

REKK POLICY BRIEF

02
2021

2021 MÁRCIUS

MEZŐSI ANDRÁS

KÜLÖNBÖZŐ PV PENETRÁCIÓ HATÁSA A HAZAI VILLAMOSENERGIA-PIACRA

A Nemzeti Energiestratégia 2030¹ meghatározza, hogy 2030-as, 2040-es időtávon milyen villamosenergia-összetételt lát ideálisnak. Ebben főszerepet játszanak az új atomerőművi blokkok, illetve a jelentős mennyiségű fotovoltaikus kapacitás.

A jövő villamosenergia-piacán kulcskérdés, hogy van-e elegendő flexibilis kapacitás a változó, időjárásfüggő termelés kiegyensúlyozására, illetve kihívást jelenthet a szükséges tartalékkapacitás rendelkezésre állása is. Az elemzés azt vizsgálja, hogy különböző flexibilis kapacitásokkal – legyen szó földgáztüzelésű erőműről, villamosenergia-tárolókról, vagy fogyasztói oldali rugalmassági eszközökről (DSM) – kielégíthetőek-e a szükséges tartalékkapacitások, elegendő kínálat áll-e minden órában rendelkezésre, hogy a fogyasztást kiszolgálják, illetve elemezzük a nagykereskedelmi árakra és a nettó import pozícióra gyakorolt hatásokat is.

Mivel Magyarország villamosenergia-piaci szempontból igen nyitott országnak tekinthető – és ezt tovább erősíti az új szlovák-magyar, illetve a szlovén-magyar határkeresztező kapacitásösszeköttetés – ezért szükséges egy olyan modellel végezni a vizsgálatot, amely egész Európát lefedi. A ha-

tárkeresztező kapacitások mennyiségére jelentős hatással bírhat a Tiszta Energiacsomag azon pontja, amely előírja, hogy 2025 végéig a piaci szereplők részére allokkált kapacitásokat a fizikai (termikus) kapacitás 70%-ára kell növelni.²

ELEMZETT FORGATÓKÖNYVEK

Az Energiestratégiahoz hasonlóan jelen elemzés is két sarokévre koncentrál, 2030-ra, illetve 2040-re. Két dimenzió mentén 3-3 különböző forgatókönyvet különböztetünk meg, így összesen 9-9 forgatókönyv vizsgálatát végezzük el a két sarokéven. A két dimenzió a következő: mennyi és milyen típusú flexibilis kapacitásokkal kalkulálunk, illetve mekkora a hazai PV penetráció mértéke.

¹ Nemzeti Energiestratégia 2030, kitekintéssel 2040-ig. Tiszta, okos, megfizethető energia, 2020 január

² Regulation 2019/943, Article 16, 8.a

1. TÁBLÁZAT: A VIZSGÁLT FORGATÓKÖNYVEK, 2030-BAN (FELSŐ TÁBLÁZAT), ILLETVE 2040-BEN (ALSÓ TÁBLÁZAT)

2030					
		PV beépített kapacitás, MW			Megjegyzés
		Alacsony	REF	Magas	
Flexibilis beépített kapacitások (földgáz, tároló és DSR)	Gázintenzív (GAS+)	4688 MW gáz; 100 MW tároló/DSR; 4600 MW PV	4688 MW gáz; 100 MW tároló/DSR; 6600 MW PV	4688 MW gáz; 100 MW tároló/DSR; 8600 MW PV	PV: +/- 2000 MW PV
	Nincs új gáz, nincs jelentős tárolói/DSR kiépítettség (GAS-)	3188 MW gáz; 100 MW tároló/DSR; 4600 MW PV	3188 MW gáz; 100 MW tároló/DSR; 6600 MW PV	3188 MW gáz; 100 MW tároló/DSR; 8600 MW PV	PV: +/- 2000 MW PV; Nincs új gázos belépő
	Nincs új gáz, jelentős tárolói/DSR kiépítettség (STO)	3188 MW gáz; 300 MW tároló/DSR; 4600 MW PV	3188 MW gáz; 300 MW tároló/DSR; 6600 MW PV	3188 MW gáz; 300 MW tároló/DSR; 8600 MW PV	PV: +/- 2000 MW PV, nincs új gázos belépő; +200 MW tároló/DSR
2040					
		PV beépített kapacitás, MW			Megjegyzés
		Alacsony	REF	Magas	
Flexibilis beépített kapacitások (földgáz, tároló és DSR)	Gázintenzív (GAS+)	1981 MW gáz; 300 MW tároló/DSR; 8009 MW PV	1981 MW gáz; 300 MW tároló/DSR; 12009 MW PV	1981 MW gáz; 300 MW tároló/DSR; 16009 MW PV	PV: +/- 4000 MW PV
	Nincs új gáz, nincs jelentős tárolói/DSR kiépítettség (GAS-)	481 MW gáz; 500 MW tároló/DSR; 8009 MW PV	481 MW gáz; 500 MW tároló/DSR; 12009 MW PV	481 MW gáz; 500 MW tároló/DSR; 16009 MW PV	PV: +/- 4000 MW PV; Nincs új gázos belépő, +200 MW tároló
	Nincs új gáz, jelentős tárolói/DSR kiépítettség (STO)	481 MW gáz; 1000 MW tároló/DSR; 8009 MW PV	481 MW gáz; 1000 MW tároló/DSR; 12009 MW PV	481 MW gáz; 1000 MW tároló/DSR; 16009 MW PV	PV: +/- 4000 MW PV, nincs új gázos belépő; +700 MW tároló/DSR

