



A Paks II. projekt – aktualitások

Prof. Dr. Aszódi Attila

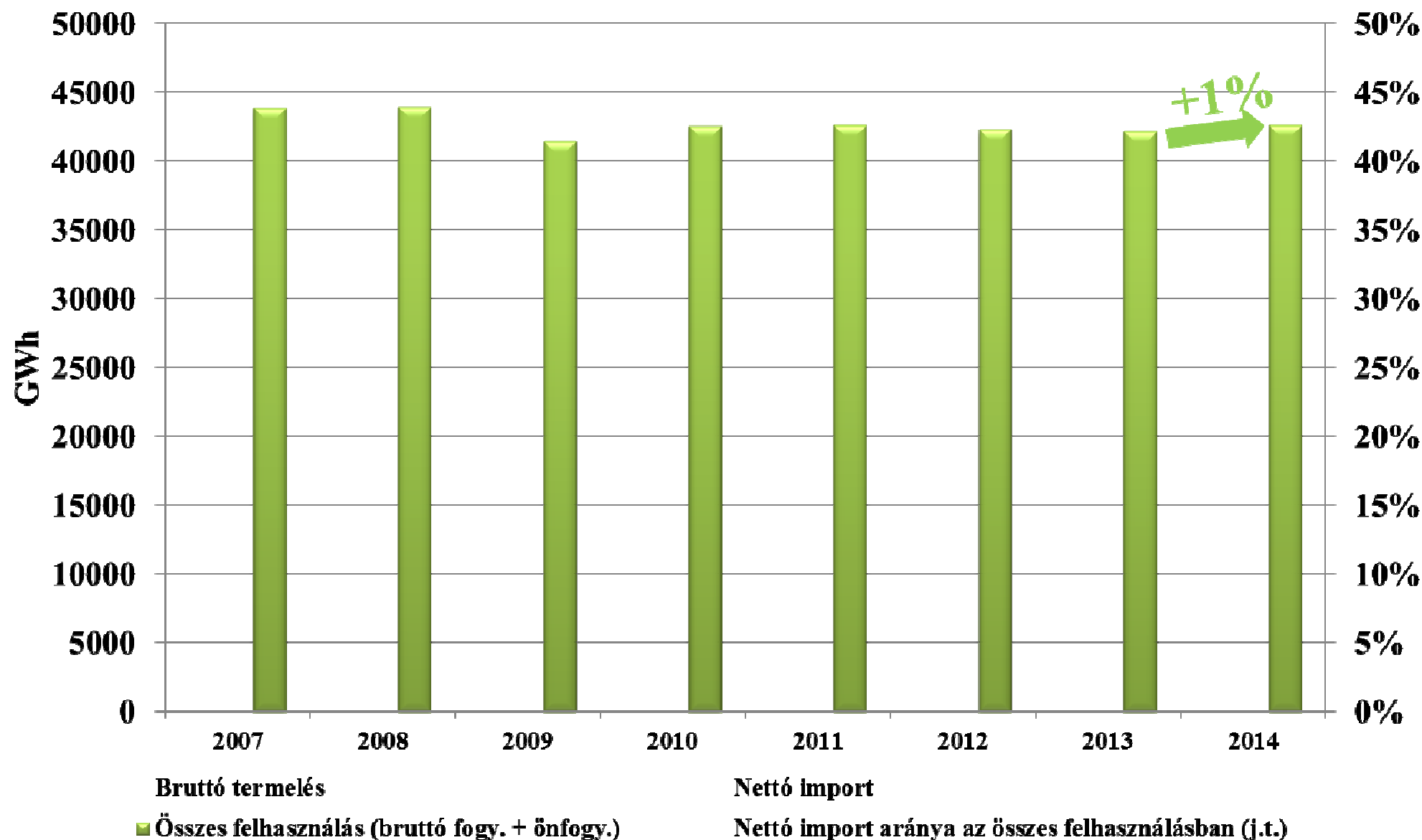
Paksi Atomerőmű kapacitásának fenntartásáért felelős kormánybiztos
Miniszterelnökség
Egyetemi tanár, BME NTI

58. Országos Fizikatanári Ankét

Hévíz

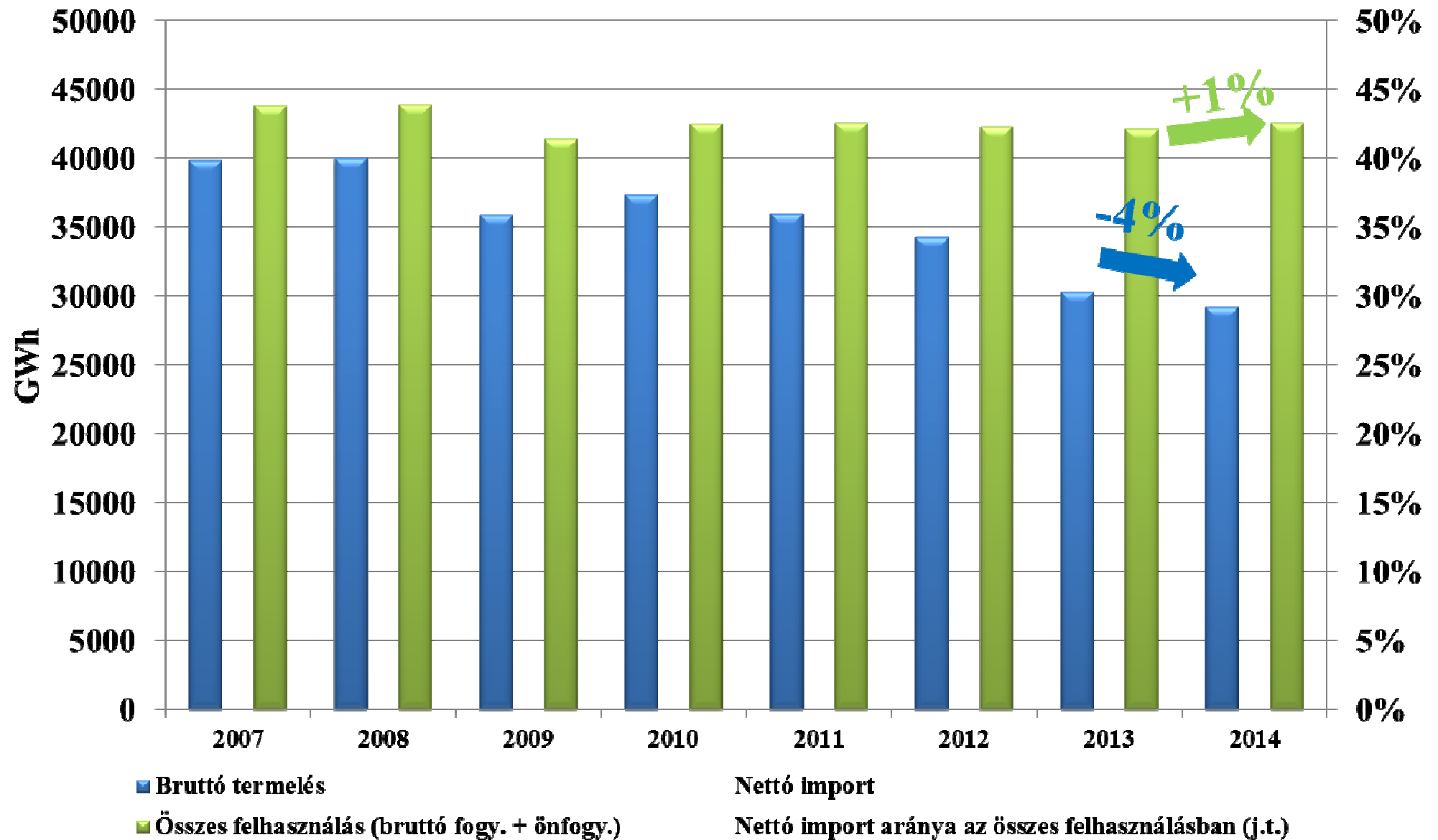
2015. március 27.

Az elmúlt évek folyamatai (2007-2014)



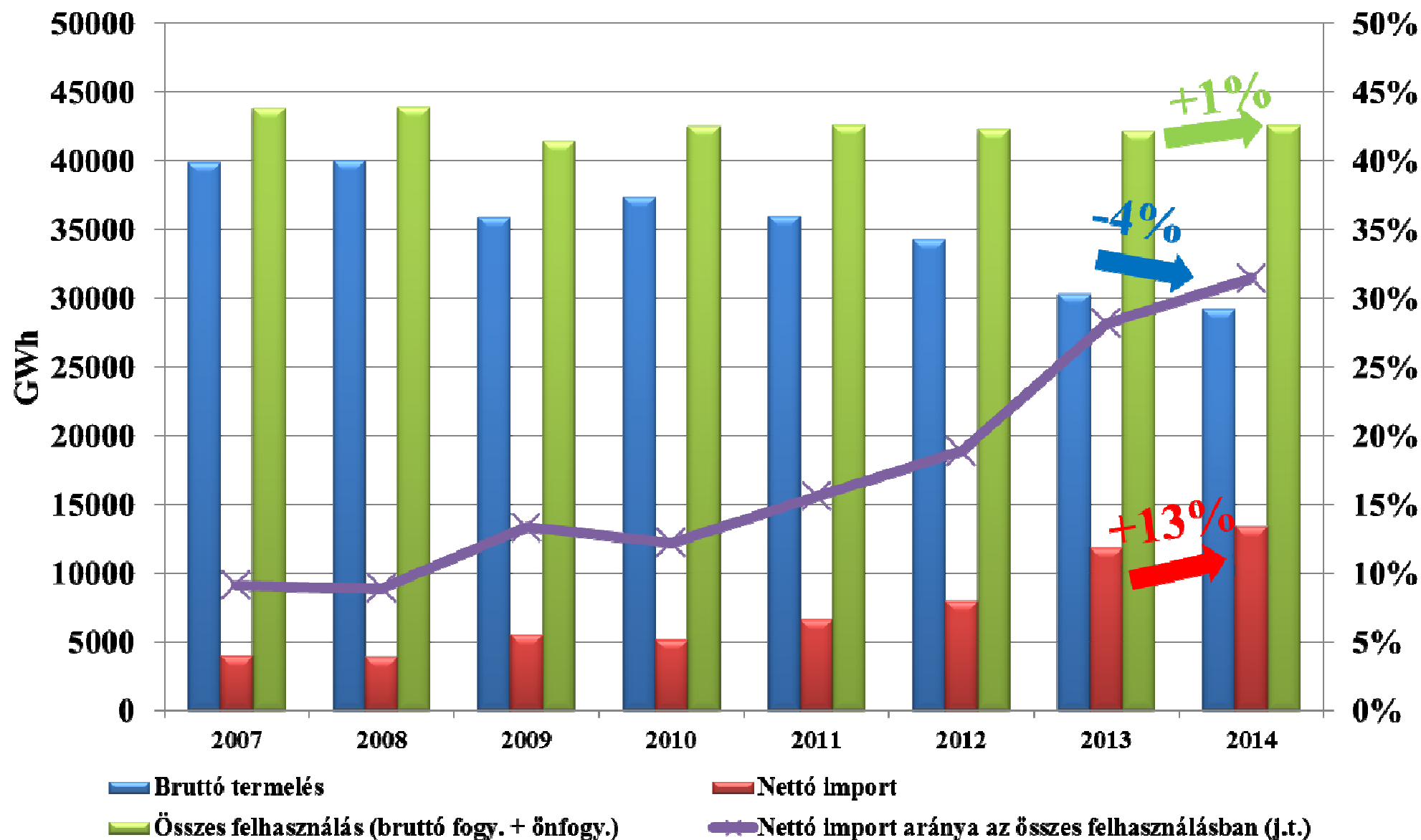
Forrás: Mavir (2014): A magyar villamosenergia-rendszer (VER) 2013. évi statisztikai adatai, valamint Mavir (a 2014. évi adatok)

Az elmúlt évek folyamatai (2007-2014)



