, amikor már negatív árak vannak, olyankor, amikor arról beszélgetünk, hogy le tudnám állítani, de nem lehet, attól tartok, hogy két erőmű esetében ez nagyon súlyos kérdéseket vet fel a megtérülés szempontjából is. Nem látom bizonyítva ezt a műszaki szempontrendszerrel sem, mert attól, hogy elmondjuk háromszor is, hogy ez működni fog, attól ez nem fog működni feltétlenül.

Aszódi Attila: MAVIR.hu. Tessék kielemezni az adatokat, amikor zsinórban importálunk 3000 MW áramot, akkor miért okozna problémát 4000 MW a rendszerben? Csacsakaság.

Munkácsy Béla: Hogy mikor importáljuk, ez itt a kérdés, még egyszer mondom.

Kérdés a közönség soraiból: Termékként tekintve a villamos energiára, azzal a felvetéssel élnék, hogy az időjárásfüggő megújulókkal termelt villamos energia nem ugyanaz a minőségű termék, mintha szinkrongenerátor termelné, és emiatt az időjárásfüggő megújulók rontják a rendszer minőségét.

Aszódi Attila: Igaza van. Az a helyzet, hogy kell a rendszerben a forgó gép, kell a rendszerben az inercia. Szükség van a turbinákra, amelyek folyamatosan forognak, és biztosítják azt, hogy a rendszerben fellépő ingadozásokat ki tudjuk egyenlíteni. Igaza van abban, hogy az általam szabályozható és folyamatosan rendelkezésre álló megawattóra és az ingadozó, illetve felfelé biztosan nem szabályozható villamos energia nem ugyanaz a termék. Ha szomjas vagyok, és szükségem van egy kólára, akkor biztosan hajlandó vagyok érte többet fizetni, mintha csak egyszerűen megpróbálnák rám sózni, miután már megittam kettőt.

Munkácsy Béla: Én, amit tanultam Dániában erről, ott szeretik a kihívásokat és a szélerőenergia szektor óriási ütemben fejlődik, és a fejlődésének az egyik fő iránya pontosan az, hogy az ilyen jellegű műszaki kihívásoknak az új turbinák megfeleljenek. Tehát ha megnézzük egy, az 1970-es években üzembe helyezett és egy ma gyártott szélturbinát, akkor a különbség műszaki szempontból is

ég és föld. Azt gondolom, hogy négyezer dán mérnök nem komplett idióta, és ők azt mondják mind a négyezren, hogy el fogják érni a 100% megújulót, és el is fogják érni.

A vitavezető a vita zárásaként arra kérte a vitapartnereket, hogy végszavukban foglalják össze a legfontosabb tanulságokat, megállapításokat.

Munkácsy Béla: Még egyszer szeretném megköszönni a lehetőséget és a türelmet, és néhány érdekes aspektusra hadd hívjam fel a figyelmet. Lévai professzor, aki a maga szakterületén kiváló szakember volt, az energiatervezés kapcsán egészen megdöbbentő állításokat tett. És ennek az volt az oka, hogy a megállapításait pusztán a műszaki szempontokra alapozta. Az ötvenes években megjelent egy írása, amelyben az olvasható, hogy Magyarországon 2000-re 140 TWh lesz a villamosenergia-fogyasztás. Ehhez képest most 40 TWh-nál tartunk. Nagyon fontos felismernünk, hogy az energetikus mérnök szükséges, de nem elégséges feltétele annak, hogy itt egy XXI. századi, fenntartható energiarendszert lehessen létrehozni és működtetni. Az, hogy ez sikerül-e, az nagyon függ a hallgatóságtól, akik most itt vannak.

Egy dolgot nem hangsúlyoztunk kellőképpen: egy globális környezeti összeomlás küszöbén vagyunk. Sőt, inkább úgy fogalmaznék, hogy már benne is vagyunk és nagyon sok szakértő szerint nagyon össze kell szedni magunkat, hogy mihamarabb változtassunk ezen az irányon, amerre most haladunk. A legnagyobb változásra éppen az energiaszektorban van szükség, mert ha megnézünk egy ökológiai lábnyomelemzést, akkor abban azt látjuk, hogy az általunk okozott környezeti problémáknak kb. a 60%-a vezethető vissza az energiefelhasználásunkra. Tehát ahogy eddig csináltuk, az nem jó. Ennyi. Egészen új utakat kell keresni, különben lehúzzhatjuk a redőnyt. (Taps).

