



SZIVATTYÚS ENERGIATÁROZÓ



Magyaroszágon

Energiapolitika 2000 Társaság – 2009. 05. 11



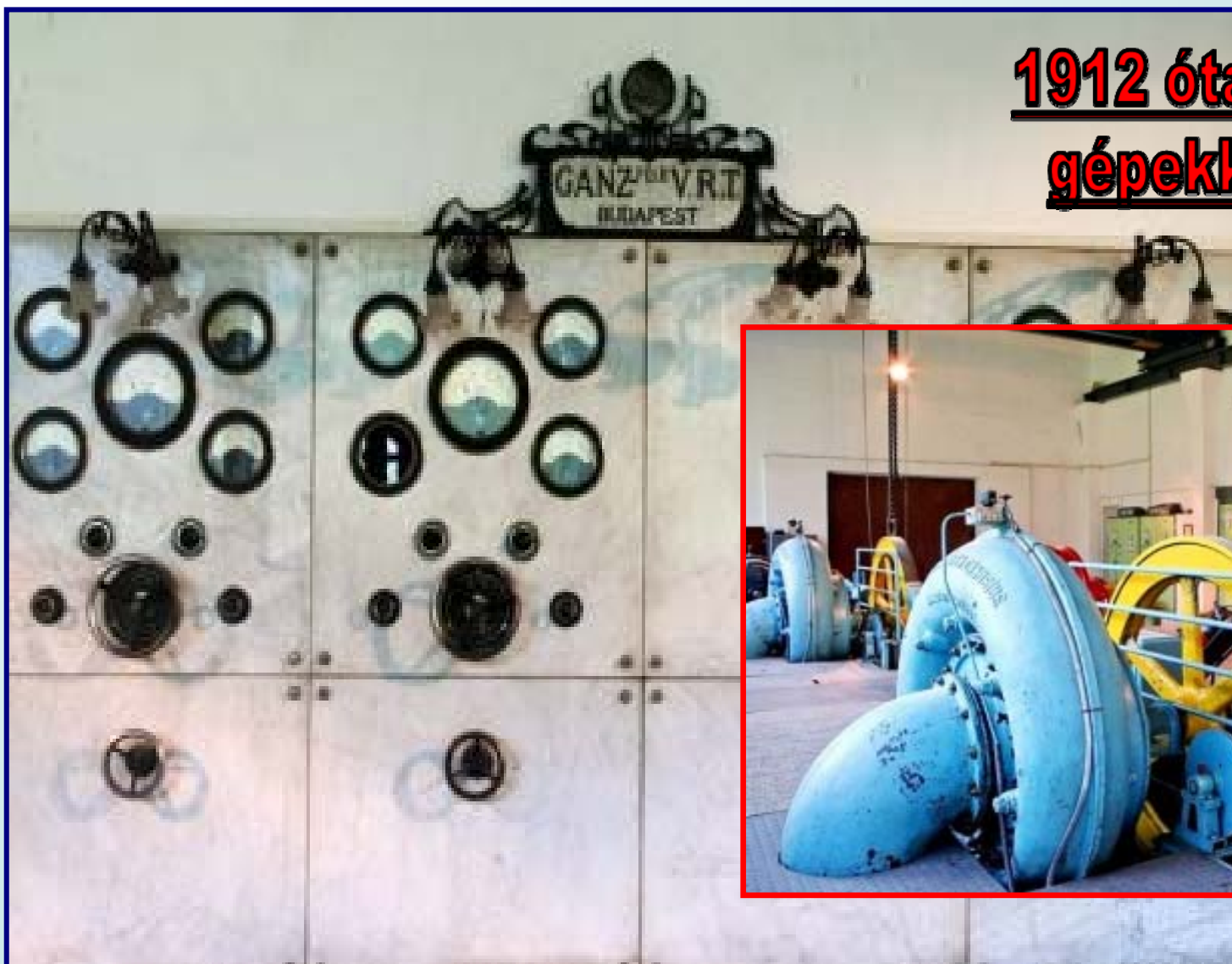
Történeti áttekintés

- ❖ Az első kereskedelmi célú szivattyús energia tározó 1879 –ben létesült. **Több mint 100 év gyakorlat** eredménye a mai eszközpark.
- ❖ Jelenleg **több mint 300** erőmű üzemel, a **technológia kiforrott.**
- ❖ Nagy erőművek létesültek, az erőmű teljesítmények nagysága meghaladja az 1500-2000 MW –ot.
- ❖ **Magyarországon az első szivattyús energia-tározó 1912 –ben került üzembe. Az ilyen irányú gondolkodás Magyarországon is több mint 100 éves.**
- ❖ A mindenkori funkciók a villamos energia rendszer fejlődésének szakaszaiban jelentkező igényekhez illeszkedtek. Ma a rendszer **dinamika biztosítása** vált döntő jelentőségűvé.



Magyarország első szivattyús energiatározója

**1912 óta az eredeti
gépekkel üzemel**





A szivattyús energiatároló működési elve

**Az alapelv: a
többlet villamos
energia tárolása
és a rendszer
igények szerinti
visszaadása.**

**A tárolási ciklus
ismétlődhet napi,
heti, szezonális,
illetve perces vagy
órás bázison - a
szükséges
dinamikával.**



A szivattyús energiatároló funkcióinak változása

A hagyományos funkció

A hagyományos üzemű szivattyús energiatároló felveszi és tárolja a kisterhelésű időszakban termelt villamos energiát és csúcsidőben adja vissza. A terhelés kiegyenlítése csökkenti a rendszer szabályozási igényt.