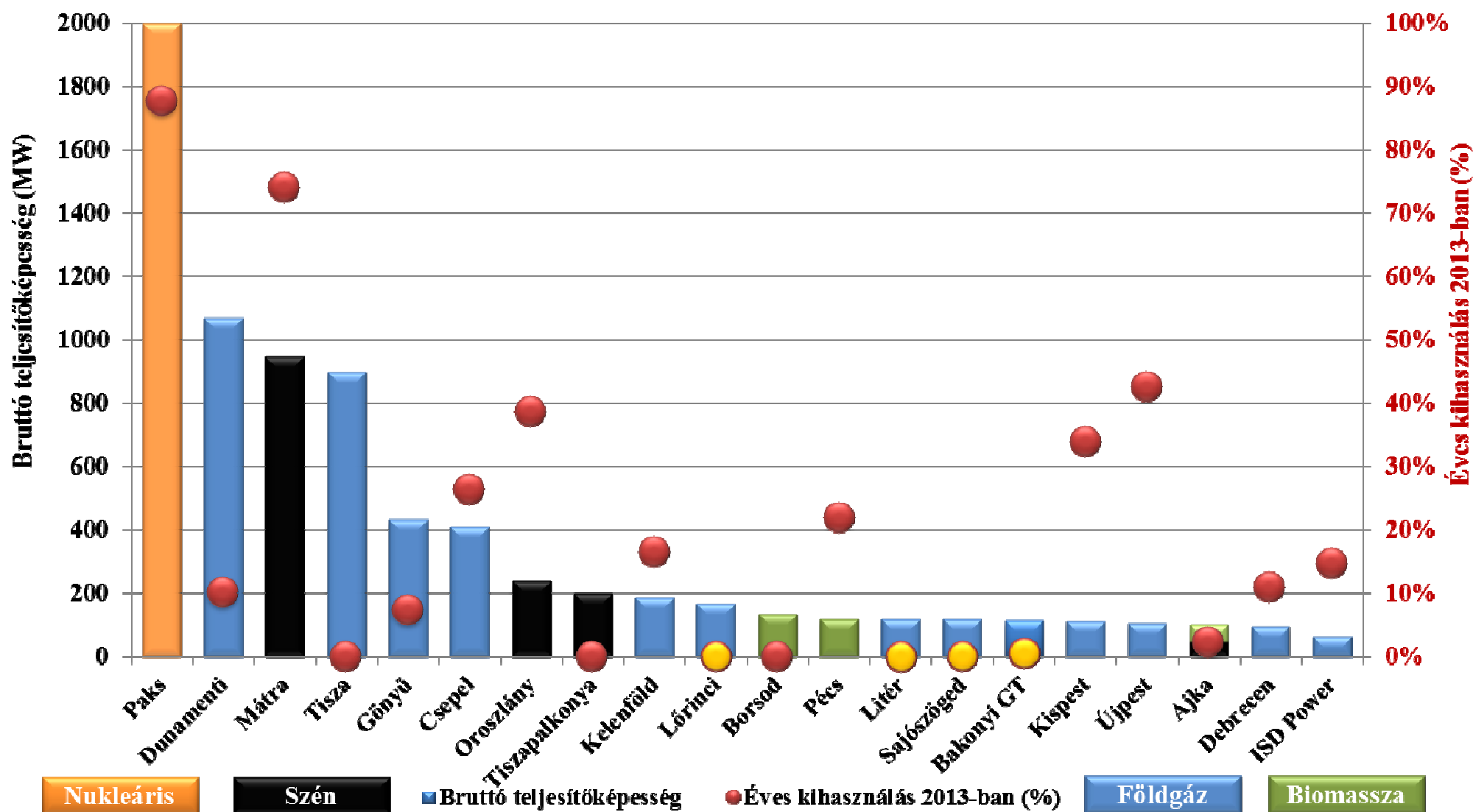
Forrás: Mavir (2014): A magyar villamosenergia-rendszer (VER) 2013. évi statisztikai adatai, valamint Mavir (a 2014. évi adatok)

Év	Csúcsterhelés (MW)	Hazai tény termelés (MWh)	Export - Import szaldó (MWh)	Rendszer összesen (MWh)	Import részarány (%)
2013	6307	30 311 469	11 877 704	42 189 173	28,15
2014	6461 (+2,44%)	29 200 924	13 388 078	42 589 002 (+0,95%)	31,44



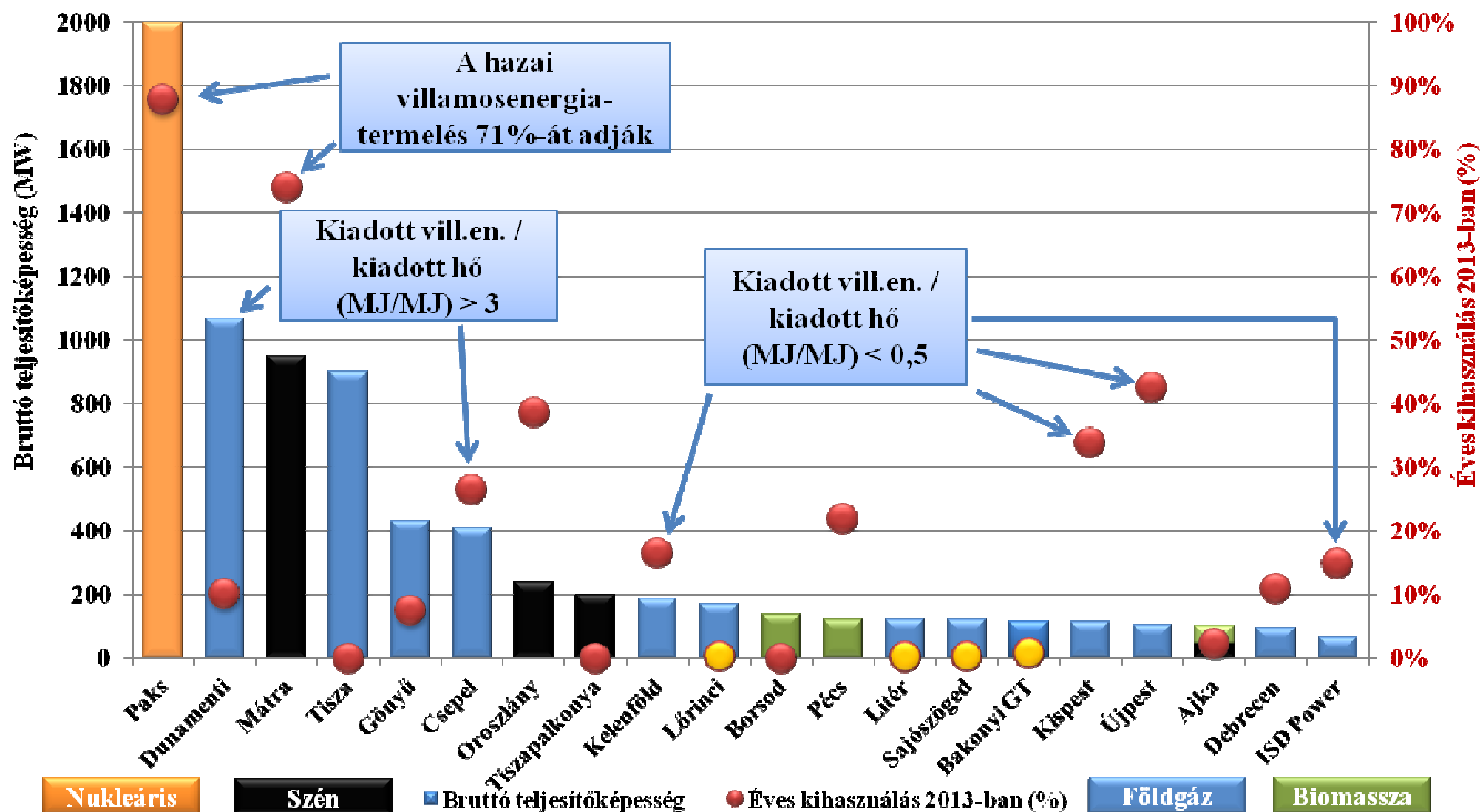
Forrás: Mavir (2014): A magyar villamosenergia-rendszer (VER) 2013. évi statisztikai adatai, valamint Mavir (a 2014. évi adatok)

A hazai nagyerőművek működése 2013-ban



Forrás: Mavir (2014): A magyar villamosenergia-rendszer közép- és hosszú távú forrásoldali kapacitásfejlesztése 2014

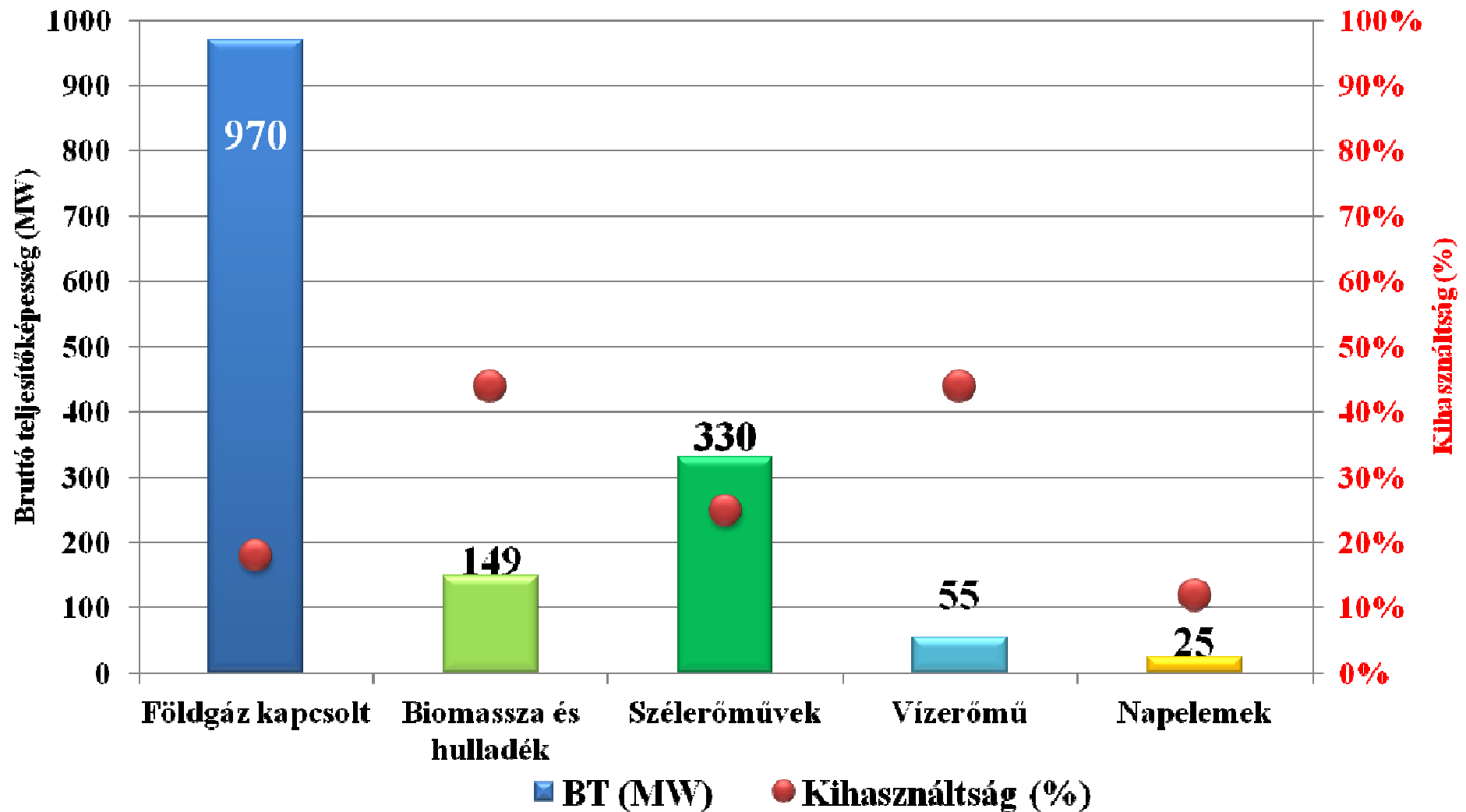
A hazai nagyerőművek működése 2013-ban



Forrás: Mavir (2014): A magyar villamosenergia-rendszer közép- és hosszú távú forrásoldali kapacitásfejlesztése 2014