Aszódi Attila: Megköszönöm a szervezőknek, hogy ezt a fórumot létrehozták, nagyon jó volt itt lenni, beszélgetni és vitatkozni. A XXI. században működő, fenntartható, a fogyasztókat biztonságosan ellátó villamosenergia-rendszert energetikusok hozták létre. Ma olyan szereplők próbálják ezt meg kikezdeni, akiknek fogalmuk sincs az energetikáról. Olyan rendszert akarnak ránk erőltetni, amelyről tudjuk, hogy nem működőképes. Szerintem szakmai kötelességünk erre felhívni a figyelmet. Mire van szükségünk? Szükségünk van egy olyan villamosenergia-rendszere, amely éjjel-nappal, télen-nyáron, évi 8760 órán keresztül folyamatosan ellátja a fogyasztókat villannyal. Meglátják: rövid időn belül az ellátásbiztonság mint szempont fel fog értékelődni. Ma a villanyt folyamatosan kapjuk a villamosenergia-rendszertől azoknak az energetikusoknak köszönhetően, akik ezt az elmúlt 60-70 évben nagyon jól csinálták, és ha nem lehetne ezt a vonalat fenntartani, akkor az ellátásbiztonság kerülne veszélybe. Olyan megoldásokat, olyan energiamixet keresünk, ami ezt biztosítani tudja. Mi nem akarjuk kidobni a rendszerből a megújuló energiát, szemben a megújulókat preferálókkal, akik ki akarják szorítani az atomenergiát, amely ma a legnagyobb karbonmentes termelő az Európai Unióban. Az egyetlen olyan karbonmentes technológia, amely Magyarországon számára folyamatos villamosenergia-ellátást tud biztosítani.

Meg vagyok róla győződve, hogy az elkövetkező időszakban a villamosenergia-igény nőni fog, a fogyasztási struktúránk, maguk a fogyasztók olyanok, hogy több villamos energiát fognak igényelni még akkor is, ha adott esetben a primerenergia-felhasználásunk stagnálna vagy csökkenne. A villamos energia egy olyan nemesített

energiahordozó, amelyre egyre nagyobb mértékben szükségünk van, mindenkinek az a felelőssége, hogy ezt gazdaságosan, olcsón, klímabarát módon, megbízhatóan, az ellátásbiztonság szempontjait is szem előtt tartva biztosítani tudja. Ez az energetikusok feladata. Nem igaz, hogy a társadalmi igényeket nem hallgatnánk meg, ennek az ellenkezője igaz, pontosan az igényekhez illeszkedő villamosenergia-rendszert építettünk az elmúlt években.

Lévai professzor úr az 50-es években teljesen más környezetben készítette azt az elemzést, a gazdasági átalakulás, a rendszerváltás utáni időszakot leszámítva Magyarországon gyakorlatilag folyamatosan növekedő villamosenergia-igényt tapasztalunk. Nyilvánvalóan nem olyan üteműt, mint abban az időszakban, amikor a nehézipar kiépülőben volt Magyarországon, de folyamatos a villamosenergia-igény növekedése. (Taps)

Korényi Zoltán (a vitaest lezárását követően kért és kapott szót): Azt hiszem, kötelességem Lévai professzort megvédeni, mert egyrészt a tanítványa voltam, nála államvizsgáztam, másrészt pedig most annál az asztalnál ülök a D 209-es szobában, amelyik asztalnál előbb Lévai professzor mint nyugdíjas tanszékvezető ült, majd később Büki Gergely professzor.

Az idők változnak, érvelésünk nem korrekt, ha a tényeket kiragadjuk a történelmi összefüggésrendszerükből.

Mielőtt Lévai professzort megvédeném, példaként az idők változására, hadd mondjam el a következőt: Magyarország első, második és harmadik – közcélú hálózatra termelő – szél erőművének én voltam a felelőse a Bayernwerk Hungáriánál? (a későbbi E. ON Hungária). Amikor a kulcsi dombon 2000-ben meg akartuk építeni az első magyar szél erőművet, akkor betérjesztettem az igazgatóságnak, majd elmentem Münchenbe a tulajdonoshoz. Azt mondták, hogy Németországban a nagy energetikai cégek üzletpolitikája szerint tilos szél erőművet építeni. Sem az RWE, sem a Vattenfall, sem a Bayernwerk, sem a Preussen Elektra nem épít. Végül is nem erőműként, hanem PR projektként járultak hozzá a mienkhez. A világ változik. Mi történt utána? Öt évvel később Münchenből eljöttek megnézni, hogy mi hogyan csináltuk, mert akkor már Németországban az E. ON is szél erőműveket akart építeni. Tehát változik a világ.