Dinamikus rendszer eszköz

Az utóbbi évtizedekben a szivattyús energiatároló a frekvencia szabályozás és a gyorsreagálású tartalék biztosítás hatékony eszközévé vált.



A szivattyús energiatárolók jelenlegi funkciója

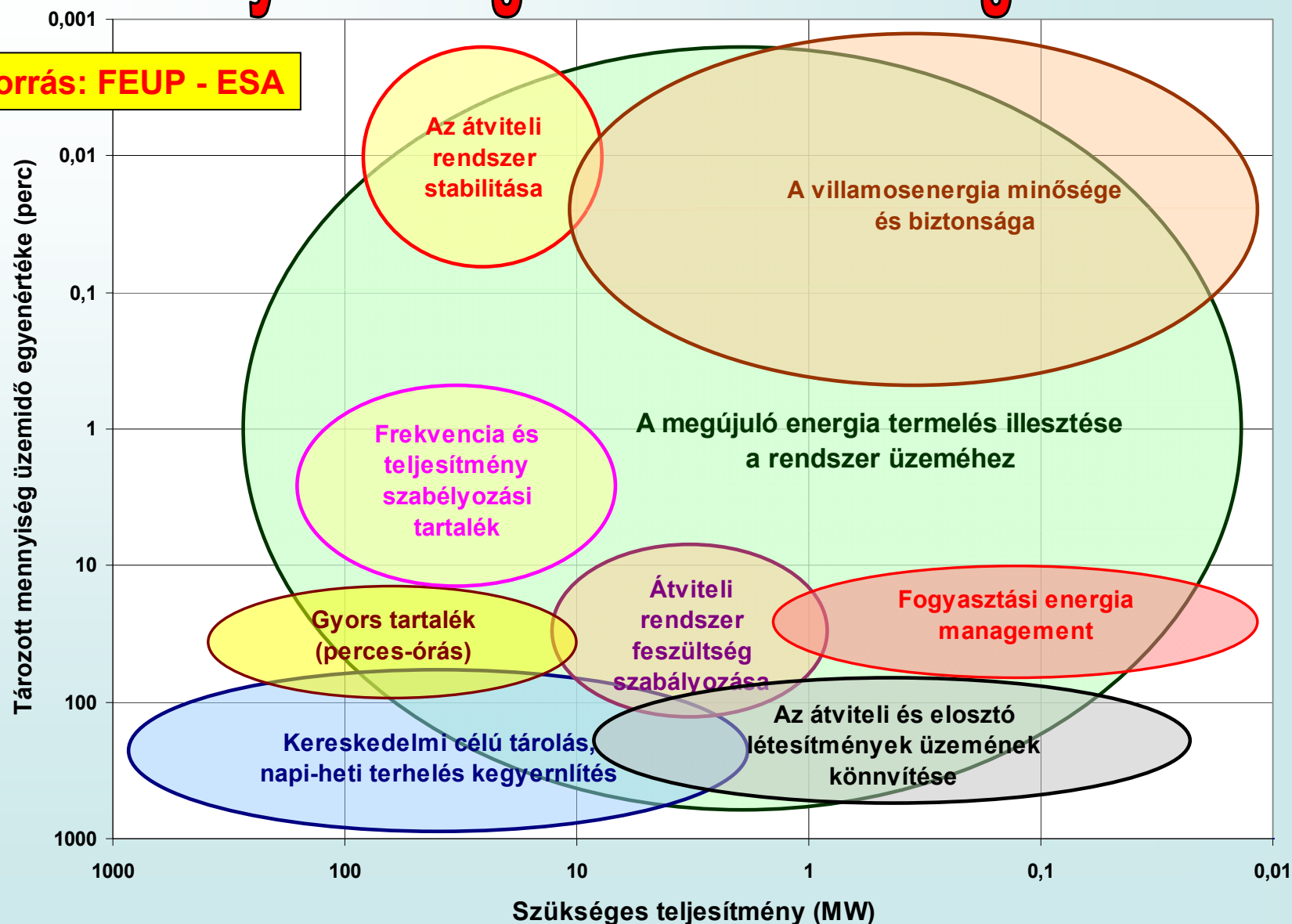
A szivattyús energiatárolók átfogó és kifinomult készlet gazdálkodási eszközzé váltak. A szivattyús energiatároló projektek hatékony dinamikus eszközök, melyekkel a rendszerek a modern társadalom villamos energia igényét megfelelően magas minőséggel biztosíthatják, versenyképesen megfelelvén a piaci környezet kihívásainak.

Source: HRW – First Hydro Co.