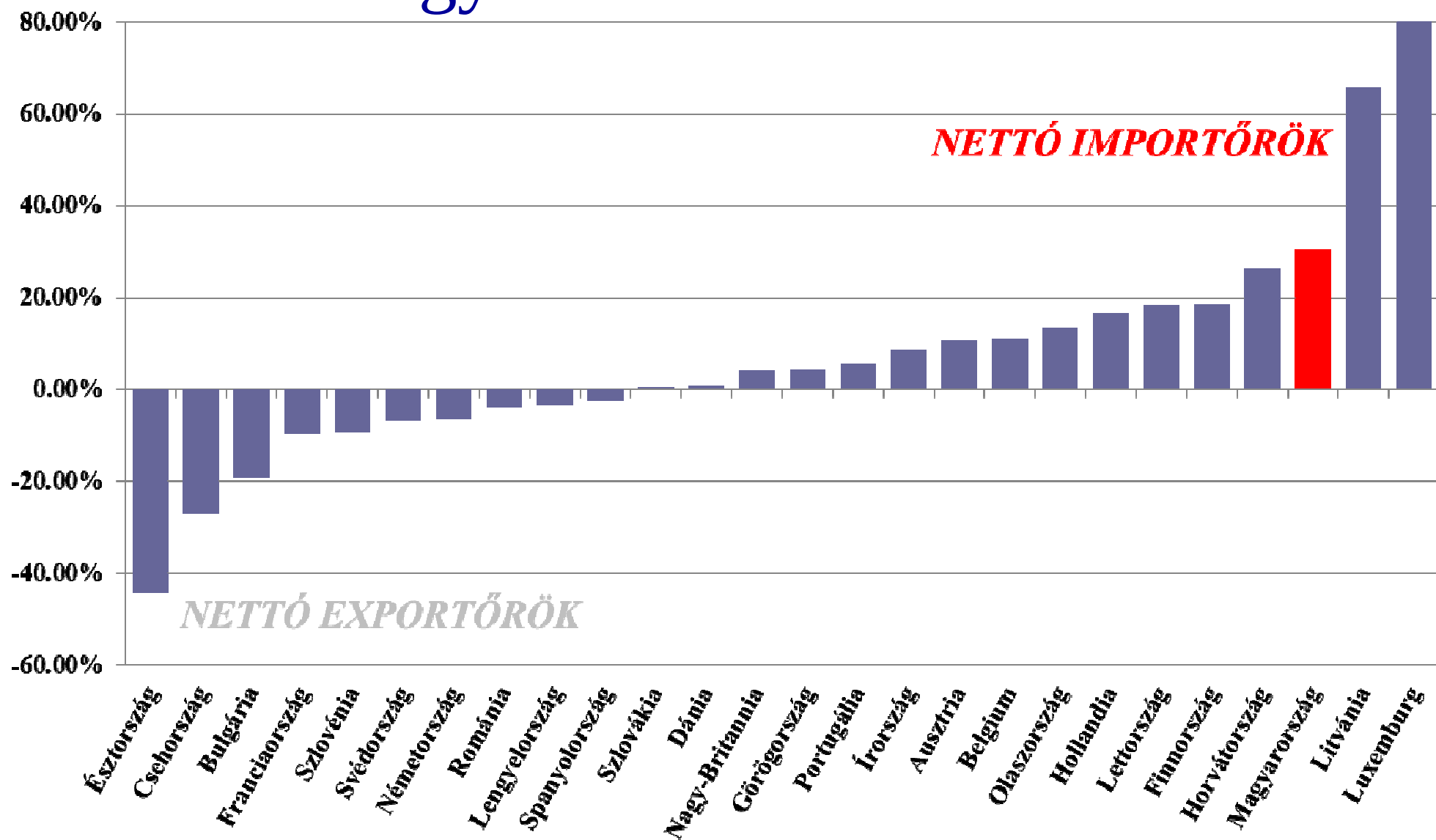
A hazai kiserőművek működése 2013-ban

A hazai kiserőművek működése 2013-ban



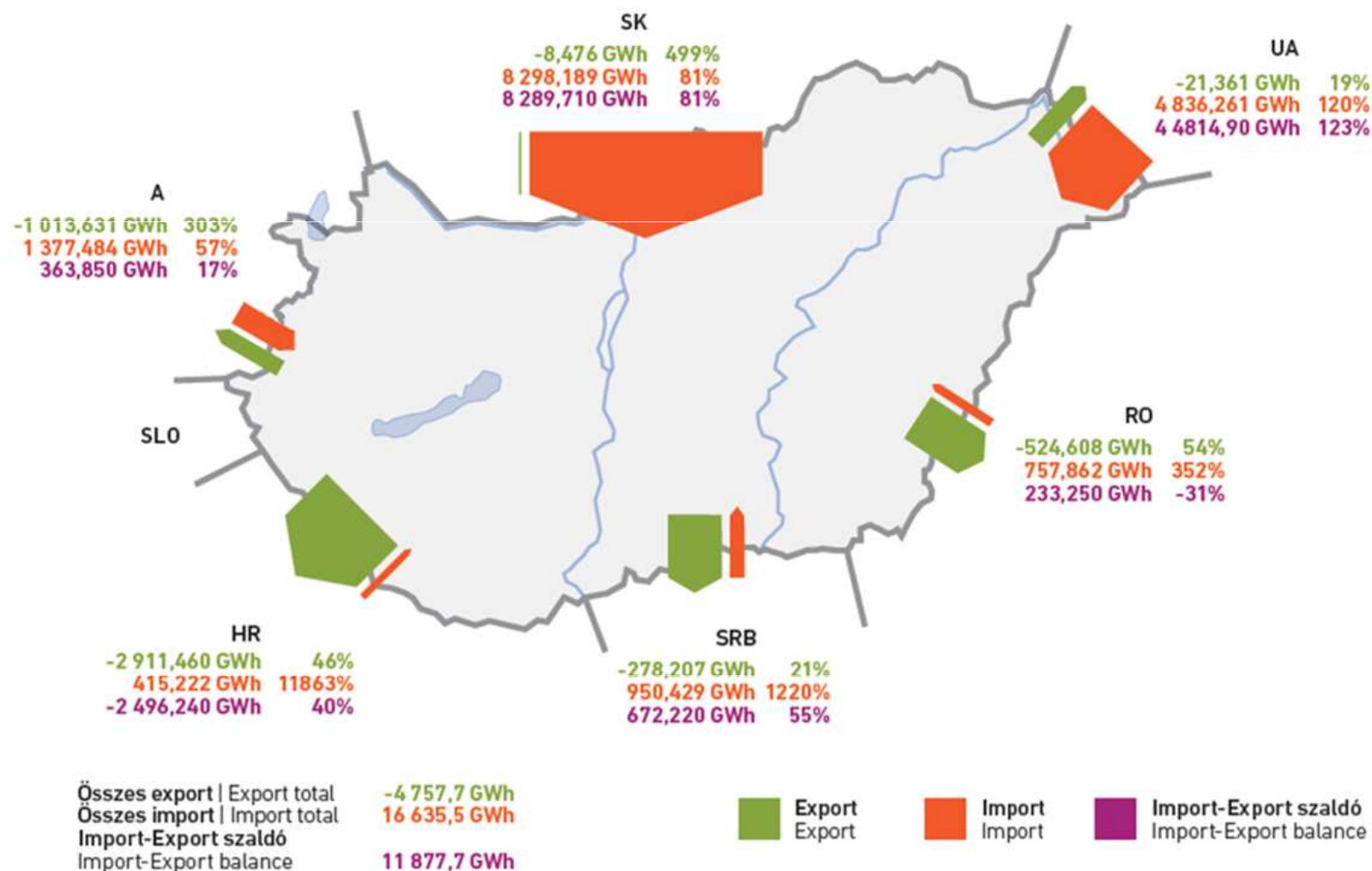
Forrás: Mavir (2014): A magyar villamosenergia-rendszer közép- és hosszú távú forrásoldali kapacitásfejlesztése 2014, saját számítások

Nettó villamosenergia-import aránya a fogyasztásban 2013-ban



Forrás: ENTSO-E adatok

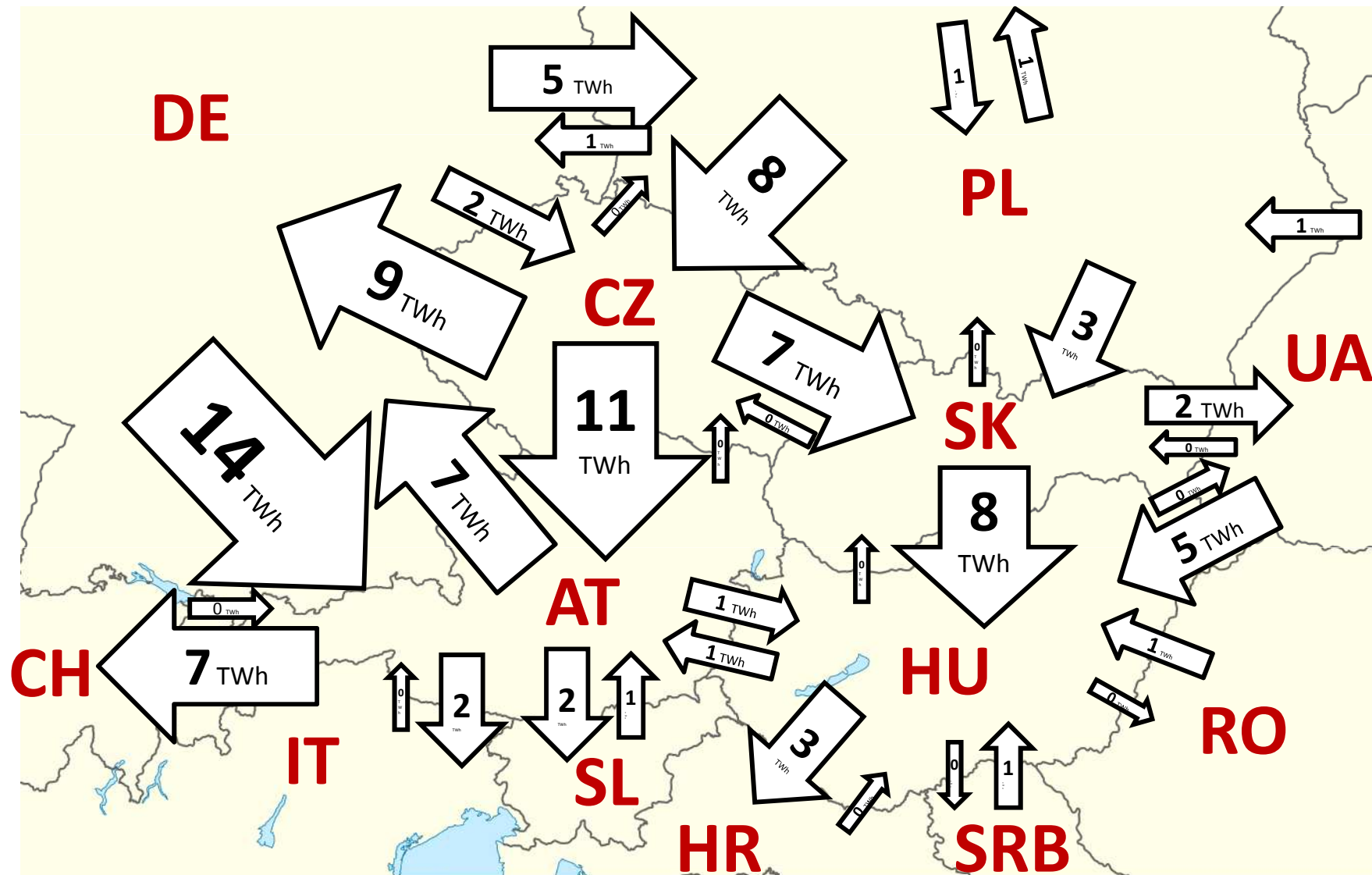
Nemzetközi fizikai villamosenergia-forgalom 2013-ban



*A százalékos adatok a változás mértékét jelentik meg a bázishoz (2012) képest.
 The figures in % show the extent of change compared to the base (2012)

Forrás: Mavir (2014): A magyar villamosenergia-rendszer adatai 2013

A CEE régió villamosenergia-kereskedelme 2013-ban

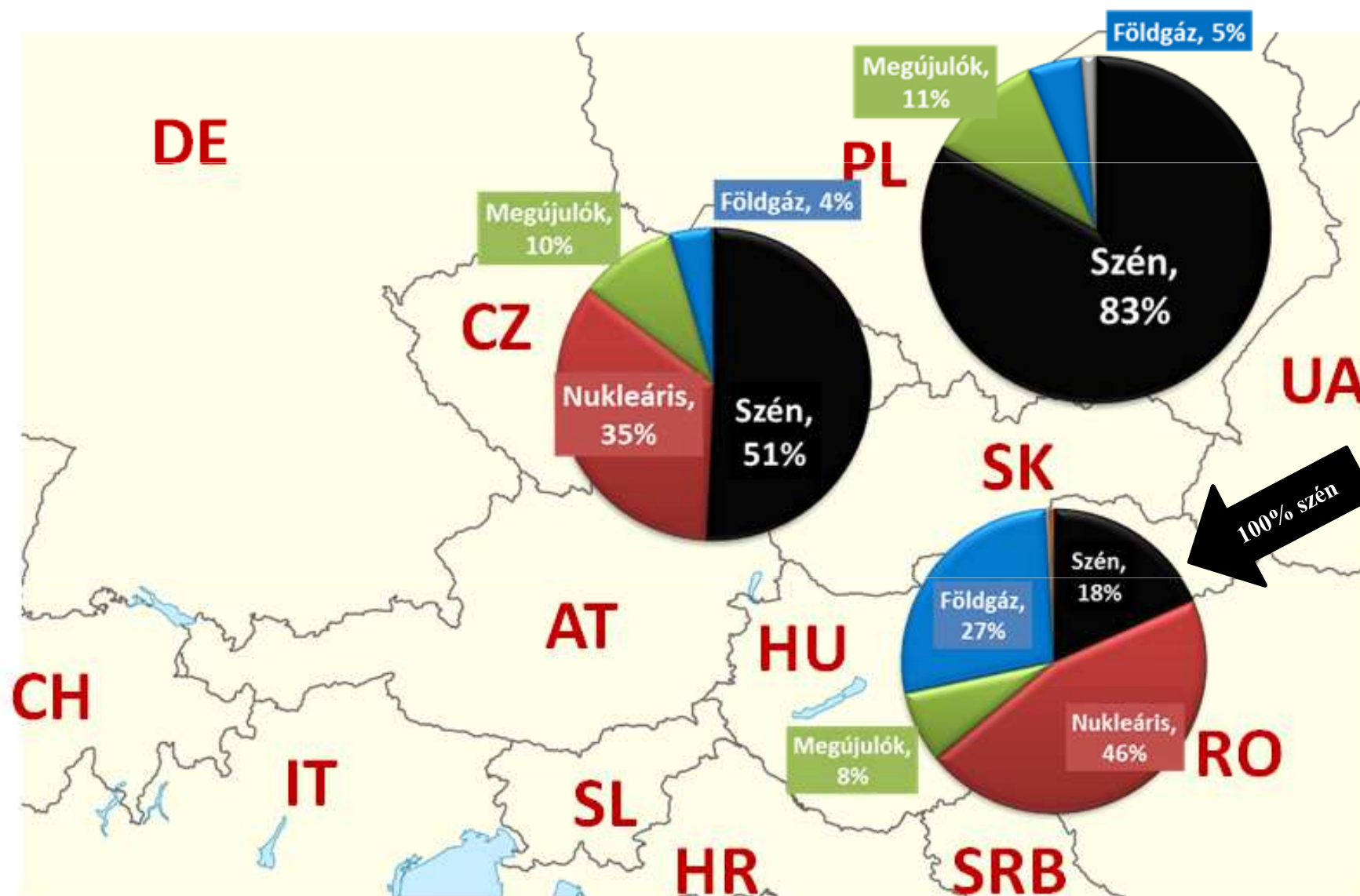


Forrás: ENTSO-E adatok; EU: EU energy in figures 2014, p. 90., saját ábrázolás

2015. márcus 27.

Dr. ASZÓDI Attila

A villamosenergia-termelés tüzelőanyagai (2012)



A hazai villamosenergia-termelés...