*A zöld háttérű cellák mutatják az Energiastratégiában meghatározott célszámokat

ALKALMAZOTT MODELL

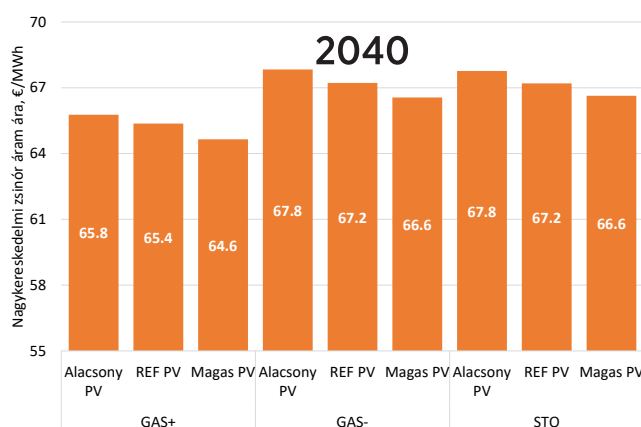
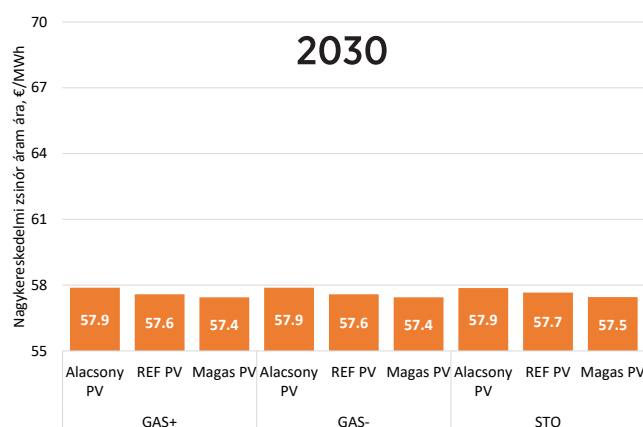
Az EPMM (European Power Market Model) 40 európai ország villamosenergia-rendszerére kiterjedő 168 órás időhorizontú ütemezési és teherkiosztási modell (Unit Commitment Model). Ezen modell a villamosenergia- és a tartalékpiacon egyensúlyi értékeit szimultán határozza meg minden egyes órára és piacra az előre jelzett időjárásfüggő megújuló termelés, a villamosenergia-kereslet, a piacra érvényes tartalékkövetelmények, valamint az áramtermelés és -szállítás technológiai korlátjainak és költségeinek figyelembevételével.

A modell a hét minden órájára előrejelzi az erőművek üzemállapotát, az üzemelő egységeknél a termelés volumenét és a fel- és leszállás célra félértett kapacitások nagyságát. Ezen túl meghatározhatjuk minden országra a villamos energia piaci árát, valamint a felszabályozási és leszállás tartalmak összetételét.