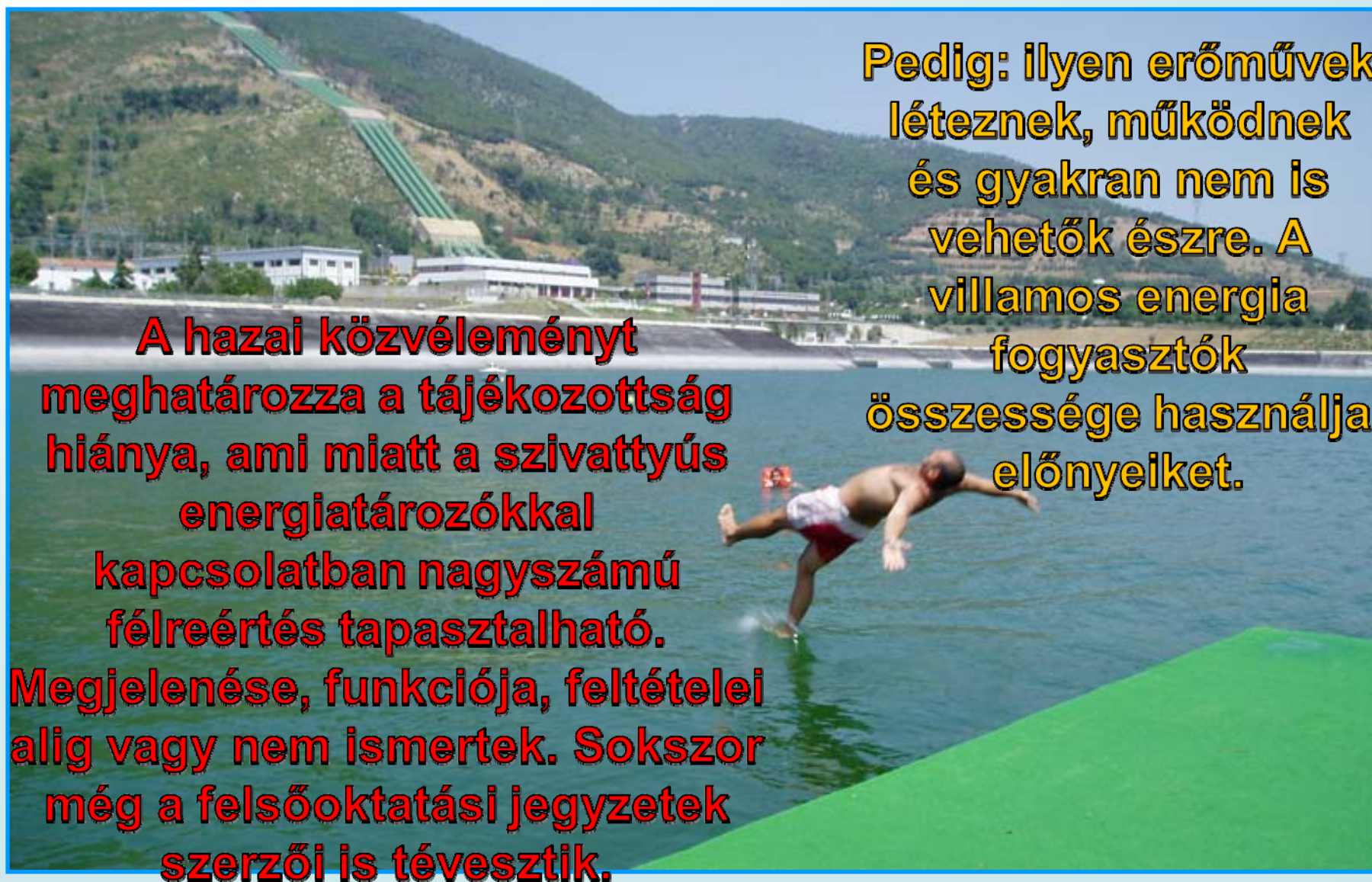
A szivattyús energiatároló lehetséges funkciói

Forrás: FEUP - ESA





A magyar közvélemény alakulása



A hazai közvéleményt meghatározza a tájékozottság hiánya, ami miatt a szivattyús energiatárolókkal kapcsolatban nagyszámú félreértés tapasztalható.

Megjelenése, funkciója, feltételei alig vagy nem ismertek. Sokszor még a felsőoktatási jegyzetek szerzői is tévesztik.

Pedig: ilyen erőművek léteznek, működnek és gyakran nem is vehetők észre. A villamos energia fogyasztók összessége használja előnyeiket.



A fő létesítmény részek





A létesítménnyel szembeni félelmek



Vízisport egy
1000 MW-os
erőműnél

Az Enel
Presenzano
erőműve



**Más évszakban
és más éghajlati
adottságoknál a
turizmus
fejlesztésének
lehetősége
adott.**





A nemzetközi gyakorlat

A nemzetközi gyakorlatban megvalósult több mint 300 erőmű és a több mint 100 év üzemi tapasztalat egyértelműen megmutatják az eredményes megvalósítás fő irányát.



A Vattenfall Goldistahl erőművének irányjelzői



A létesítési döntés alapfeltételei





A SZET szükségessége

- A megváltozott körülmények, a piacnyitás, a megújuló energia és a kötelező átvétel növekedés miatt a rendszer merevvé vált.
- A szabályozásra eddig használt erőművek a merevség miatt kiszorultak a rendszer üzeméből.
- A szabályozási igény nőtt de a piacon kínálati szinten sem áll rendelkezésre szekunder szabályozás, mert nincs gyors szabályozásra alkalmas nagyerőmű.
- A megújuló forrás hasznosítás növelésének szükséges előfeltétele a kellően rugalmas rendszer.
- Új alaperőmű belépéséhez azok magas évi kihasználását és közel állandó terhelését kellene biztosítani.

A szivattyús energiatároló belépésének vizsgálata szükséges.