Nos, Lévai professzor 1957-ben évi 7%-os villamosenergiaigény-növekedést írt le – ahogy Munkácsy Béla idézte.

Én jóval később jártam egyetemre, de mi akkor megtanultuk, hogy az a világ hogyan működik. Az a világ úgy működött, hogy 1921-ben Lenin kiadott egy könyvet, amelynek a jelmondata az volt: „Kommunizmus ravno szovjetszkaja vlaszty pljusz elektrifikacija vszej sztranü”³. Így működött a magyar energiastratégia abban az időben, így működött a magyar ipar. A hazai tervgazdaság központilag előírt növekedéséhez központilag meghatározták a 7%-os növekedést. Lévai professzornak a központi tervhivatal ezen trendjéből kellett kiindulnia. Azóta a világ változott. Mi szél erőműveket építettünk, amikor a német villamosenergia-szolgáltató cégeknél az még tiltott volt. Most meg 0,5-0,7% villamosenergiaigény-növekedéssel számolunk.

Az elődök nevében, tisztelet jár ebben a tereben Lévai professzornak. Azt kérem, hogy a mi diákjaink olvassák el a történelmet, és vigyék magukkal azt a szellemiséget, amely Klebelsberg Kunotól, a mi professzorainkon keresztül elvisz bennünket a jövőbe, és akkor helyt fognak állni az egész világon.

A vitát mintegy három héttel követően négy fiatal vállalkozott arra, hogy válaszoljon lapunk négy kérdésére. Szándékosan kér-

tünk meg erre fiatalokat, mert úgy gondoltuk, olvasóink is elsősorban arra kíváncsiak, hogy a jövőnket alakítani hivatott korosztály képviselői számára milyen tanulságokkal szolgált a vita. Az alábbiakban a lap felelős szerkesztője által megfogalmazott kérdésekre az általuk adott válaszokat olvashatják:

1) Volt-e határozott véleménye a vita témájáról az eseményt megelőzően?

Gubek István, az ELTE Humánökológia mesterszakán végzett hallgatója, okl. humánökológia szakember: Határozott véleményem volt mielőtt a vitára beültem, amelyet többek között egy 2015-ös sokoldalú vitasorozat alapozott meg, ahol többen is kifejtették az álláspontjukat. Egyértelműen az atomenergia ellenzői közé tartozom. Fontosnak tartom, hogy nemcsak időjárásfüggő megújulók vannak, hanem mások is, és az időjárásfüggő megújulók hátrányai is kiküszöbölhetők olyan megoldásokkal, mint például a diverzifikált telepítés és a tárolás. A készleteket figyelembe véve szerintem 100-200 év múlva az atomerőmű már nem lesz napirenden, mert elfognak a nyersanyagforrások, hiszen az atomenergia sem megújuló energia, uránérc kell hozzá. Egyetértek Munkácsy Bélával abban, hogy a hosszú távú döntések meghozatalában nemcsak a mérnökökre, hanem társadalomtudósokra is szükség van. A teljes életciklust tekintve az atomenergia nem CO₂-kibocsátás-mentes és a radioaktív hulladék hosszú távú elhelyezése sem megoldott, ami fontos felelősség-etikai megfontolásokat is elengedhetetlenné tesz. Nem szabad Paks II.-t megépíteni, helyette az ELTE kutatócsoportja által létrehozott energiastratégiát kellene alapul venni, miszerint 2040-re Magyarországon megvalósítható a 100% megújuló alapú fenntartható energiarendszer.

Jakab Péter, a BME gépészmérnöki karán 2017-ben végzett okl. energetikai mérnök: Rálátásom volt a témára, de sziklaszilárd álláspontom arról, hogy mi jó és mi rossz, hogy mi kell, és mi nem kell, nem volt. Azért is mentem el, hogy a vitában ütköző álláspontokból le tudjam szűrni, hogy mi a jó irány. Merem állítani, hogy atomerőmű-párti vagyok, mert szerintem van létjogosultsága, a megújulóknak is megvan a helye, egyrészt a lokális rendszerekben, tulajdonképpen mindkét módszert pártolom, csak okosan kell csinálni.