EREDMÉNYEK – REFERENCIA FORGATÓKÖNYV

2030-ban még mérsékelt, 2040-re már jelentősebb hatásuk van a különböző forgatókönyveknek a nagykereskedelmi villamosenergia-árra, és erősen megfigyelhető a kannibalizációs effektus

2030-ban az új gázos erőművek, illetve a tárolók magasabb penetrációja sem bír szignifikáns árcsökkentő hatással, ellenben a PV elterjedés már érezhető hatását. A két szélsőséges PV elterjedési forgatókönyvben (magas és alacsony PV) a nagykereskedelmi árhatás már eléri a 0,4-0,5 €/MWh-t. 2040-ben viszont már jelentősebb hatásokkal szembesülünk. Magasabb tárolói penetráció nincs szignifikáns hatással az áram árára, viszont az új gázos erőművek (GAS+ forgatókönyv) képesek csökkenteni az árat, mintegy 1,8-2,0 €/MWh-val. A fotovoltikus erőművek még 2040-ben is csak közepes hatással bírnak, a két szélsőséges forgatókönyvek között – ahol a PV kapacitásokban 8000 MW a különbség – is csak 1,2 €/MWh-ás árkülönbséget tapasztalunk.



Ellenben a kannibalizációs hatás³ – a PV erőművek termeléssel súlyozott átlagárának csökkenése – nagyon erősen érezteti már 2030-ban is a hatását. A zsinór árnál 10 €/MWh-val kisebb a PV termelés piaci értéke, amely különbség 2040-re közelíti a 30 €/MWh-t. A kannibalizációs hatás nem csak a magyarországi PV termelés eredményeképpen áll elő, hanem erre hatással vannak a környező országok, de még a németországi PV termelés mértéke is.⁴

A PV termelés felfutása jelentősen képes csökkenteni a nettó importot

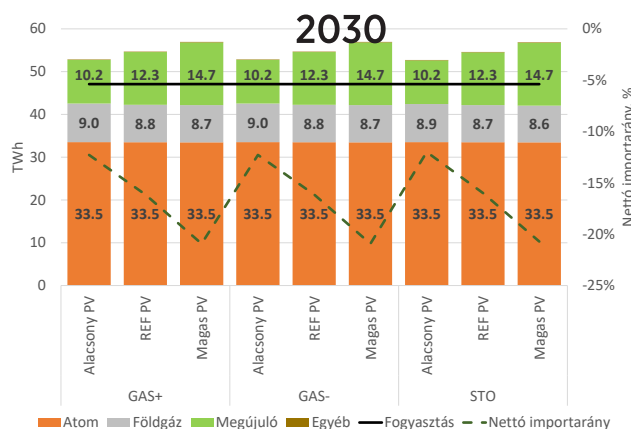
2030-ban – köszönhetően annak a feltételezésnek, hogy mindkét paksi új atomerőművi blokk megépül – minden forgatókönyv esetében nettó exportórré válik hazánk. Ennek mértéke az alacsony PV penetrációs forgatókönyvek esetében 12 % körüli éves nettó exportarányt mutat, míg magas PV penetráció esetén ez az érték 20% fölé megy. 2040-re ismét változik a kép a nettó import pozíciót tekintve, mivel a régi paksi blokkok rendszerből való kilépésével ismét nettó importőr orszaggá válik Magyarország az összes vizsgált forgatókönyvben. Ennek mértéke azonban nem drámai, a legnagyobb importarányú forgatókönyvben (új gázos erőművek nélkül, alacsony PV penetrációt feltételezve) sem haladja meg a 35%-ot – amely a mai szinttel egyezik meg.

Míg 2030-ban az új gázos termelés többnyire a régebbi gáztüzelésű erőművek termelését váltotta ki, és ezáltal nincs igazán jelentős különbség a gáztüzelésű erőművek aggregált villamosenergia-termelésében, addig 2040-ben már azt tapasztaljuk, hogy ezek jelentős – 8-9 TWh-s – extra termeléssel bírnak. Részből köszönhető ez annak is, hogy a nemzetközi villamosenergia-piaci összetétel is megváltozik. Ez a nettó import pozíciót is jelentősen javítja, közel 15% ponttal.

Az óras nettó import arányok sem mutatnak kritikus helyzeteket. 2040-ben kevesebb, mint 100 órában haladja meg az 55%-ot a nettó import arány azon forgatókönyvek esetében, ha az új földgázos erőművek nem épülnek meg. Ezek részvételével ez az arány a „legrosszabb” 100 órában 40%-os.