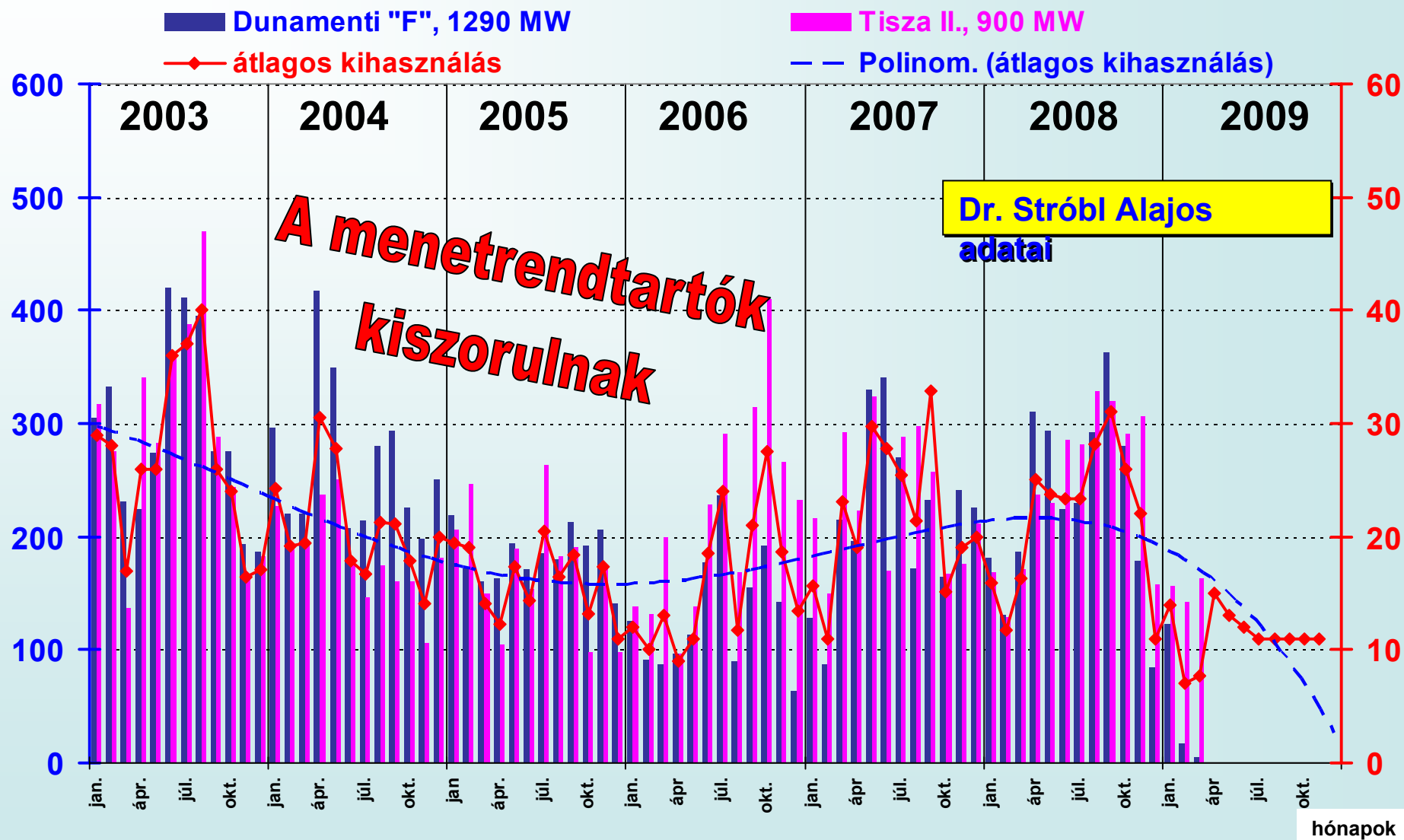


A jelenlegi gyakorlat nehézségei

- A szabályozást alaperőmű céljára épült berendezések végzik – nem arra a létesültek.
- A magyar rendszerben nincs korszerű szabályozó erőmű – a terhelésváltás sebessége lassú.
- A rendszer terhelési minimumok az üzemelő blokkok terhelés csökkentésével követhetők – alacsony hatások.
- A leállítás és újraindítás többlet tüzelőanyag – magas indítási szám, fokozott elhasználódás.
- A szabályozásra használt erőművi blokkok 30-40 évesek, nem biztosítanak hosszú-távú megoldást.
- Az alacsony önköltségű termelés visszafogása a magas költségű átvétel érdekében.