Soha Tamás, az ELTE Földrajz- Földtudományi Doktori Iskola PhD-hallgatója: Teljesen határozott véleményem nem volt, de a témát rendkívül fontosnak tartom, azért is mentem el a vitára. A témának a természettudományos oldalát ismertem jobban korábban, de nem a két energiatípus együttélését, hanem egymással szembenállását éreztem. A megújuló és a fenntartható energiagazdálkodás mellett tettem le a garast az eddigi ismeretanyagom alapján, bár nyitottnak gondolom magam a másik oldal felé is. Kétkedő típus vagyok. A tudományos megközelítés alapja a kétkedés.

Sipos Gergő, a BME harmadéves energetikai mérnök hallgatója: Igen, mivel korábban az atomenergia specializációt is fontolgattam, kialakítottam magamban egy képet. Ennek értelmében az atomenergiát nem kéne kizárni az energiamixből, mert nagyon jó lehetőséget biztosít arra, hogy CO₂-kibocsátás-mentesen, környezetkímélő módon és hosszú távon tekintve gazdaságosan termeljen villamos energiát. Korábban is támogattam a Paks II. megépítését, sejtve, hogy a kivitelezésében (pont így, pont ekkor, pont ezt a típust) nem minden tökéletes. Azt gondolom, nem tudhatom teljes bizonyossággal, hogy Paks II. megépítése jó lesz-e, hiszen nem ismerem pontosan a jövő technológiai fejlődését, sem

a beruházás összes következményét – egy részét igen, és ezek alapján támogatom azt.

2) A vita hogyan befolyásolta az álláspontját?

Gubek István: A fő álláspontom nem változott, de finomodott és rengeteg új információval gazdagodtam. Ezenkívül a vita arra sarkallt, hogy azt követően jobban utánanézzek bizonyos állításoknak mindkét fél részéről, valóban úgy vannak-e, ahogyan mondták. Nagyon érdekes volt, hogy két elismert egyetemi oktató úgy feszült egymásnak, hogy végül már egymás szakmaiságát vonták kétségbe. A vitát követően maradtak nyitott kérdések. Nem kaptunk választ például az őrzés szakmai hátterére, a tényleges CO₂-kibocsátási adatok eltérésére, vagy a megújulók és a nukleáris energia támogatásának mértéke közötti különbségre vonatkozóan. Utóbbiról Aszódi Attila azt mondta, hogy túltámogatottak a megújulók, és ez energetikai instabilitást okoz az európai energetikai rendszerben, míg Munkácsy Béla szerint a fosszilisok a túltámogatottak. Ennek utánanéztam: egy 2017-es jelentés szerint a G20-as országokban négyszeres támogatás jut a fosszilis energiahordozóknak, mint a megújulóknak, és ez befolyásolja a fejlődést. Egy energiaforradalom kellős közepén vagyunk, amelyben a megújulók szerepe nagyobb támogatás esetén még nagyobb lenne, ha lenne ilyen irányú politikai akarat. Ebben az esetben az atomenergiának ezt a még hátralévő néhány évtizedét sem kellene igénybe venni.

Jakab Péter: Elültetett a fejemben további gondolatokat, és arra számítottam, hogy a vita majd segít abban, hogy a két nézet konszenzusra jusson, de ez nem nagyon sikerült. Túl gyakori volt, hogy csak annyit mondtak a másik mondanójára, hogy „ez nem igaz”. Úgy tűnt, hogy azok az állítások, amelyek az egyik oldalon tények, azok a másik oldalon már nem azok. Ha egy általam fontosnak tartott tényt alá akarok támasztani érvekkel, akkor biztos, hogy talállok rá forrást. A vitában mindketten a saját forrásaikra hivatkoztak, az igazsághoz vagy az arany középúthoz nem kerültünk közelebb. Mégis hallottam olyan dolgokat, amelyek miatt okosabban távoztam, pl. Munkácsy Bélának az a kérdése, illetve felvetése, hogy bár stabil geológiai képződményben helyezik el a nagy aktivitású hulladékokat, hogy hogyan akadályozzák meg azt, hogy ahhoz soha senki ne férhessen hozzá, ez egy jogos kérdés, és ez megválaszolatlan maradt. Ez Aszódi Attila esetében egy olyan gyenge pont volt, ami elülteti az emberben a kétkedést, noha a vita nagy részében egyetértettem az általa elmondottakkal. Jóllehet szóba került a reprocessálás, mint a hulladékok feldolgozásának és mennyiségük csökkentésének módszere, mégsem volt a válasz eléggé meggyőző ebben a témában. És nem cáfolta a Munkácsy Béla részéről elhangzott több száz ezer évnyi őrzési időtartam szükségességét sem. Az a benyomásom alakult ki, annak ellenére, hogy több újnak nevezhető információ birtokába jutottam, hogy meg kell szűrni ezeket az információkat, mivel többségükben egymásnak ellentmondóak voltak. Munkácsy Béla gyakran említette a biogázt, amivel kapcsolatban ismerek olyan számítást, amely szerint, ha az országban keletkező összes hulladékot biogázzá dolgozzuk fel, akkor sem lesz belőle annyi, amennyit a zöldek szeretnének.