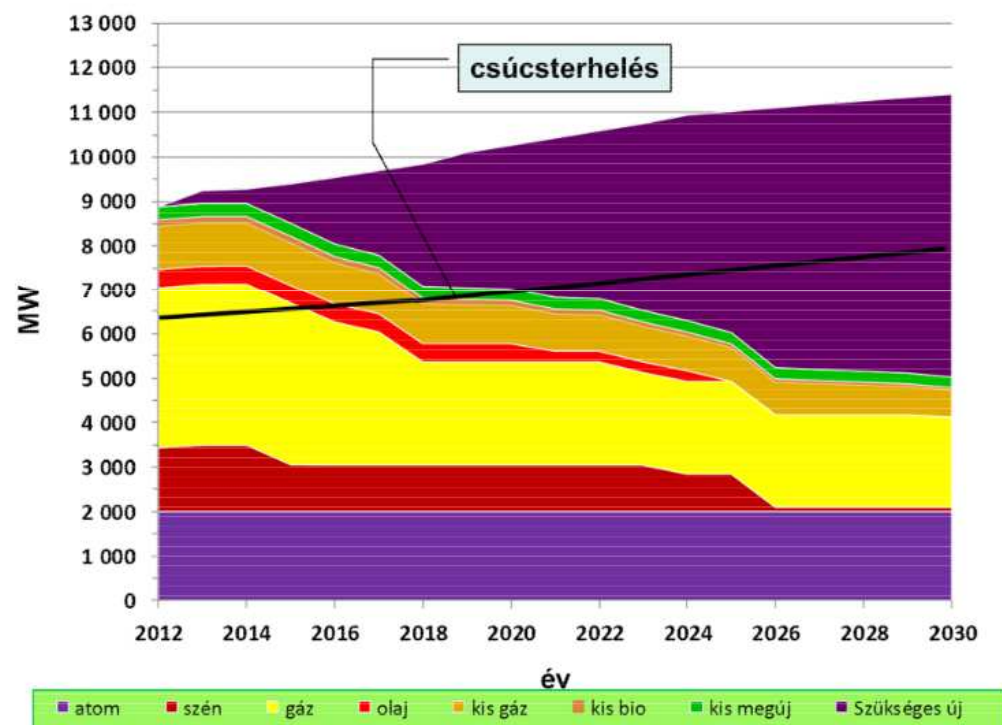
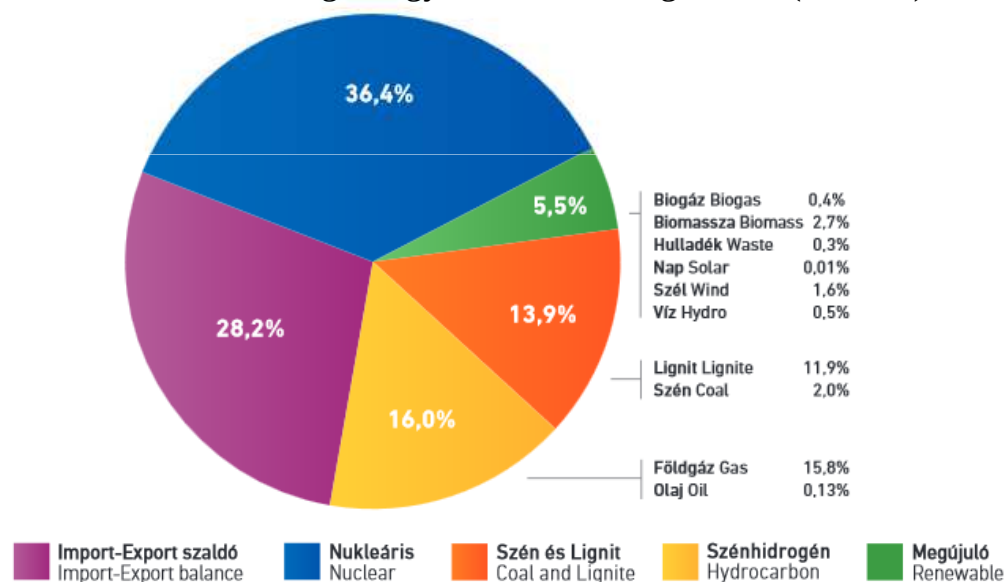
2013. évi villamosenergia-mix	Németország	Magyarország
Szén	44,7%	20,7%
Atomenergia	15,3%	50,7%
Földgáz	10,7%	18,4%
Olaj	1,1%	0,2%
Megújulók	24,0%	9,2%
Hulladék és egyéb	4,1%	0,8%
Összes fosszilis	56,6%	39,3%
Összes CO2-mentes	39,3%	59,9%
CO2-intenzitás (tCO2/MWh)	0,50	0,28

... már most is alacsony CO2-kibocsátású!

A hazai villamosenergia-fogyasztás

- 2013: Teljes bruttó villamosenergia-felhasználás: 42 189,2 GWh
 - Hazai termelés: 30 311,5 GWh
 - Import energia: 11 877,7 GWh
- Várható energiaigény-növekedés: 1,3%/év (később 1%/év)
- 2030-ig kb. 7300 MW új termelő kapacitást kell létesíteni (MAVIR)
 - Ebből 3100-6500 MW-nyi lehet a nagyerőművek kapacitás (pl. atomerőmű), 1600 MW megújuló alapú kiserőmű

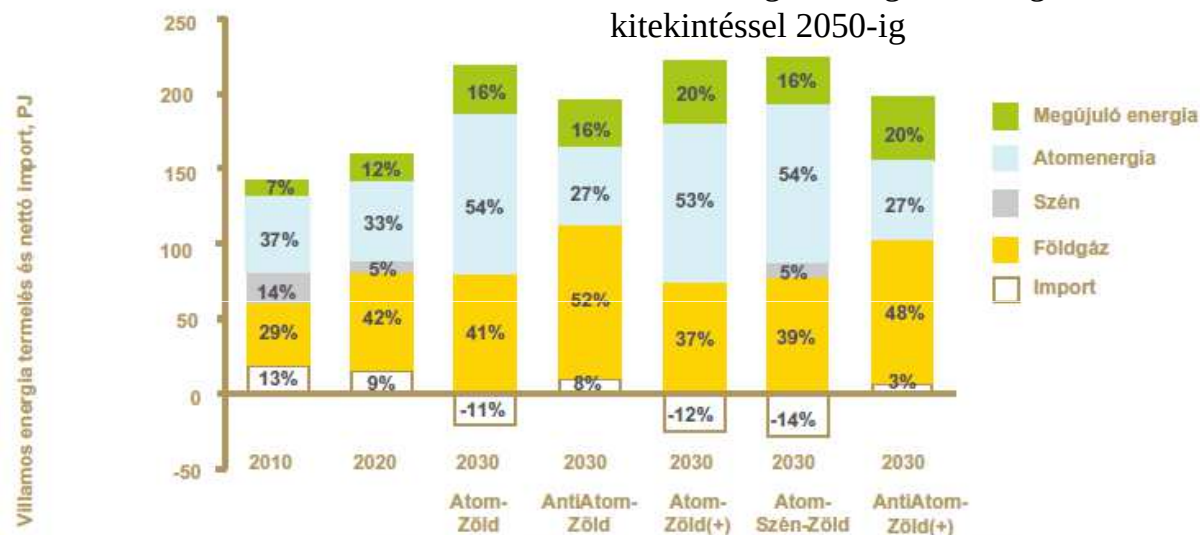
A bruttó villamosenergia-fogyasztás forrásmegoszlása (MAVIR)



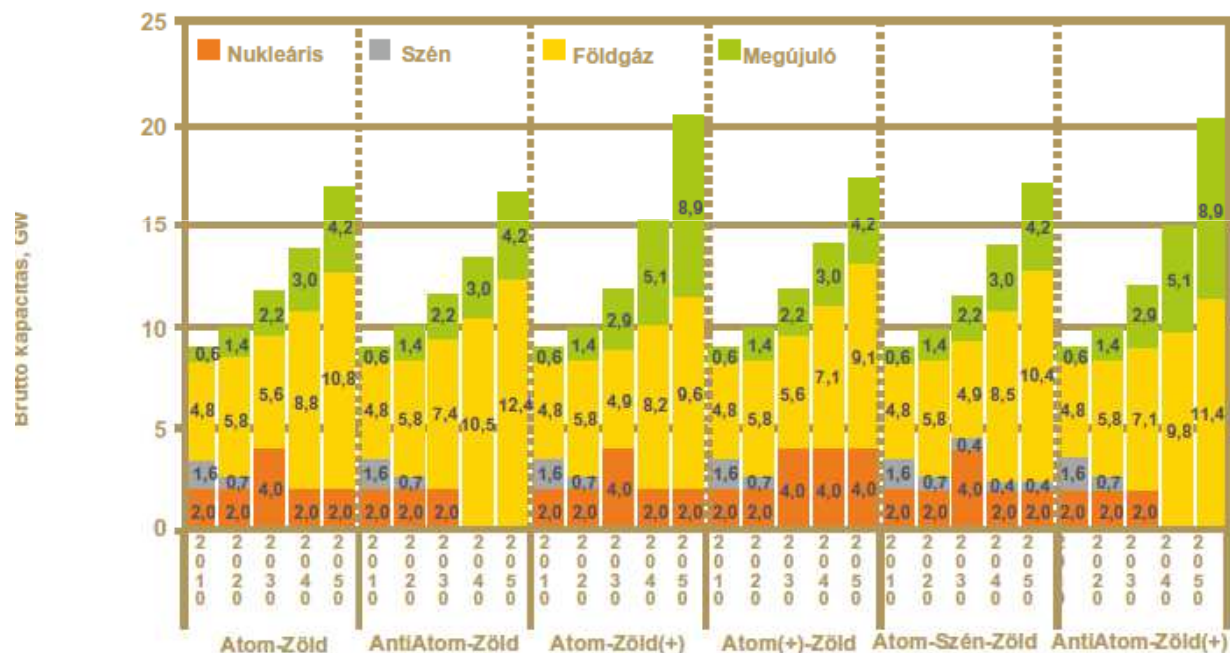
Nemzeti Energiastratégia

- 2030-ig határozza meg a lehetséges energetikai forgatókönyveket
- Villamosenergia-termelés: legrealisabbnak tartott, ezért preferált az Atom-Szén-Zöld forgatókönyv
 - Paksi atomerőmű üzemidő-hosszabbítása
 - Kb. 2000 MW-nyi új atomerőművi kapacitás létesítése 2030-ig
 - Szén alapú termelés szinten tartása
 - Megújuló energia részesedésének növelése (Nemzeti Cselekvési Terv alapján)

Forrás: Nemzeti Energiastratégia 2030-ig, kitekintéssel 2050-ig



21. ábra: Magyarország várható villamosenergia-termelése a különféle energiamixek szerint
Forrás: REKK

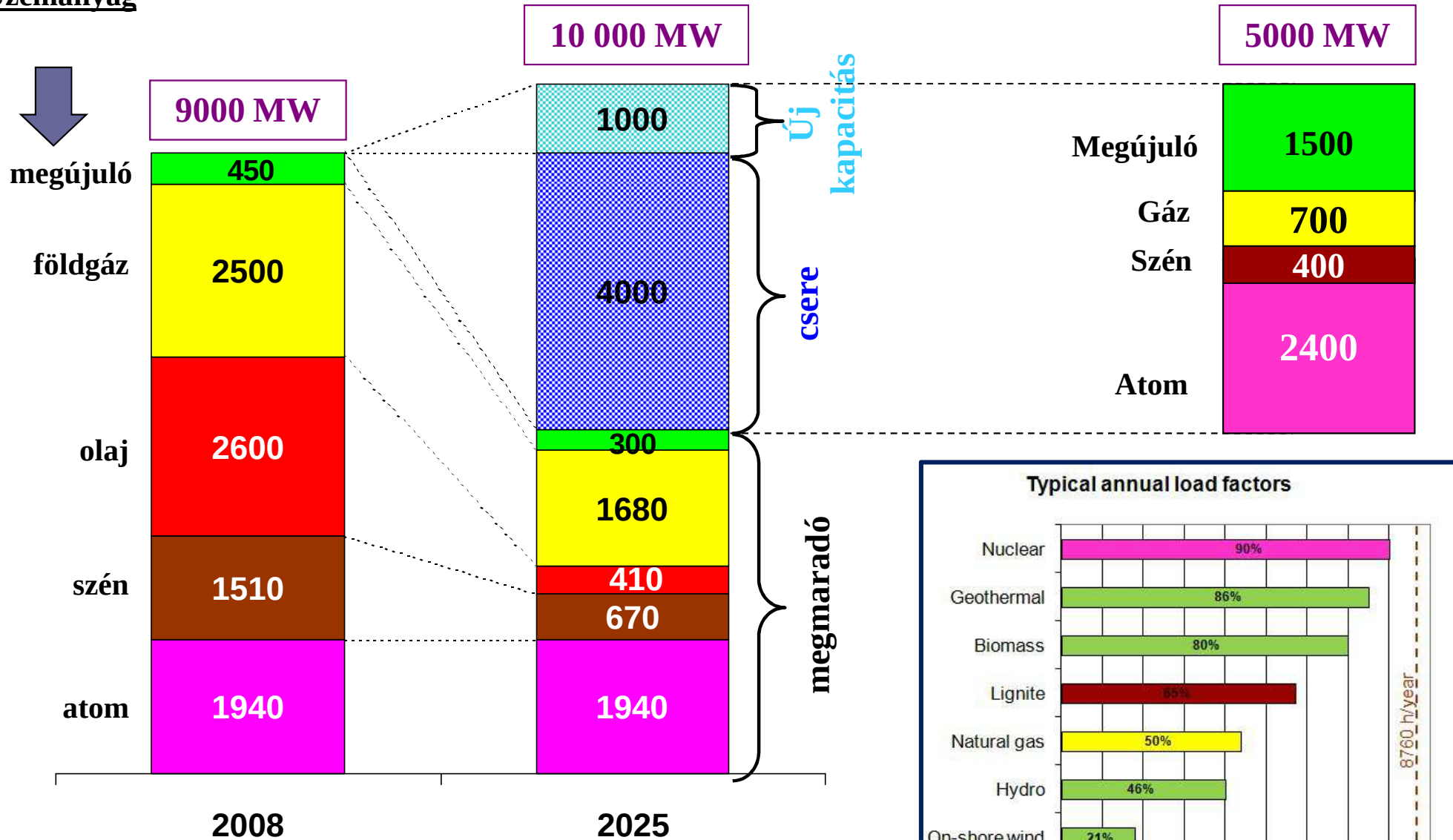


22. ábra: Magyarország várható villamosenergia-termelő kapacitásai a különféle energiamixek szerint
Forrás: REKK