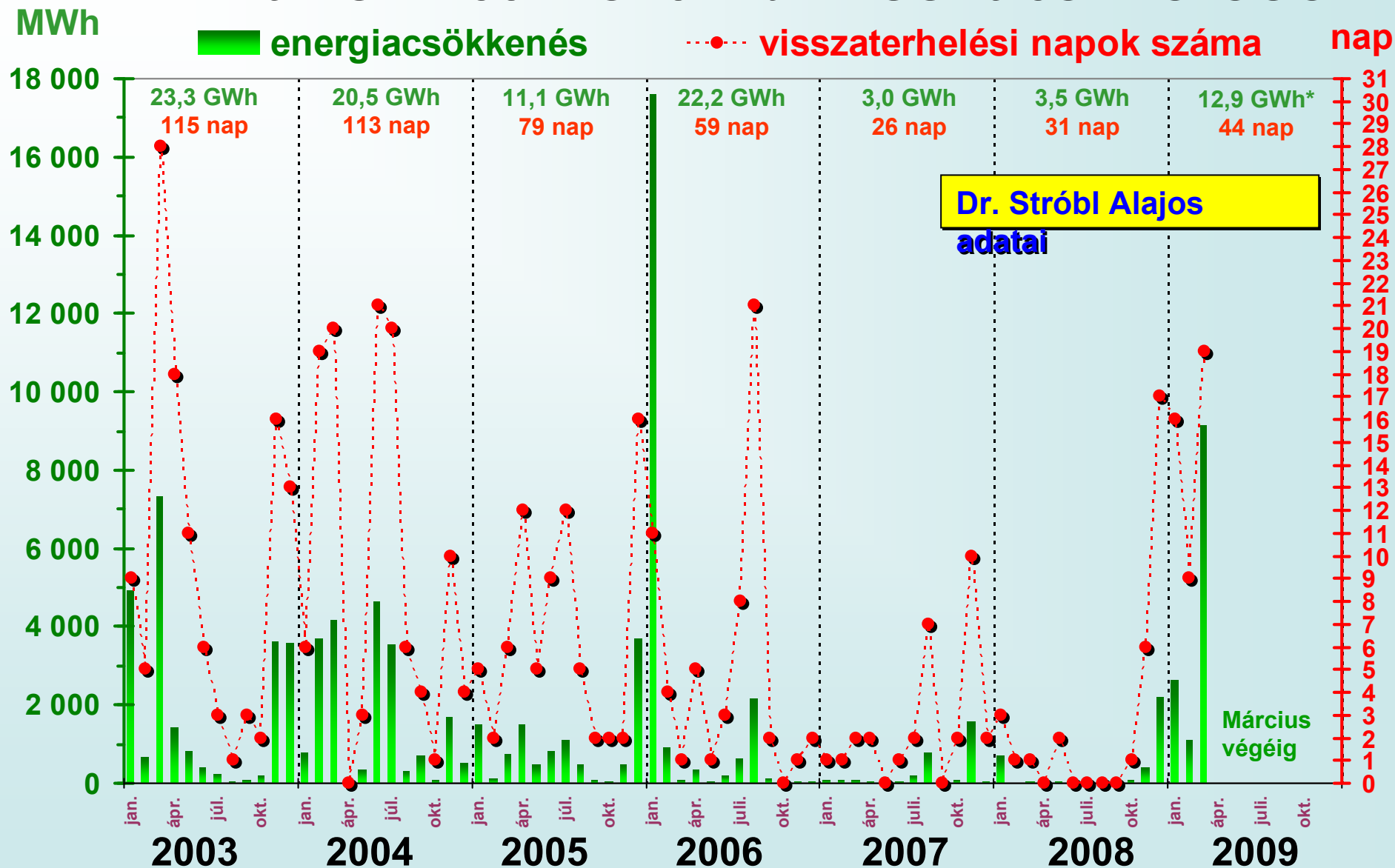


A szabályozásra alkalmas erőművek kiszorulnak





A Paksi Atomerőmű visszaterhelése





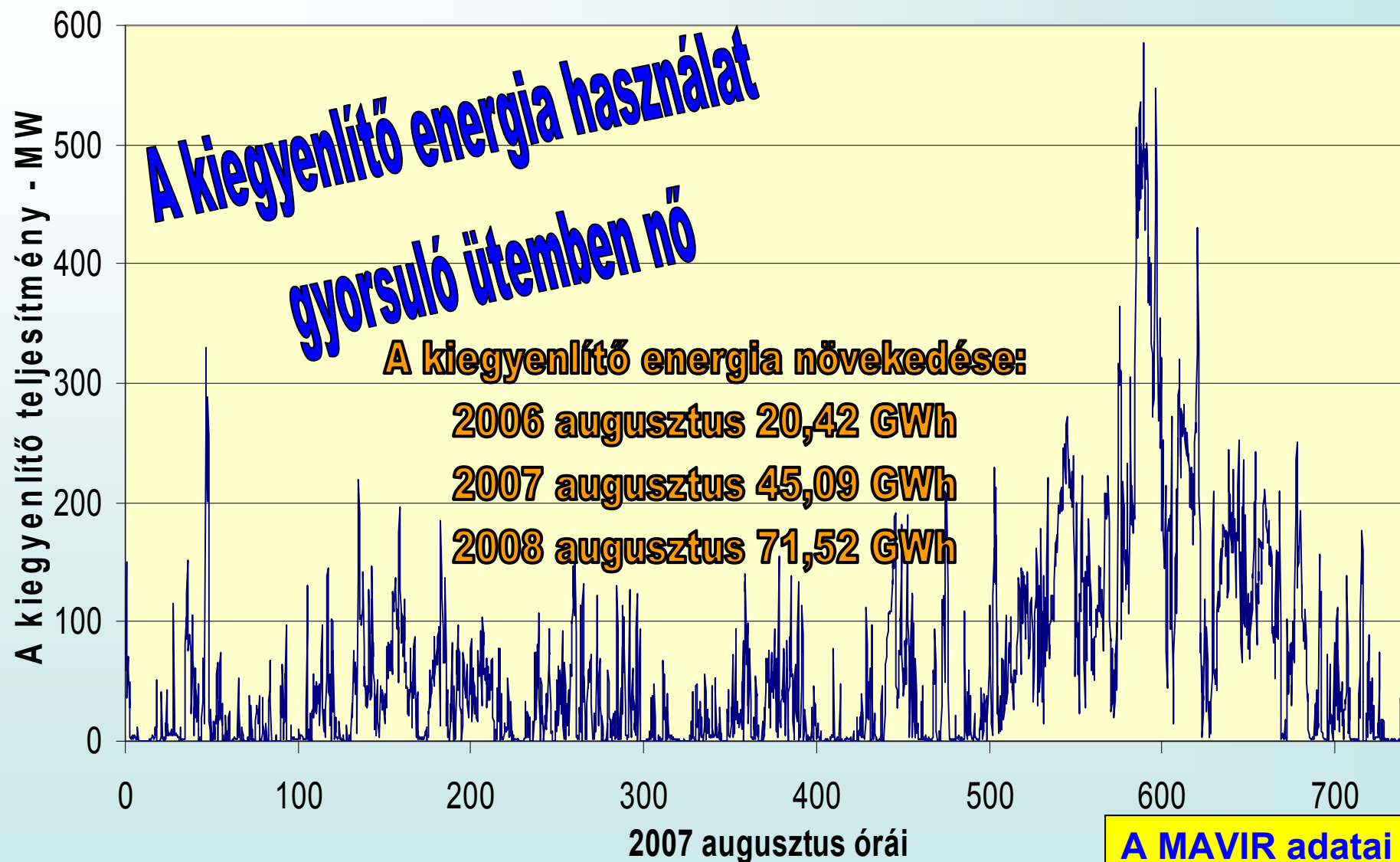
A szabályozási problémák az EEX óránkénti áraiban is megjelennek