3 A kannibalizációs hatás alatt azt értjük, hogy a PV kapacitások elterjedésével csökken azon órákban a villamos energia nagykereskedelmi ára, amikor ezen kapacitások termelnek. Minél magasabb ezen technológiák beépített kapacitása, annál jelentősebb lehet ezen hatás.

4 A nem magyarországi kapacitások az egyes forgatókönyvekben változatlan.



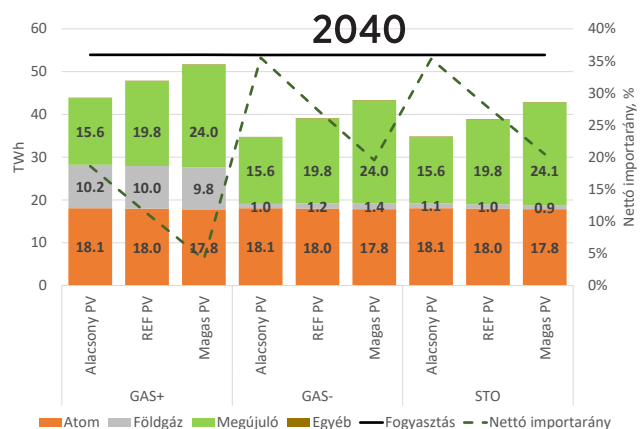
A PV-k növekedésével párhuzamosan növekszik a gázosok termékpiacon kihasználtsága, és a tartalékpiacon részvételük összege

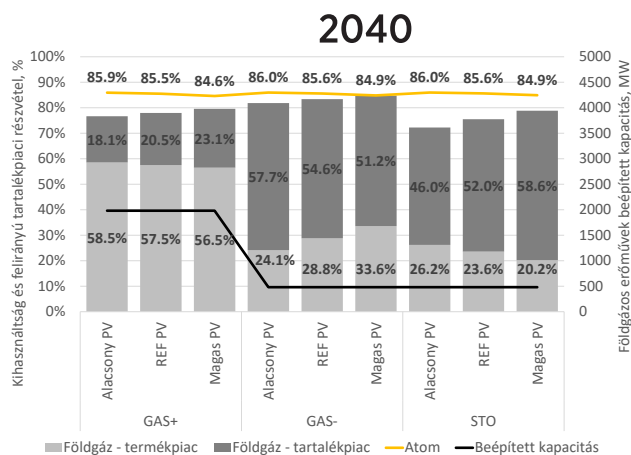
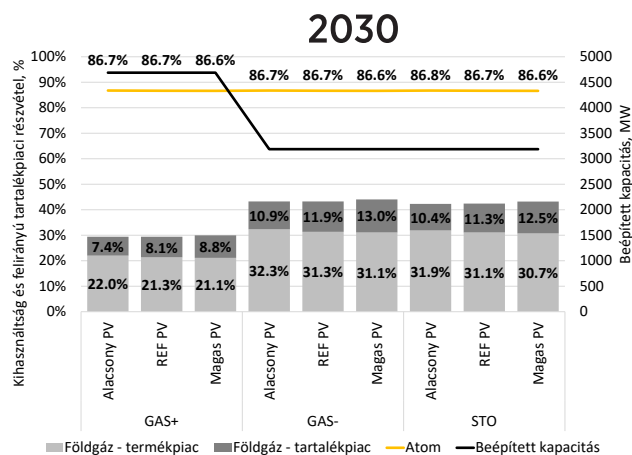
2030-ban a földgáztüzelésű erőművek termékpiacon kihasználtsága alacsony, 22-34 % között mozog. Az alacsonyabb értékekkel azon forgatókönyvekben szembesülünk, amikor új gázos kapacitások épülnek meg. Fontos hangsúlyozni, hogy ezek az átlagos kihasználtságok, egyes erőművek – különösen az újonnan megépültek – ennél lényegesen nagyobb kihasználtsággal képesek üzemelni. A termékpiacon jelenlét mellett jelentős a részvételük a felirányú tartalékpiacon is.⁵ A felirányú szabályozási piacon a kapacitások további 9-11 %-a kerül átlagosan lekötésre, így a teljes kapacitáskihasználtságuk 2030-ban 30-42% között mozog. Ezen értékek szignifikánsan nem különböznek attól függően, hogy mennyi PV kapacitás kerül beépítésre a rendszerbe.