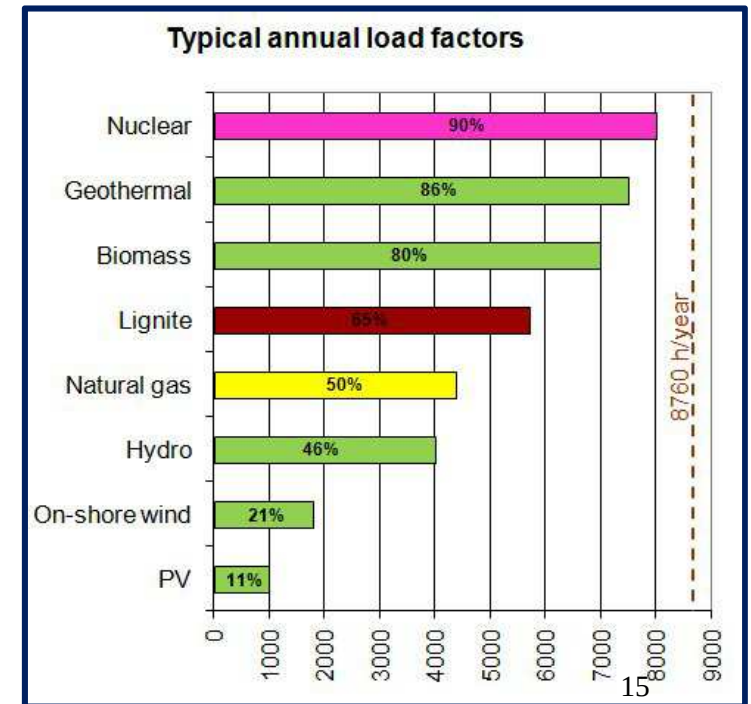
Lehetséges erőműfejlesztések

Lehetséges új kapacitás

Üzemanyag



Source: Tombor Antal, MVM, 2009.

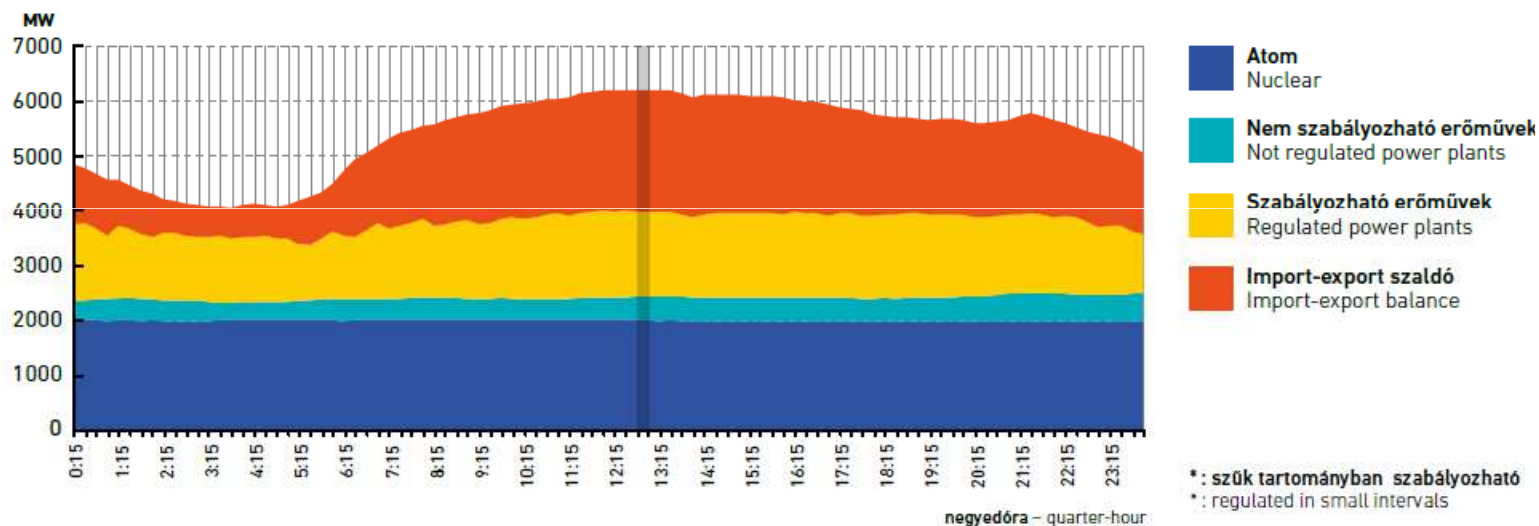


A hazai villamosenergia-igények ellátása

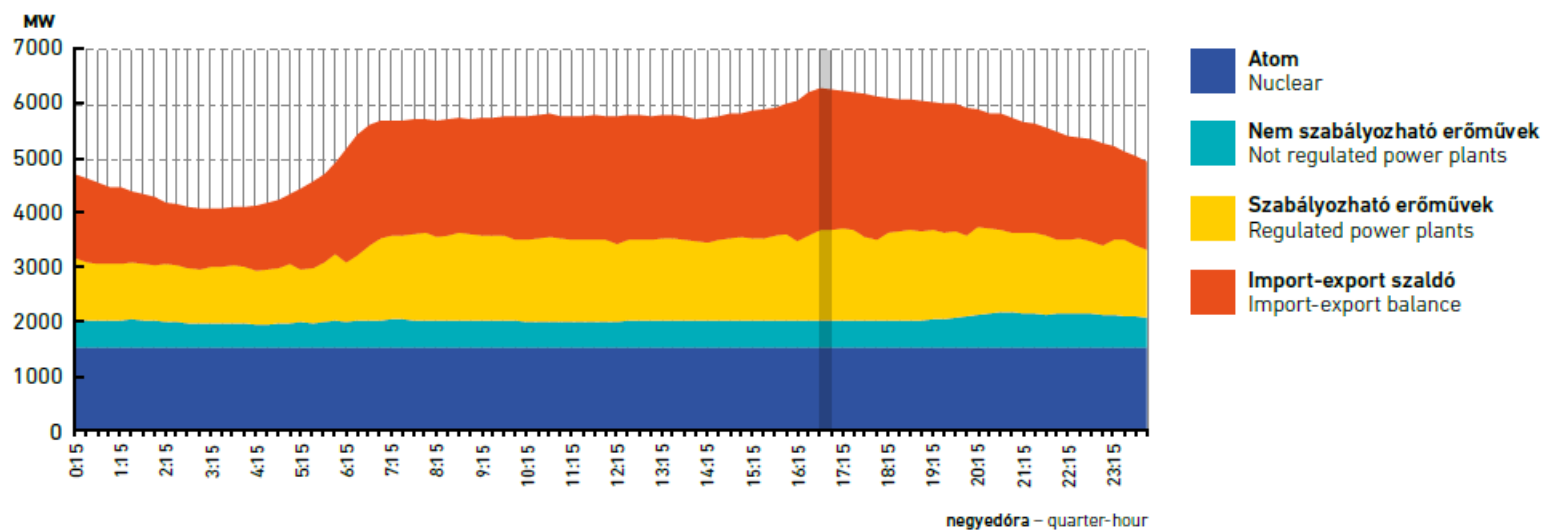
NAPI BRUTTÓ TERHELÉSI GÖRBE NYÁRI MUNKANAPOKON (NYÁRI CSÚCS: 2013. JÚNIUS 20. 13:00, 6193 MW) / DAILY GROSS SYSTEM LOAD ON SUMMER WORKDAYS (SUMMER PEAK LOAD: 20 JUNE, 2013 13:00, 6193 MW)

Hazai bruttó terhelési görbe:

- Atomerőmű mint alaperőmű
- Terhelés követése elsősorban az import változtatásával
- Napi maximum: 6000 MW körül
- Völgyidőszak: 4000 MW körül



NAPI BRUTTÓ TERHELÉSI GÖRBE TÉLI MUNKANAPOKON (TÉLI CSÚCS: 2013. DECEMBER 4. 16:45, 6307 MW) / DAILY GROSS SYSTEM LOAD ON WINTER WORKDAYS (WINTER PEAK LOAD: 4 DECEMBER, 2013 16:45, 6307 MW)

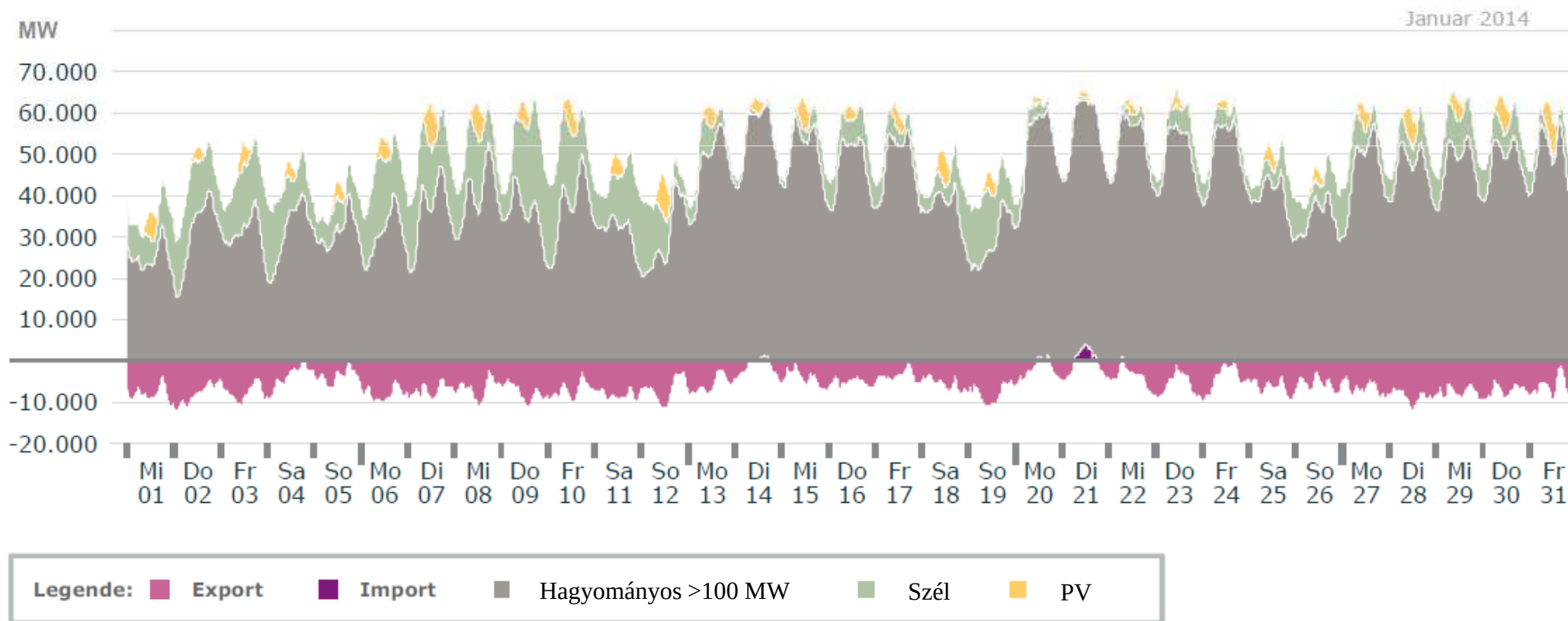


Forrás: VER 2013. évi adatai (MAVIR)

Németország: megújulók kiszabályozása

Forrás: Stromerzeugung aus Solar- und Windenergie im Jahr 2014, Fraunhofer ISE

Tatsächliche Produktion



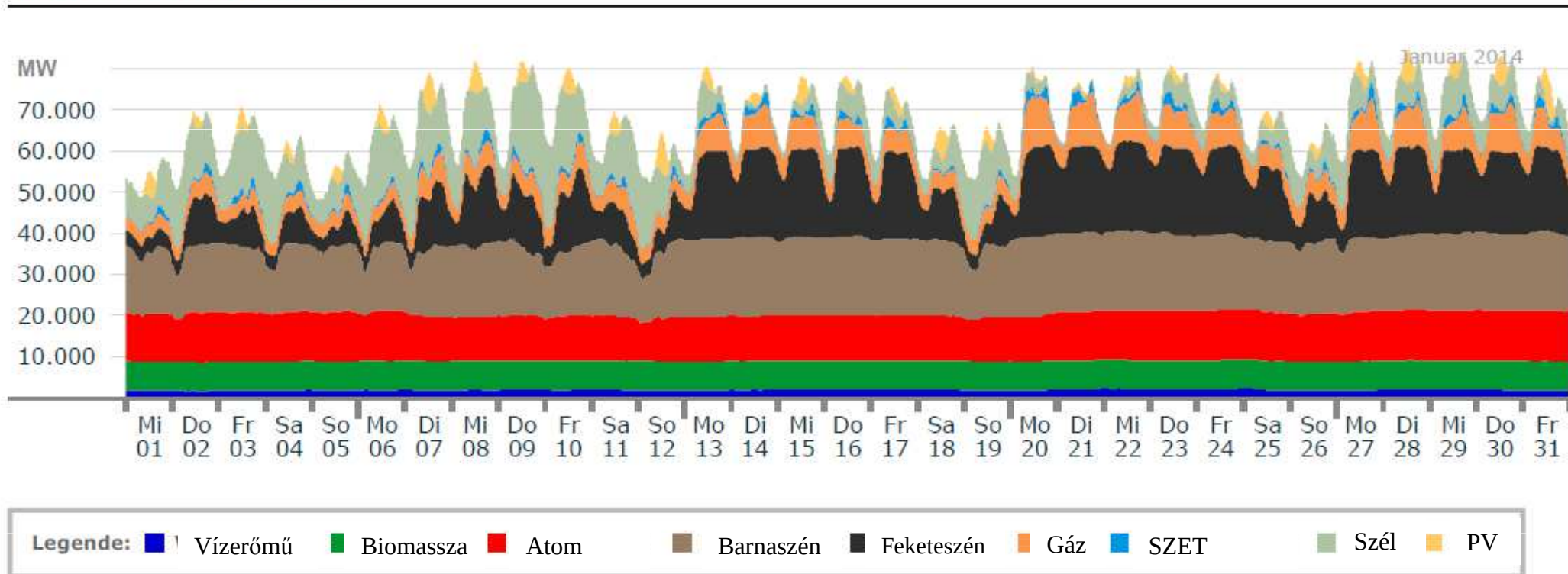
A német villamosenergia-termelés 2014 januárjában

A megújulók ingadozó termelésének kiszabályozását főként a gáztüzelésű, illetve feketeszén-erőművek végzik – és az export!