Az EEX óránkénti villamos energia árai 2009. május 4 -én





A kiegyenlítő energia forgalom változása





A jelenleg látható nemzetközi trend

A villamos energia **piac liberalizálása felértékelte** a flexibilis üzemű szivattyús energiatárolókat.

- **Ausztriában** négy új szivattyús energiatároló beruházás van folyamatban.
- **Svájcban** elkezdődött a Nant de Drance és a Linthal II szivattyús energiatároló építése.
- **Litvániában** folyik a Kruonis szivattyús energiatároló bővítése 1600 MW -ra.
- **Szlovéniában** épül az AVCE szivattyús energiatároló és előkészítés alatt áll egy újabb szivattyús energiatároló projekt.
- **Portugáliában** üzembe került a Venda Nova II. és EU hozzájárulással épül a Baixo Sabor, előkészítés Venda Nova III.
- **Spanyolországban** épül a 852 MW-os La Muela 2.
- **Németországban** üzembe került a 1000 MW -os Goldistahl, modernizálás folyik több erőműben. Épül a Vianden III.
- **Lengyelországban** modernizálták mind a hét szivattyús energiatárolót.
- Az **USA** kormánya 2009 -ben programot kezdeményezett a szivattyús energiatárolók gyorsított ütemű építésére.
- Folytatódik a kínai, indiai, japán, dél-afrikai nagyütemű fejlesztés.



SmartGrids European Technology Platform

The future trans-European grids must provide all consumers with a highly reliable, cost-effective power supply, fully exploiting the use of both large centralised generators and smaller distributed power sources throughout Europe. Europe's electricity networks must be:

- **Flexible:** fulfilling customers' needs whilst responding to the changes and challenges ahead;
- **Accessible:** granting connection access to all network users, particularly for renewable power sources and high efficiency local generation with zero or low carbon emissions;
- **Reliable:** assuring and improving security and quality of supply, consistent with the demands of the digital age with resilience to hazards and uncertainties;
- **Economic:** providing best value through innovation, efficient energy management and 'level playing field' competition and regulation.