Soha Tamás: Túl sok újat nem kaptam, hiszen folyamatosan tájékozodom a tudományos világból. Az Aszódi Attilától hallottak között voltak olyan aspektusok, amelyeket én máshogyan ismerek, ismertem. Lényegi újdonságokat nem tudtam meg. Kiegyensúlyozott tájékoztatást vártam, de az ilyen viták nekem sok esetben csalódást okoznak, mert elfogult, részrehajló, egymás érveit be-

fogadni, sőt meghallgatni képtelen, és jelen esetben személyeskedő vita hallgatójának éreztem magam. Megítélésem szerint a tapasztalt nem verbális (az előadó rázza a fejét, bólogat, mosolyog) kommunikáció, amely elsősorban államtitkár urat jellemezte, szándékosan hergeli a közönséget. Ez szerintem megkérdőjelezi az egész vita hitelességét. Tárnyilagos vitában véleményem szerint ez nem megengedett. Én ezekkel szemben alkalmanként örömmel hallgatom meg a műszaki kollégák érveit és mondom el a magaméit azért, hogy ezeket igyekezzünk egymáshoz közelíteni.

Sipos Gergő: Az álláspontom nem változott. A németországi példa jelentőségét fontosnak találok, hogy a nukleáris erőművek leállítását és a megújulókat szén- és gázerőművekkel lehetett és kellett pótolni, illetve kiegészíteni. A teljesen megújuló alapú energiamix jelen körülmények között – még ha létre is lehetne hozni, nagyon drága lenne. Magyarországon vízerőművek és energiatárolási lehetőségeink hiányában szerintem nem is lehetséges. A kiégett fűtőelemek végleges tárolása jelenleg valóban nem megoldott, de biztató jelek vannak, és szerintem ezek megfelelőek lesznek.

Nagyon fontos tapasztalat számomra, hogy a két egyetemről kilépő hallgatók egészen más szemléletmóddal rendelkeznek, és nagyon nehéz ezeket a véleménykülönbségeket egymáshoz közelíteni. Változatlanul úgy vélem, hogy a Paks II.-ről született döntés politikai döntés volt. Tanulságos volt megtapasztalni, hogy milyen sok szempontot kell mérlegelni ilyen nagy energetikai döntések meghozatalánál.

3) Kibékíthetetlen-e az ellentmondás a vitapartnerek között?

Gubek István: Az atomenergia és a megújuló működhethetnek egymás mellett, de ha van atomerőmű, akkor ez korlátozza a megújulókat és hosszú távon az ellentmondás antagonisztikusnak mondható. Az biztos, hogy hosszú távon a megújulóknak fognak dominálni és az atomerőművek eltűnnek a rendszerből. Jelenleg két szemléletmód harca zajlik, egy centrális szervezésű és egy decentralizált rendszer koncepciója áll egymással szemben.

Jakab Péter: Abban az értelemben igen, hogy egyikük legalább részben szeretne atomenergiát, a másik pedig teljesen ellene van. A 100% megújuló akaró Munkácsy Béla egyáltalán nem közelített Aszódi Attila álláspontjához, teljes mértékben elutasítja a nukleáris energiát. Ezt a két álláspontot nem lehet összebékíteni.

Soha Tamás: Igen, alapvető eltérések és szembenállások vannak, amelyek mélyen gyökereznek, de ezek elsősorban nem a vitapartnerek személyében, hanem az általuk képviselt nézetekben keresendők. Nehezen is hallgatják meg egymást, de nem feltétlenül gondolkodik el egyik is, másik is a partner érvelésén. A tudományosan megalapozottnak tűnő adatokat sokszor kétkedéssel, de gyakran elfogadják egymástól, ennek ellenére a két álláspont között az ellentmondás nem oldható fel. Én még olyan megújuló párti személlyel nem találkoztam, aki elfogadná, hogy az atomenergia megfér a megújulóknak mellett. Látható, hogy az aktuális magyar energiasztratégia alapján jelenleg és a közeljövőben is kénytelenek lesznek még együtt létezni. A kérdéskört sok szempontból kellene megvizsgálni. Vannak olyan kérdések, amelyekről a BME-s és az ELTE-s hallgatók többé, illetve kevésbé tájékozottak. Egymással beszélgetve kellene érvelni róla, hogy közelebb hozzuk egymáshoz az álláspontokat. Meg kellene indulni ennek a kommunikációnak, és mi érezzük is, hogy a BME-s hallgatók tudására szükségünk lenne csakúgy, mint az energetikusoknak a mi sok szempontú szemléletünkre. Csak közösen lehet megoldást