Németország: megújulók kiszabályozása

Forrás: Stromerzeugung aus Solar- und Windenergie im Jahr 2014, Fraunhofer ISE

Tatsächliche Produktion



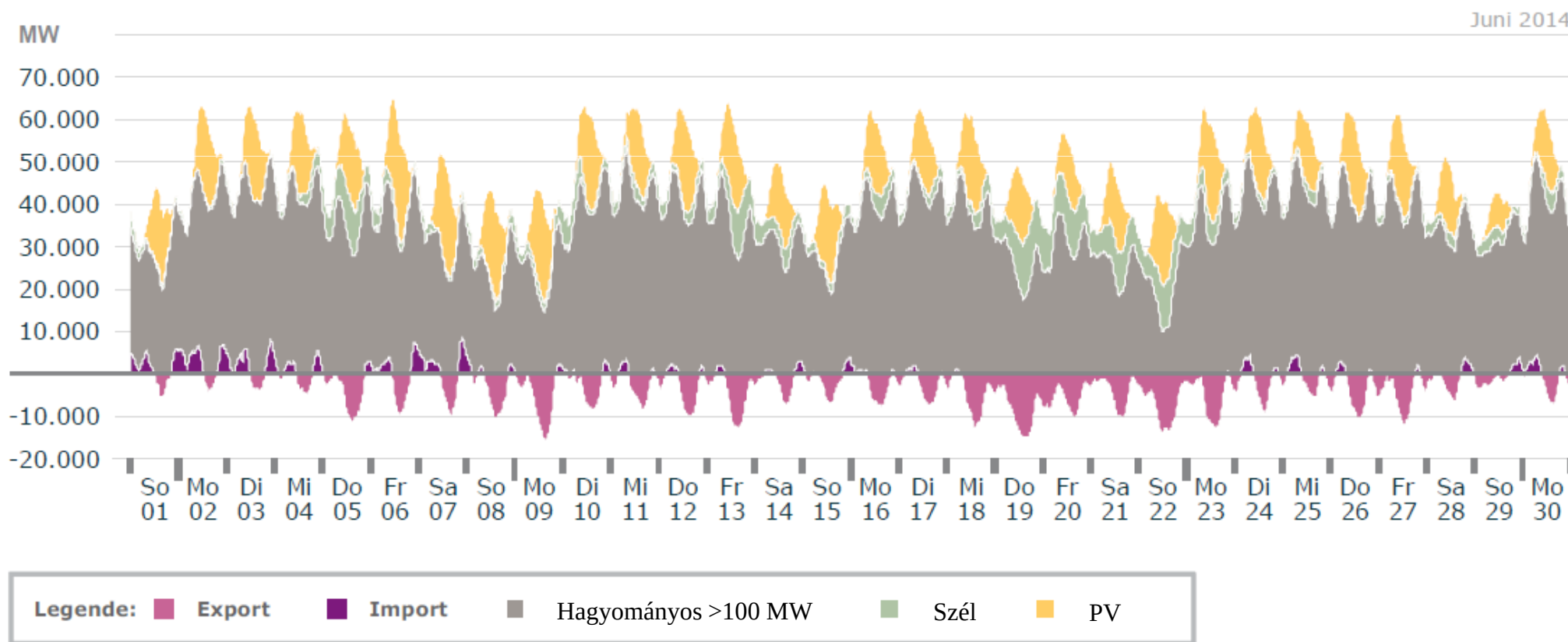
A német villamosenergia-termelés 2014 januárjában

A megújulók ingadozó termelésének kiszabályozását főként a gáztüzelésű, illetve feketeszén-erőművek végzik – és az export!

Németország: megújulók kiszabályozása

Forrás: Stromerzeugung aus Solar- und Windenergie im Jahr 2014, Fraunhofer ISE

Tatsächliche Produktion



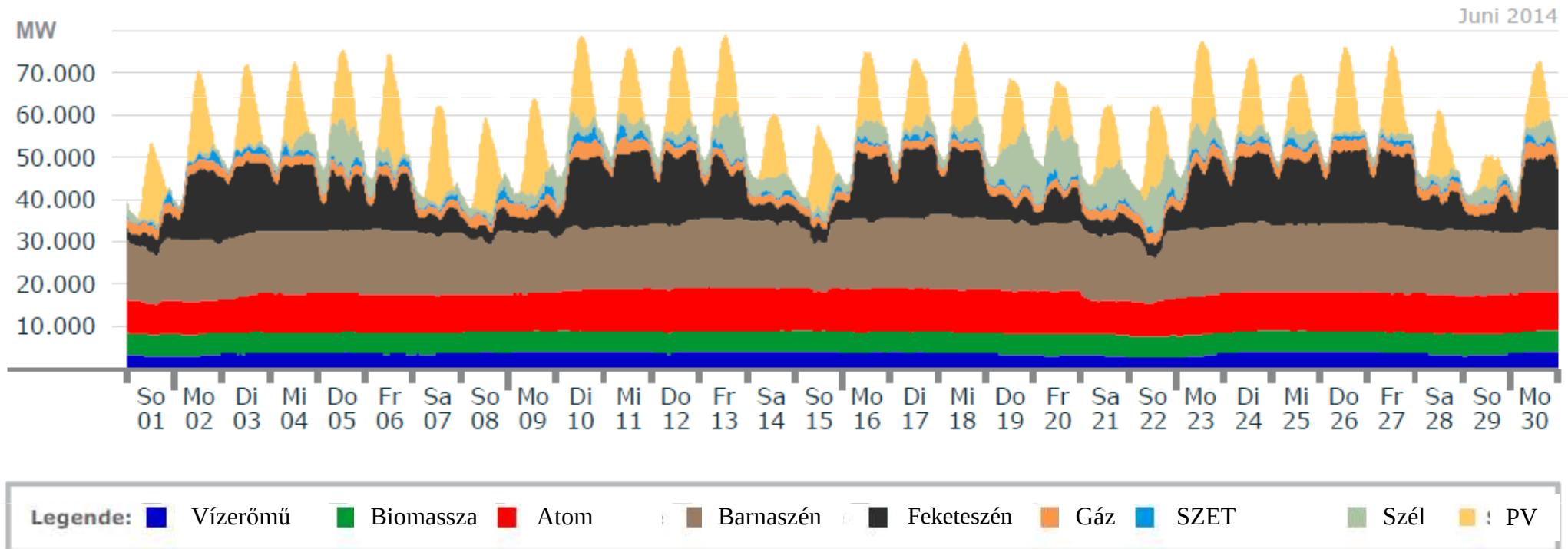
A német villamosenergia-termelés 2014 júniusában

Jól látható a jelentős naperőművi termelés (csekély széllel kombinálva)
A gázerőművek teljesítménye szinte nulla!

Megújulóknak szerepe a jövő villamosenergia-rendszerében

Forrás: Stromerzeugung aus Solar- und Windenergie im Jahr 2014, Fraunhofer ISE

Tatsächliche Produktion



A német villamosenergia-termelés 2014 júniusában

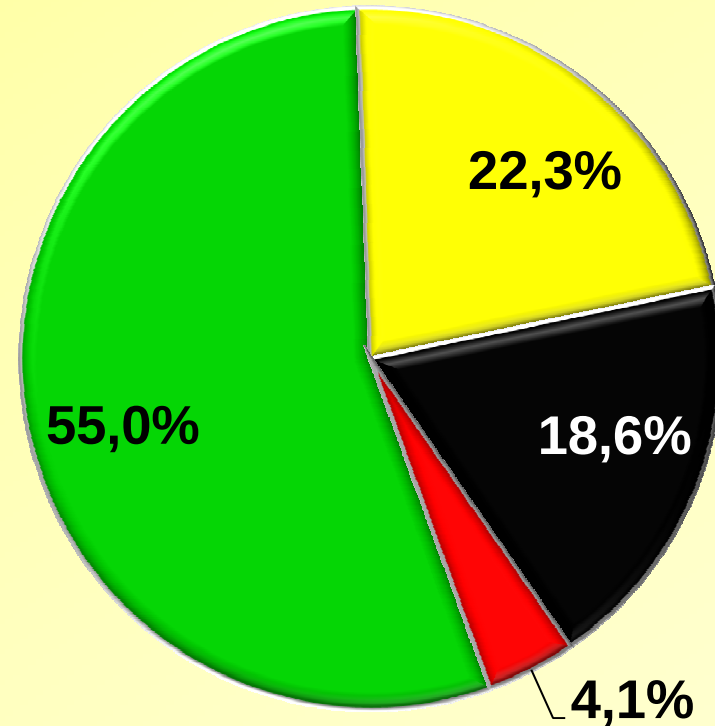
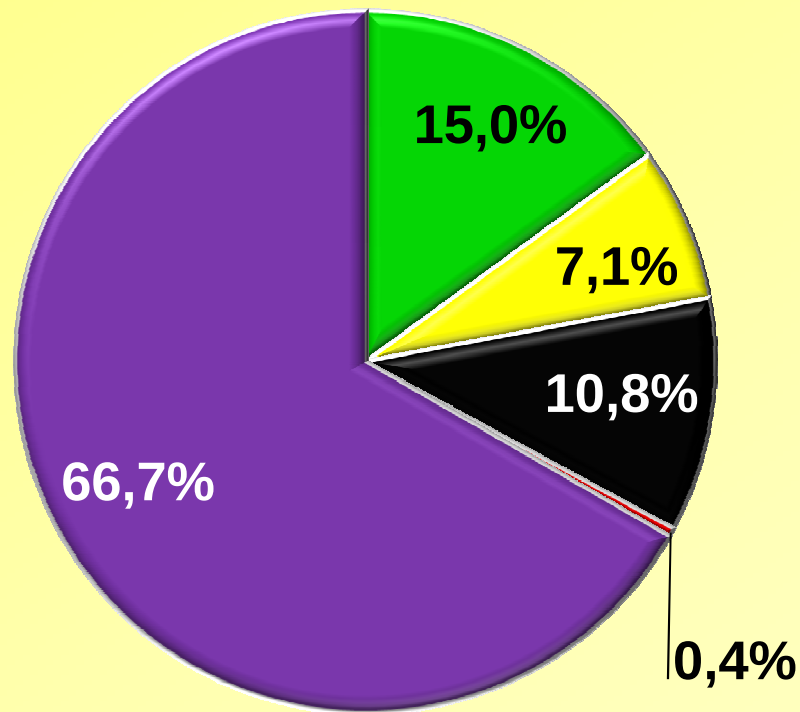
Jól látható a jelentős naperőművi termelés (csekély széllel kombinálva)
A gázerőművek teljesítménye szinte nulla!