A SZET helyettesíthetősége

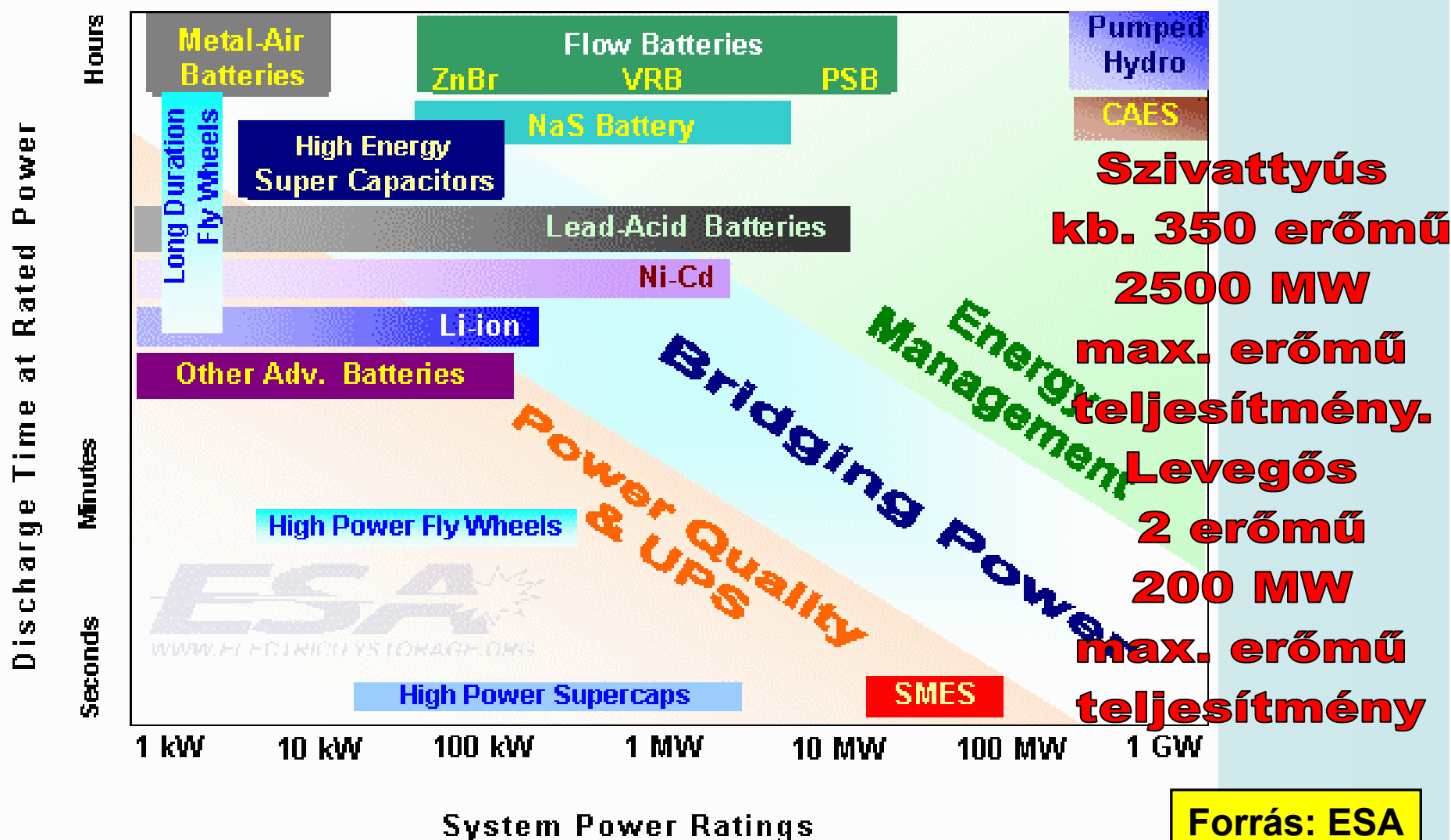
Az igények legnagyobb komplexséggel SZET belépésével biztosíthatók. A nemzetközi gyakorlat a SZET –eket alkalmazza.

- A szolgáltatásainak egésze nem helyettesíthető, csak rész-szolgáltatásokban lehetnek versenytársai, de ezek sem egyenértékűek.
- A csúcsidei energia szolgáltatása más forrásból lehetséges, de az nem oldja meg a völgyidei minimumok problémáit.
- A szekunder szabályozás részterheléssel üzemelő földgáz tüzelésű blokkokból biztosítható, de ezek kiszorultak. Visszakerülésre SZET nélkül nincs lehetőség.
- A fel és leterhelés dinamikája nagyságrendekkel magasabb a SZET esetén, mint a rendszer más erőműveiben.

Az alternatív megoldások nem versenyképesek a SZET-tel.