2040-ben jelentősen változik a földgáztüzelésű erőművek helyzete. Egyrészt mindegyik forgatókönyvben csökken a beépített kapacitások (4700 MW-ról 2000 MW-ra, illetve 3200 MW-ról 500 MW-ra). Másrészt ezzel párhuzamosan növekszik a földgáztüzelésű erőművek kapacitáskihasználtsága, legyen szó a termékpiacon való termelésről, vagy a tartalékpiacon részvételéről. Azon forgatókönyvekben, amelyek esetében új gázos erőmű lép be a rendszerbe (GAS+), a termékpiacon kihasználtság közelíti a 60%-ot, és további 20% körüli a felirányú tartalékpiacon részvétel. A GAS-, és a STO forgatókönyvekben ellentétes tendenciát láthatunk. Habár a gázos erőművek teljes kapacitáskihasználtsága közel azonos szinten mozog, a termékpiacon részvételük lényegesen alacsonyabb (20-35%), míg a felirányú tartalékpiacon részvételük lényegesen magasabb (46-58%). Ez a folyamat annak köszönhető, hogy ezen forgatókönyvekben nem jelennek meg a nagy hatásfokú új gázos erőművek, amelyek viszonylag alacsony határköltség mellett képesek termelni.

2040-ben a tárolók erőteljes megjelenése miatt (STO forgatókönyvek) jelentősen csökken a földgáz erőművek kapacitáskihasználtsága, ennek mértéke mintegy 10% pont, amely döntően a földgázos kapacitások alacsonyabb felir-

5 A kapacitás kihasználtságot a termékpiacon részvétel és a felirányú tartaléknyújtás összegeként határozhatjuk meg. A felirányú tartaléknyújtást azért nem számítjuk bele a kapacitáskihasználtságba, mert a termékpiacon részvétel és a felirányú tartaléknyújtás azonos „kapacitásból” történik.





nyú tartalékiaci részvételéből adódik. A magasabb PV penetráció magasabb tartalékigényt is jelent, amely növeli a földgáztüzelésű erőművek kapacitáskihasználtságát is, különösen a tartalékpiacra.

2030-ban még csak kismértékben, 2040-ben már jelentős mértékben gyengíti egymást a PV és az atomenergia

A modellezési eredmények alapján 2030-ban, annak ellenére, hogy az új paksi blokkok párhuzamosan működnek a régiekkel, csak minimális mértékben szükséges azokat visszatérhelni, a maximális termelési lehetőségéhez képest 0-0,16%-kal (0-62 GWh) kell csökkenteni a termelésüket. Az időjárásfüggő erőműveket még magas PV kapacitás esetén sem kell szignifikáns mértékben visszatérhelni. 2040-ben azonban már a megújulókat és az atomerőművi termelést is szükséges korlátozni a REF és a magas PV forgatókönyvek esetében. Az atomerőmű esetében átlagosan 0,8-2,2%-kal (174-460 GWh) szükséges csökkenteni a termelést; minél nagyobb a PV termelői kapacitás, annál nagyobb a szükséges visszatérhelés mértéke. A megújuló visszatérhelése is szignifikáns, legnagyobb mértékben a GAS- és magas PV penetráció esetében alakul ki, amikor a visszatérhelés mértéke 0,28%-os (68 GWh).

A szabályozási tartalékpiacra a földgázos erőműveket részben felváltják a tárolók, a DSM és a megújulók; a tárolók és/vagy új gázos erőművek nélkül felszabályozási tartalékhiány alakulhat ki 2040-re

2030-ban szinte csak a földgázos erőművek nyújtják a felszabályozási tartalékot, míg a leszabályozásban már a megújulók is részt vesznek, a teljes leszabályozási igény mintegy negyedét adják, feltételezve, hogy nincs szabályozási akadály (vagy ellenőztőnzője) a megújuló tartalékiaci részvételének. 2030-ban nincs olyan óra, amikor ne lenne elegendő fel-, vagy leszabályozási tartalék. Ez már 2040-ben nem mondható el. Ha nincs új gázos erőmű, és a tárolók kiépítettsége is alacsonyabb (GAS-), akkor felszabályozási hiány alakulhat ki, aminek a mértéke annál nagyobb, minél magasabb a PV-k elterjedése. Magas PV penetrációs forgatókönyv esetében az éves átlagos felszabályozási hiány a 30%-ot is eléri, mivel az időjárásfüggő kapacitások növekedésével a szabályozási tartalékigény is növekszik. A villamosenergia-tárolók, illetve a fogyasztói oldali részvétel (DSM) az STO forgatókönyvben a tartalékok több mint felét adják.