A bruttó villamosenergia-termelés összetétele

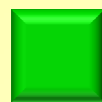
Magyarország

2030

Németország



atom



megújulók



földgáz



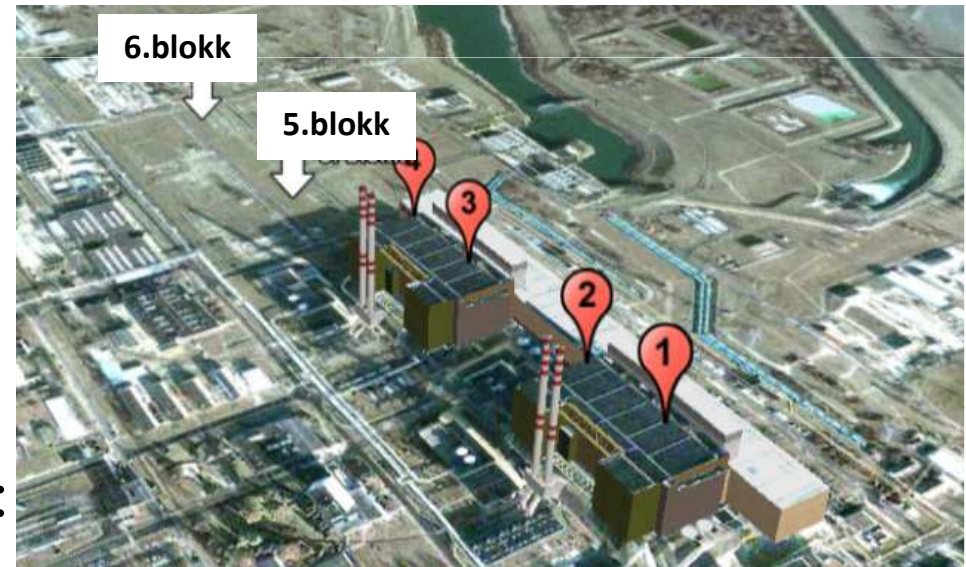
szén



olaj és egyéb

Magyar-oroszk kormányközi egyezmény

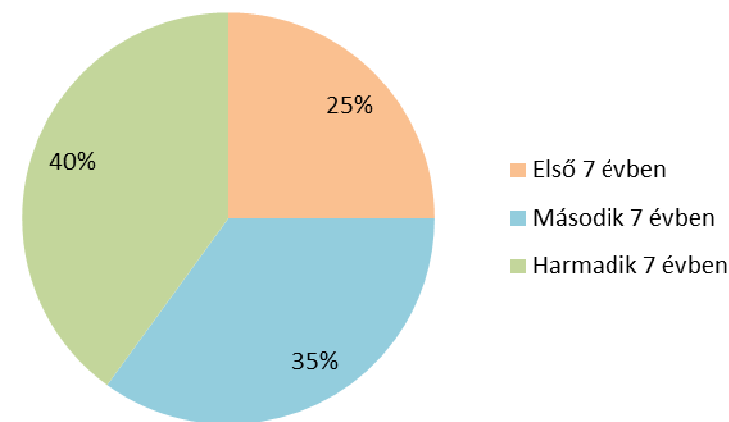
- 2014. január 14: magyar-oroszk államközi egyezmény
- A Roszatom két új, egyenként 1200 MW-os atomerőművi blokkot építhet Pakson
- Az orosz fél a beruházási költségek 80%-át biztosítja államközi hitel segítségével
- Az egyezmény kulcseleme a 40%-os lokalizációs szint célkitűzése
- Az orosz fél a tervezésben (dokumentáció, előzetes biztonsági jelentés), építés kivitelezésben, üzembe helyezésben, oktatásban segít
- A nukleáris üzemanyaggal kapcsolatban:
 - Az orosz fél szállítja az üzemanyagot az első 20 évben.
 - Kiegészítő üzemanyag ideiglenes tárolása és/vagy reprocesszálása Oroszországban lehetséges.
 - A kiegészítő üzemanyag vagy a reprocesszálási maradék visszakerül Magyarországra.



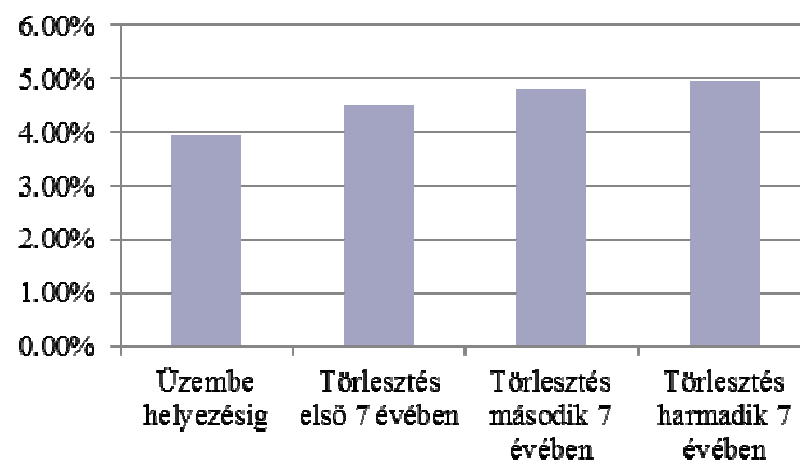
Az új blokkok telephelye

Finanszírozás

- A finanszírozásról külön orosz-magyar kormányközi egyezmény
- Oroszország max. 10 milliárd euró állami hitelt nyújt a beruházáshoz (80%), 20%-ot a magyar fél biztosít
- A hitel 2014-2025 között áll rendelkezésre
- Törlesztés:
 - Az első blokk üzemének kezdetekor, de legkésőbb 2026. március 15-én kezdődik
 - Évente kétszer
 - A törlesztési időszak 21 év, változó törlesztési összegekkel 3*7 évre
 - Lépcsős kamatozás 3,95%-tól 4,95%-ig
- $LCOE = 50 - 55 \text{ EUR/MWh}$



A visszafizetendő részletek (fent) és a kamatlábak alakulása (lent)



Paks2 költségelemzése

Számítások peremfeltételei:

- Hitelkamat: 5%
- Infláció: 2%
- Éves csúcskihasználási tényező: 94%
- Beépített teljesítmény: $2 * 1085 \text{ MW}$
- $1\text{€} = 300 \text{ Ft}$
- Építési idő: 9 év
- Hitel visszafizetési időszak: 21 év
- Üzemanyag-költség: 2 Ft/kWh
- Befizetés a Központi Nukleáris Pénzügyi Alapba (felhalmozás leszerelésre, hulladékkezelésre, a hulladékok végső elhelyezésére): 2 Ft/kWh
- TMK a beruházási költség arányában: 2.5%

Forrás: Fraunhofer ISE, 2013. Nov

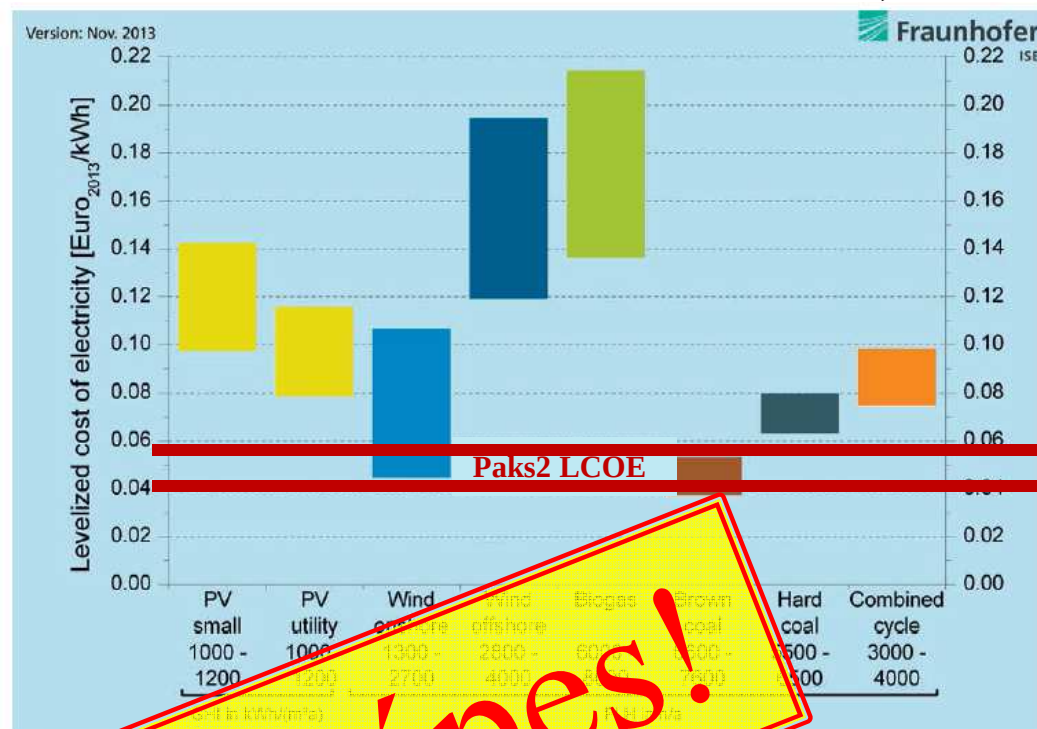


Figure 6-1: LCOE of renewable energy technologies (average) and fossil fuels at locations in Germany in 2013. The value under the technology refers to the case of PV utility (1000 - 1200 MW) and wind offshore (2800 - 4000 MW). In the case of other technologies it reflects the number of FLH of the power plant per year. Specific investment costs are given in Table 3-1. Additional assumptions are presented in Table 3-2.

CAPEX		LCOE (60 év üzemidő)	
Mrd €	€/kW	€/MWh	Ft/kWh
10.0	4 600	47.04	14.11
12.5	5 760	56.15	16.84

Megvalósítási megállapodások

- 2014. december 9-én az MVM Paks II. Atomerőmű Fejlesztő Zrt. és az orosz Joint-Stock Company Nizhny Novgorod Engineering Company Atomenergoproekt aláírta az új blokkokra vonatkozó három megvalósítási megállapodást
- A szerződések az
 - új blokkok tervezési, beszerzési és kivitelezési paramétereit (EPC szerződés),
 - az üzemeltetési és karbantartási támogatással kapcsolatos feltételeket,
 - valamint az üzemanyag-ellátás és a kiegészítő fűtőelemek kezelésének és tárolásának részleteit rögzítik.

A megvalósítási szerződések
aláírásának bejelentése



**Kit takar a Joint-Stock
Company Nizhny Novgorod
Engineering Company
Atomenergoproekt?**

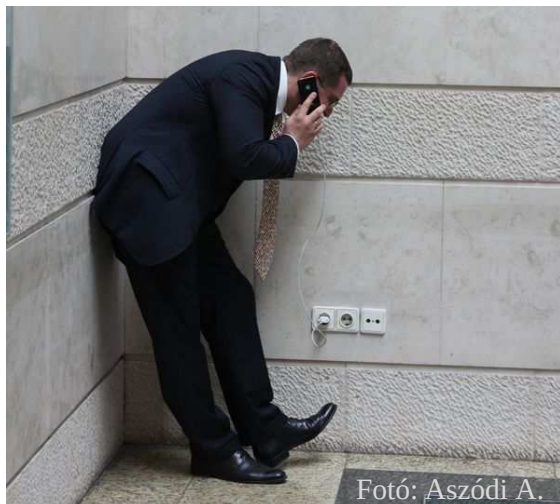
Az intézet 1951-ben alakult a Tyeploenergoprojekt-en belül, 2007 óta JSC NIAEP néven.

A Roszatom leányvállalata, feladata atomerőmű-építési projektekben szolgáltatások végzése (felmérések, tervezés, építési munkák irányítása, beszerzés, építészeti felügyelet, üzembe helyezés előkészítése, mérnöki szolgáltatások).

A JSC NIAEP irányítása alatt épül pl. a Rosztov-4 blokk, részt vesz több orosz és külföldi erőmű építésében is.

Ellátásbiztonság vs. függés

Ellátásbiztonsági szempontból óriási különbség van áram, gáz vagy hasadóanyag importja között.



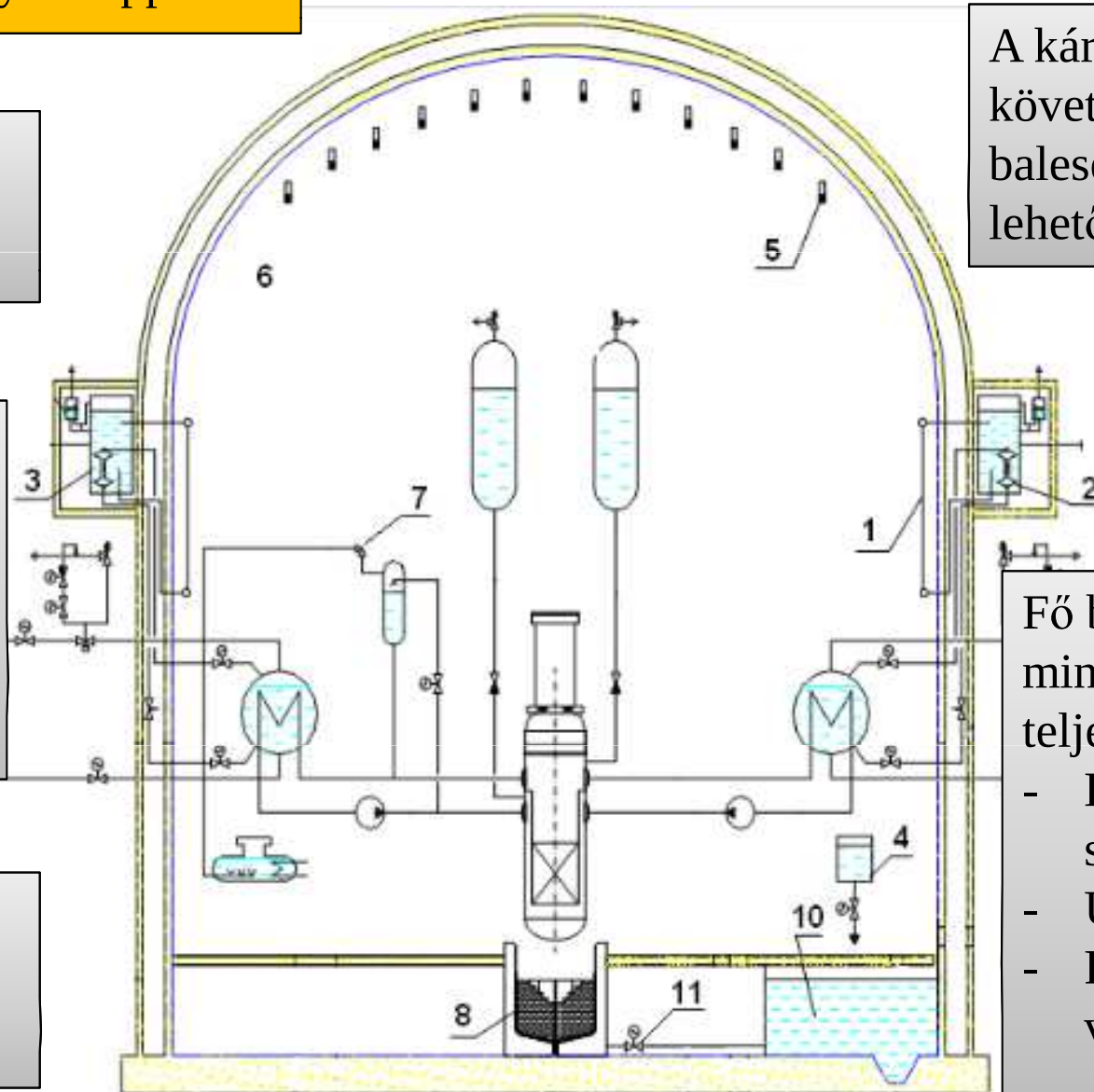
Milyen reaktort akar a magyar fél?