találni, és ehhez be kellene vonni a természet-, a társadalom- és a közgazdaság-tudománnyal foglalkozó kollégákat is. Közös kutatásokra, közös publikációkra van szükség. Ez vezethetne racionális, békés megoldáshoz és esetleg egyetértéshez.

Sipos Gergő: Paks II. esetében kibékíthetetlennek érzem, viszont az atomenergetikai ellentmondás szerintem idővel minden bizonyítással kibékíti magát, mert hosszú távon valószínűleg a megújulóknak fognak nyerni. A megújulóké a jövő, de a közeljövőben az atomerőműre még szükség van.

4) Helyes lenne-e (lett volna-e) népszavazást tartani egy olyan kérdésről, amely szerint „Egyetért-e ön azzal, hogy a Paksi Atomerőmű jelenleg üzemelő blokkjainak bezárását követően Magyarországon ismét nukleáris blokkok létesüljenek?”

Gubek István: Azt gondolom, hogy egyértelműen szükséges lett volna. Nem kell ahhoz szakértőnek lenni, hogy erről valaki véleményt mondjon. A demokrácia alapértékeit elfogadva, arra tekintettel, hogy itt nem arról van szó, hogy csak atomerőművel lehetne teljeskörűen megoldani hazánk energiaellátását, a népszavazás igenis indokolt lett volna. Fontos, hogy társadalmunknak beleszólása legyen a jövőnk meghatározó döntéseibe. Ez nemcsak energetikai, hanem jelentős társadalmi kérdés is.

Jakab Péter: Szerintem volna értelme. Érdemes lenne. És a mérnök társadalomnak lenne a feladata és felelőssége, hogy elmagyarázza a választóknak, illetve azoknak, akik részt vesznek a népszavazáson, hogy mi áll az „igen” és mi a „nem” mögött. Lehet, hogy naiv vagyok, de szerintem felelős döntést akkor tudnak hozni, ha kellően tájékozottak a témában.

Soha Tamás: Szerintem nem jó ötlet ilyen témában népszavazást tartani. Svájcban nemrég volt ilyen. Nem tudom, hogy a svájci szavazók okosabbak vagy kevésbé tájékozottak, mint a magyar szavazók, de hatalmas különbség azért nem lehet. Egy ilyen komplex kérdéssel felelős véleményt alkotni, ez olyan ismereteket, olyan tudást kíván meg, amelyhez nagy valószínűséggel nem elégséges érettségi bizonyítvánnyal rendelkezni. Azt feltételezni, hogy jelenleg mindenki megkaphatja azt az elfogulatlan, kiegyensúlyozott tájékoztatást, amely az objektív mérlegeléshez és a felelős állásfoglaláshoz szükséges, alapvetően utópisztikus. A vitapartnerek, akiket meghallgattunk sem lennének elegendőek ahhoz, hogy a szavazásra jogosultaknak kielégítő tájékoztatást nyújtsanak. A szakszerű, objektív érvelés és a manipuláció szétválasztása nem egyszerű feladat.

Sipos Gergő: Én nem gondolom, hogy ez jó lett volna. Három évig tanultam ezt a szakmát, és mérlegelve a tanultakat és a később szerzett ismereteimet – látva, hogy mennyi mindent nem tudnak azok az emberek, akik erről véleményt mondanának –, egyértelműen nem tartanám helyesnek.

Lejegyezte, a vitapartnerekkel egyeztetve és az interjúkat készítette Civin Vilmos.

Jegyzet

1. 2016 novemberében.
2. Magyarország első, 250 kW teljesítményű szél-turbináját a Transelektro Rt. építette Inotán. A 2000-ben üzembe helyezett szél-torony nem közcélú hálózatra, hanem a Bakonyi Erőmű belső hálózatára termelt villamos energiát.
3. Kommunizmus egyenlő szovjethatalom, plusz az egész ország villamosítása.