Mind 2030-ban, mind 2040-ben nulla a Nem Szolgáltattott Energia értéke

Az összes forgatókönyvet megvizsgálva azt tapasztaljuk, hogy mind 2030-ban, mind pedig 2040-ben elegendő kapacitás áll rendelkezésre, hogy minden órában kielégíthessük a fogyasztást. Ellátásbiztonsági szempontból így csak a felszabályozási hiány jelenthet gondot egyes forgatókönyvek esetében, fogyasztás korlátozásra azonban nincs szükség.

EREDMÉNYEK - ÉRZÉKENYSÉGVIZSGÁLAT

Paks 2 késésének eredményeképpen 1,5 €/MWh-val növekszik a zsinór áram ára, illetve a PV piaci értéke is, miközben növekszik a gázos kapacitások kihasználtsága, és a nettó import mértéke 15-24% közötti

Amennyiben az új paksi blokkok nem készülnek el 2030-ra, akkor sem alakul ki ellátásbiztonsági probléma, a Nem Szolgáltattott Energia értéke nulla, és szabályozási tartalék is elegendő áll rendelkezésre, azonban a földgáztüzelésű erőművek növelik a termékpiacra a kihasználtságukat, átlagosan mintegy 4-5 százalékponttal.

Paks 2 nélkül 2030-ban 1,4-1,7 €/MWh-val növekszik a nagykereskedelmi zsinór villamos energia ára, a legnagyobb hatást az STO, alacsony PV penetráció esetében tapasztaljuk. A PV termelés piaci értéke nagyobb mértékben növekszik, mint a zsinór áram ára (1,7-1,9 €/MWh-val).

Kismértékű hatással bír a „70%-os szabály” bevezetése, ha már korábban megépül a szlovák-magyar és a szlovén-magyar határkeresztesző vezetékek

A modellezés során – támaszkodva az ACER Market Monitoring Reportokra, illetve szakértői interjúkra – feltételeztük, hogy Európában a meglévő határkeresztesző kapacitások értéke 2025-től kezdődően a különböző régiókban 0%, 12,5% és 25%-os mértékben növekszik meg, köszönhetően a Tiszta Energia-csomag előírásának, amely minimálisan a fizikai kapacitás 70%-os kiejánlását teszi kötelezővé. Ez a CEE és SEE régió határaitra 25%-os növekedést jelent, a Balti és a Hansa régióban 12,5%-ot, a nyugat-európai és északi piacokon többnyire 0%-ot. A teljes modellezett régióban ez összesen átlagosan közel 10%-os növekedést jelent a 2019-es értékekhez képest.

A modellezési eredmények alapján mind 2030-ban, mind pedig 2040-ben alacsony a hazai árhatása a „70%-os szabály”-nak, köszönhetően az új SK-HU vezetéknek, aminek hatására a torlódás nyugatabbra „tolódik”, míg az osztrák határ esetében csak kisebb NTC növekedést tapasztalunk. Tovább csökkenti a hazai árváltozás mértékét, hogy a Balkán képes felszívni az olcsó nyugat-európai áramot, ezért nem jelenik meg szignifikáns árcsökkenés (mindössze 0,1-0,2 €/MWh). Alacsony PV penetráció esetén a megnövekedett határkeresztesztől olcsó megújulót hoz be a rendszerbe, amely révén növekszik a visszavágási kényszer, míg magas PV penetráció esetén ezt a visszavágást - a naperőművi termeléssel együtt - részben lehet „exportálni”.