11 600 követelmény! – App.1.1.

Fő prioritás a nukleáris biztonság!

A típusnak meg kell felelnie a hazai követelményeknek (NBSZ) és a nemzetközi ajánlásoknak

Fukushimai tapasztalatok figyelembevétele!



A káros következményekkel járó balesetek valószínűsége a lehető legkisebb legyen

Fő biztonsági funkciók minden üzemi állapotra teljesüljenek:

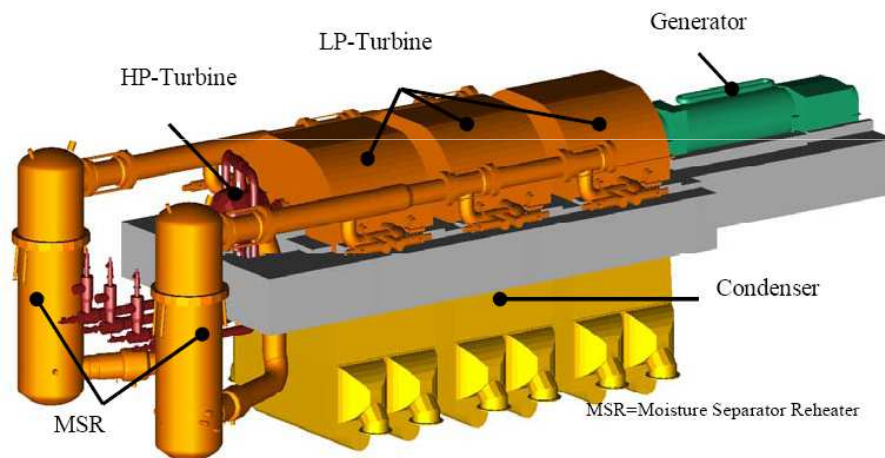
- Láncreakció szabályozása
- Üzemanyag hűtése
- Radioaktivitás visszatartása

Követelményeink

	Követelmények száma (magyar ID) a magyar Műszaki Specifikációban	
Főkövetelmény összes	7408	100%
(N) Neutral (feltételezések, állítások és magyarázatok)	730	10%
(L) Legal (magyar jogszabályok, kormányhatározatok, törvények)	1534	21%
(T) Technical (nemzetközi és magyar szabványokon és tapasztalatokon alapulva)	5144	69%
EUR	2583	50%
NAÜ	427	8%
WENRA	24	1%
Egyéb magyar jogi követelmény és nemzetközi, magyar szabványok	2110	41%

Nyitott kérdések – turbógenerátor

- Turbógenerátor gépcsoport beszállítója?
- Mindenképpen 1500 rpm turbina
- Reális európai lehetőségek:
 - Alstom Arabelle turbina
 - Siemens SST5-9000 turbina



A Siemens (balra) és az Alstom (jobbra) turbinája

Nyitott kérdések - I&C, HMI

Corys, FL-3



Tianwan, Foto: AA

Engedélyezés

Párhuzamosan zajlik a
környezetvédelmi engedélyezés
telephely-engedélyezés.

Összesen mintegy 6500 engedély!



Tianwan atomerőmű, Kína, 2015. március
Fotó: Aszódi A.

Telephely-vizsgálati és értékelési engedély

Környezetvédelmi engedély

Telephelyengedély

Létesítési engedély (OAH, MEKH)

Építési engedélyek

Gyártási és beszerzési engedélyek

Szerelési engedélyek

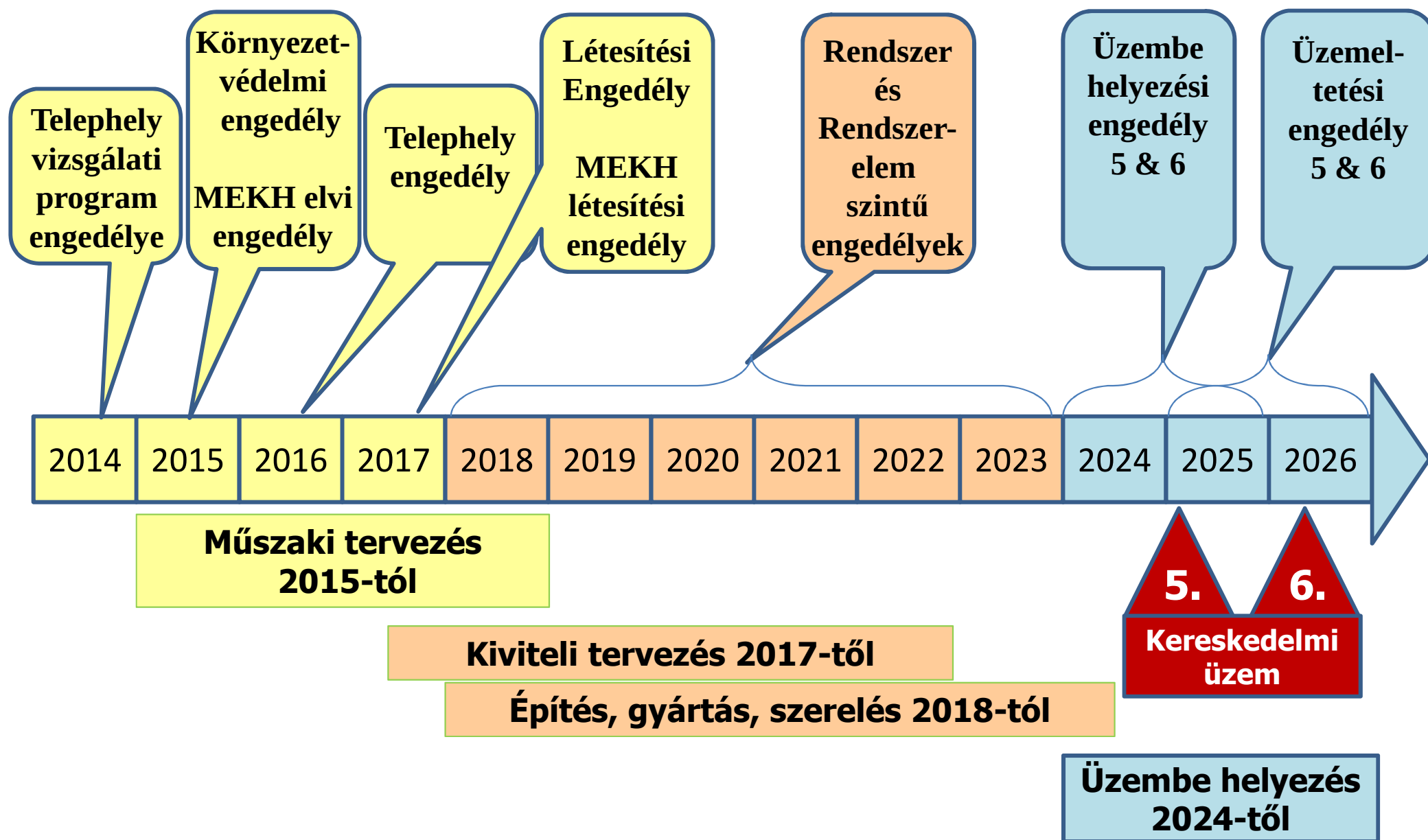
Üzembe helyezési engedély

Üzemeltetési engedély

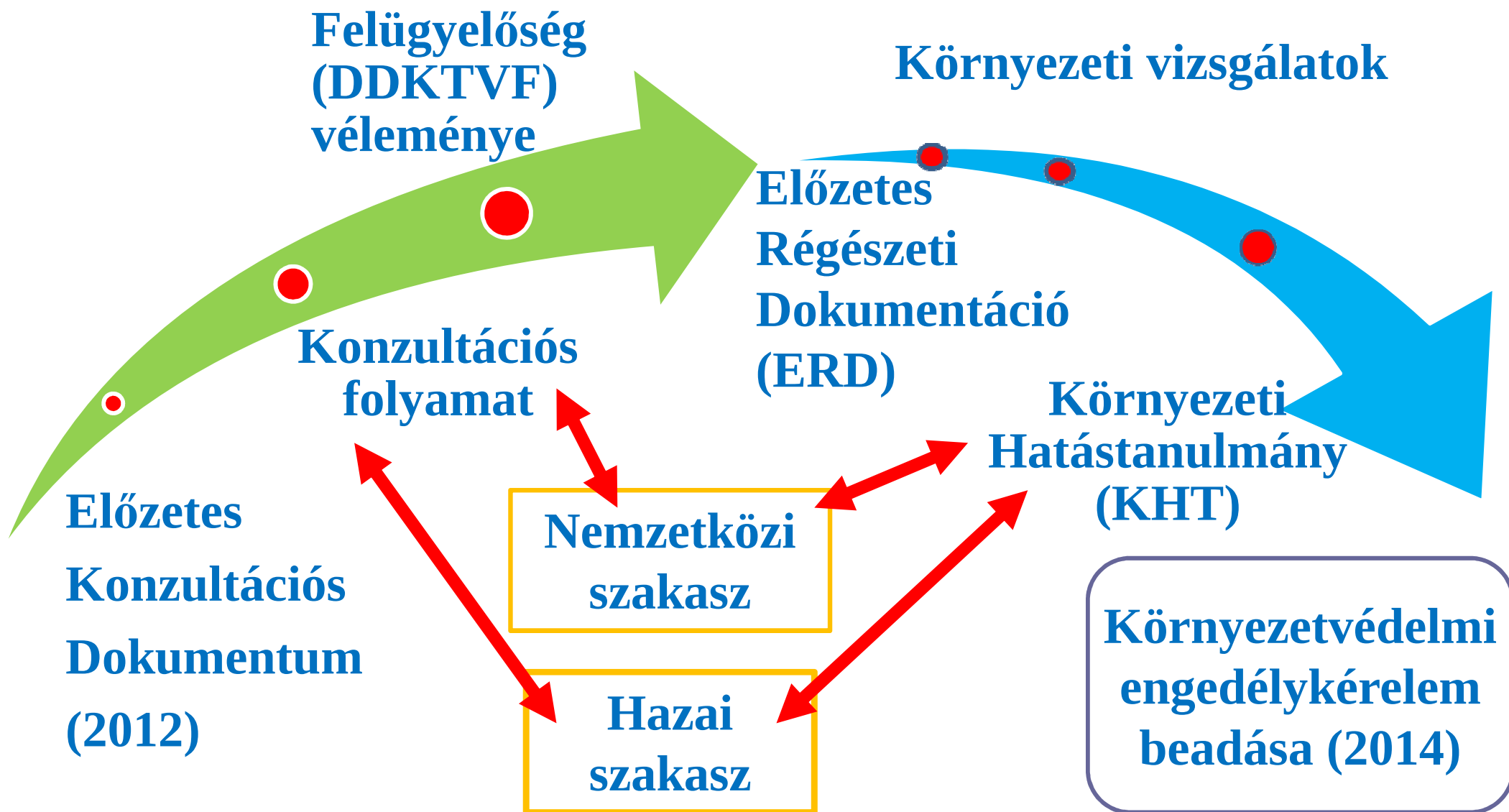
Végleges leállítási engedély

Leszerelési engedély

Tervezett ütemterv a Paks-2 projekthez



Környezetvédelmi engedélyezés - áttekintés



Környezeti hatástanulmány (KHT)

- Az előzetes konzultációs dokumentációt (EKD) 2012. végén benyújtották a hatóságnak
- KHT benyújtva: 2014.12.19.
- A teljes KHT elérhető az mvmpaks2.hu oldalon!
- Milyen környezeti hatások várhatóak az új blokkoktól?
 - Az építés során: zajterhelés, levegőszennyezés, rezgések
 - Üzemelés során: hőterhelés normál üzemi radioaktív kibocsátás (üzemzavari, baleseti kibocsátást is vizsgálni kell)
- KHT fő eredménye: nem várható a hatósági korlátokon kívüli jelentős környezeti hatás sem az építés, sem az üzemelés során



KHT fő részei:

- a beruházás alapinformációi (telephely, hűtés, műszaki jellemzők stb.);
- az új blokkok környezeti hatásai;
- a Duna hőterhelésének és vízminőségének vizsgálata;
- földtani vizsgálat;
- levegő vizsgálatok;
- zaj-, és rezgésterhelés vizsgálatok;
- radioaktív hulladékok vizsgálata;
- az élővilág és az ökoszisztéma vizsgálata;
- környezeti sugárzások, a lakosság sugárterhelésének vizsgálata;
- a beruházás társadalmi-gazdasági hatásainak vizsgálata.