A tartalékigények növekedésével növekszik a gázos erőművek kihasználtsága, illetve felirányú lekötésben való részvételük; eközben növekszik a felirányú tartalékok hiánya

2030-ban minden magas PV penetrációs⁶ forgatókönyv esetén és még magas tartalékigény - amely felirányban 600 MW-ot, leirányba 430 MW-ot jelent - mellett is lekötendő a szükséges fel- és leirányú tartalék. Ugyanakkor 2040-ben magas tartalékigény mellett már jelentkezik felirányú hiány. Ennek mértéke a magas PV penetráció, GAS+ forgatókönyv esetében alacsony, a GAS- forgatókönyvben viszont igen jelentős, a felirányú tartalékok több, mint fele hiányzik. A jelentős mértékű tárolói elterjedtség (STO forgatókönyv) ezt a hiányt képes megfelelni, de a 800 MW-os átlagos felirányú tartalékigényből így is csak megközelítőleg 570 MW-ot képes kielégíteni. Ez azt jelenti, hogy ha a rendszerirányítónak a magas időjárásfüggő kapacitások miatt jelentős tartalékokat kell lekötnie, akkor a rendszernek több tárolóra, vagy DSM kapacitásra van szüksége, amennyiben nem épül új gázos erőmű.

A modellezési eredmény alapján minél magasabb a tartalékigény, annál nagyobb a gázosok kihasználtsága/felirányú tartalékpiaci részvétele. 2040-ben a magas tartalékpiaci igény esetén a gázos erőművek teljes kapacitás kihasználtsága megközelíti a 90%-ot.

6 Ezen vizsgálat során csak a magas PV forgatókönyveket vizsgáltuk.

REKK ALAPÍTVÁNY

Az Alapítvány célja, hogy hozzájáruljon ahhoz, hogy Közép-Európában üzleti és környezeti szempontból fenntartható energia- és infrastruktúra-rendszerek jöhessenek létre. Az Alapítvány felvállalt küldetése, hogy a szektor holisztikus elemzésének keretében lehetőséget nyújtson európai léptékű, aktív és nyílt párbeszédre kormányzati és iparági szereplők, infrastruktúra-üzemeltetők, termelők és kereskedők, szabályozó hatóságok és fogyasztók, a szakmai sajtó vagy éppen az érdeklődő civil csoportok között. Az Alapítvány tevékenységének eredményeképpen olyan szakmai vitaanyagok, javaslatok jönnek létre, amelyek az energia- és infrastruktúra-rendszerek működésével kapcsolatos aktuális kérdésekben előremutató válaszokat fogalmaznak meg, és a regionális és magyar fórumokon a résztvevőknek lehetőségük nyílik az iparág technológiai- és szabályozási fejleményeinek megismerésére.

KONKLÚZIÓK, KÖVETKEZTETÉSEK

- Minden forgatókönyv azt mutatja, hogy van elegendő kapacitás, a Nem Szolgáltatott Energia értéke nulla, akkor is, ha az új paksi blokkok nem képesek 2030-ra rendszerbe állni.
- Hosszú távon felszabályozási tartalékhiány alakulhat ki - abban az esetben, ha szükséges azok mennyiségét növelni, az időjárásfüggő-termelők kapacitásnövekedésével párhuzamosan.
- Fontos cél lehet a jelenlegi gázos kapacitások rendszerben tartása, mivel azok jelentős szereppel bírnak a tartalékok nyújtásában.
- Az elemzés rámutat arra, hogy új földgázos kapacitások nélkül is van elegendő flexibilis kapacitás 2030-ban, abban az esetben, ha a piaci és szabályozási környezet lehetővé teszi a tárolók és a DSM jelentős részvételét.
- A földgázos erőművek kapacitáskihasználtsága igen jelentős, különösen hosszabb távon, amely indikáció lehet arra nézve, hogy piaci alapon is képesek lehetnek működni.
- Középtávon jelentős mértékű PV kapacitást is be tud fogadni a rendszer, mindenféle jelentős beavatkozás nélkül is (az elosztóhálózat nem képezte az elemzés tárgyát, így arra ezen megállapítás nem érvényes).
- Hosszabb távon kismértékben gyengíti egymást a PV és az atomerőművi termelés, egymás versenytársai lehetnek.
- Fontos szakpolitikai cél lehet a megújuló termelőket és az atomerőművi termelést műszakilag és szabályozási szempontból képessé tenni a tartalékpiaci részvételre.
- Hosszú távon megkerülhetetlen a villamosenergia-tárolók és a DSM megoldások elterjesztése, amelyek önmagukban elegendőek lehetnek a rendszerbiztonság fenntartására, és elegendő flexibilis kapacitást nyújthatnak. Ehhez szükséges a DSM megoldások elterjedésének megfelelő ösztönzőrendszerének kiépítése.