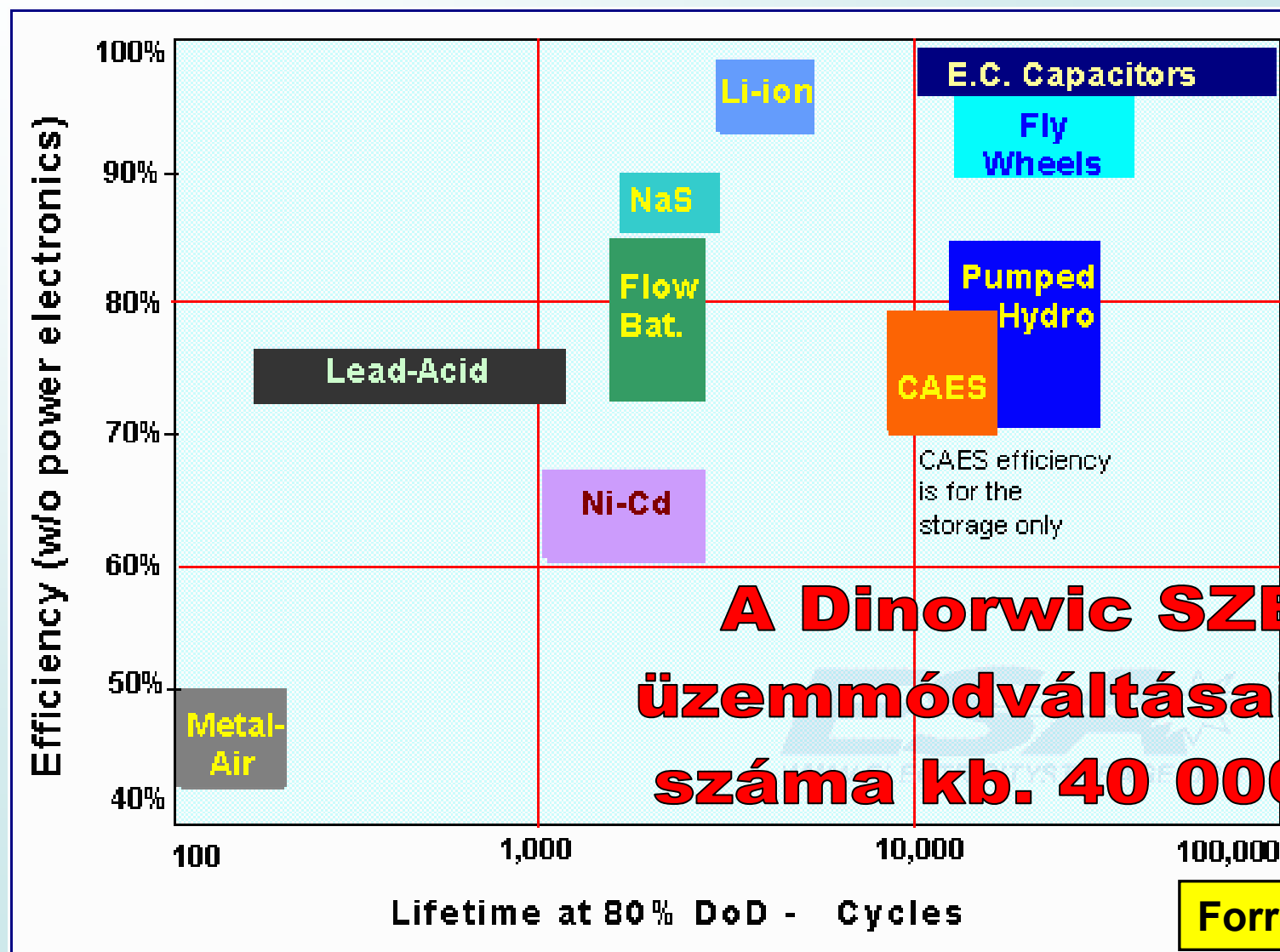


Az alternatív energiatárolási módok üzemi tartománya



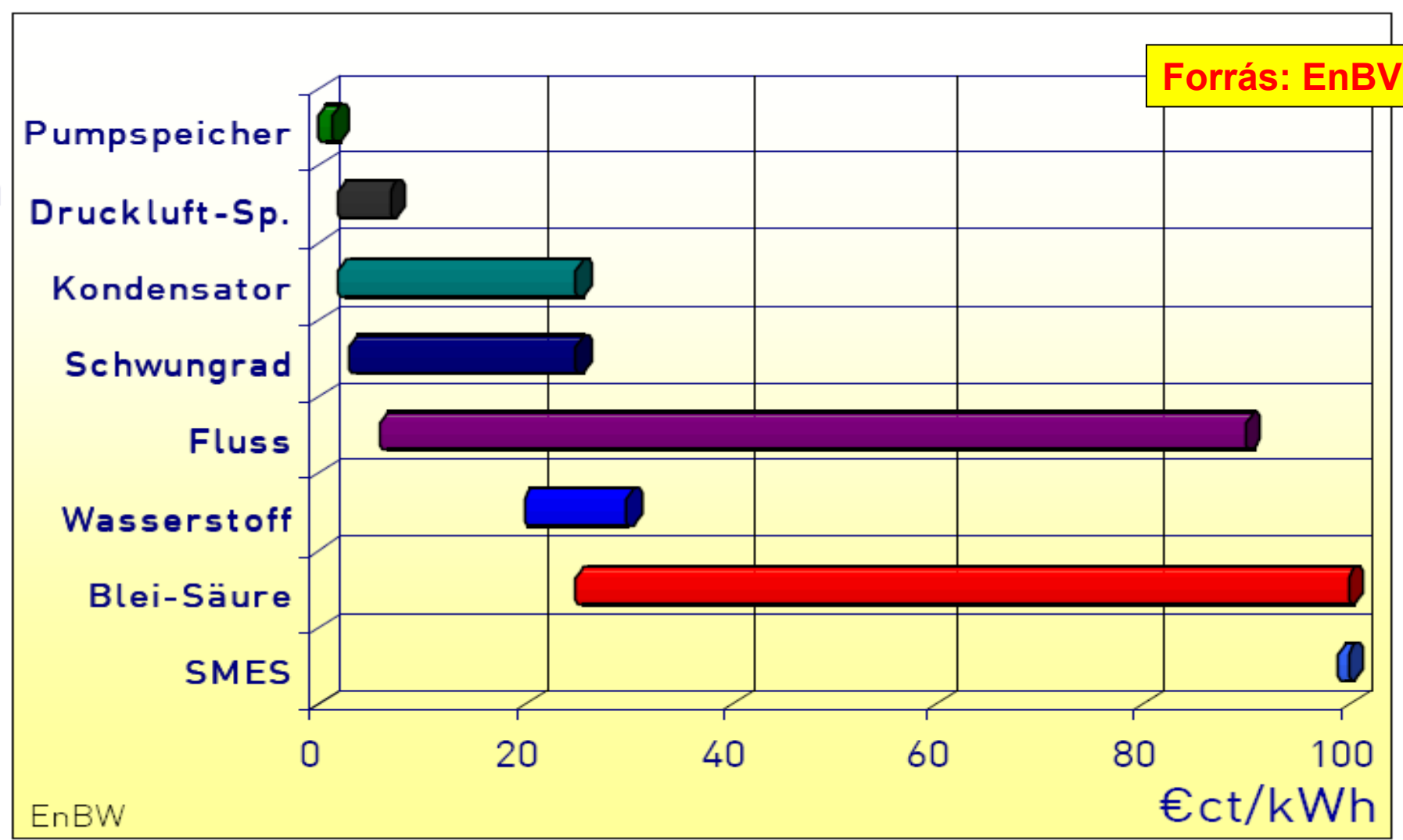


Az élettartam és hatásfok tartomány





A fajlagos költségek sorrendje az EnBV szerint





Levegőtárolós energiatároló üzemmód váltása

Forrás: EPRI - ACRES

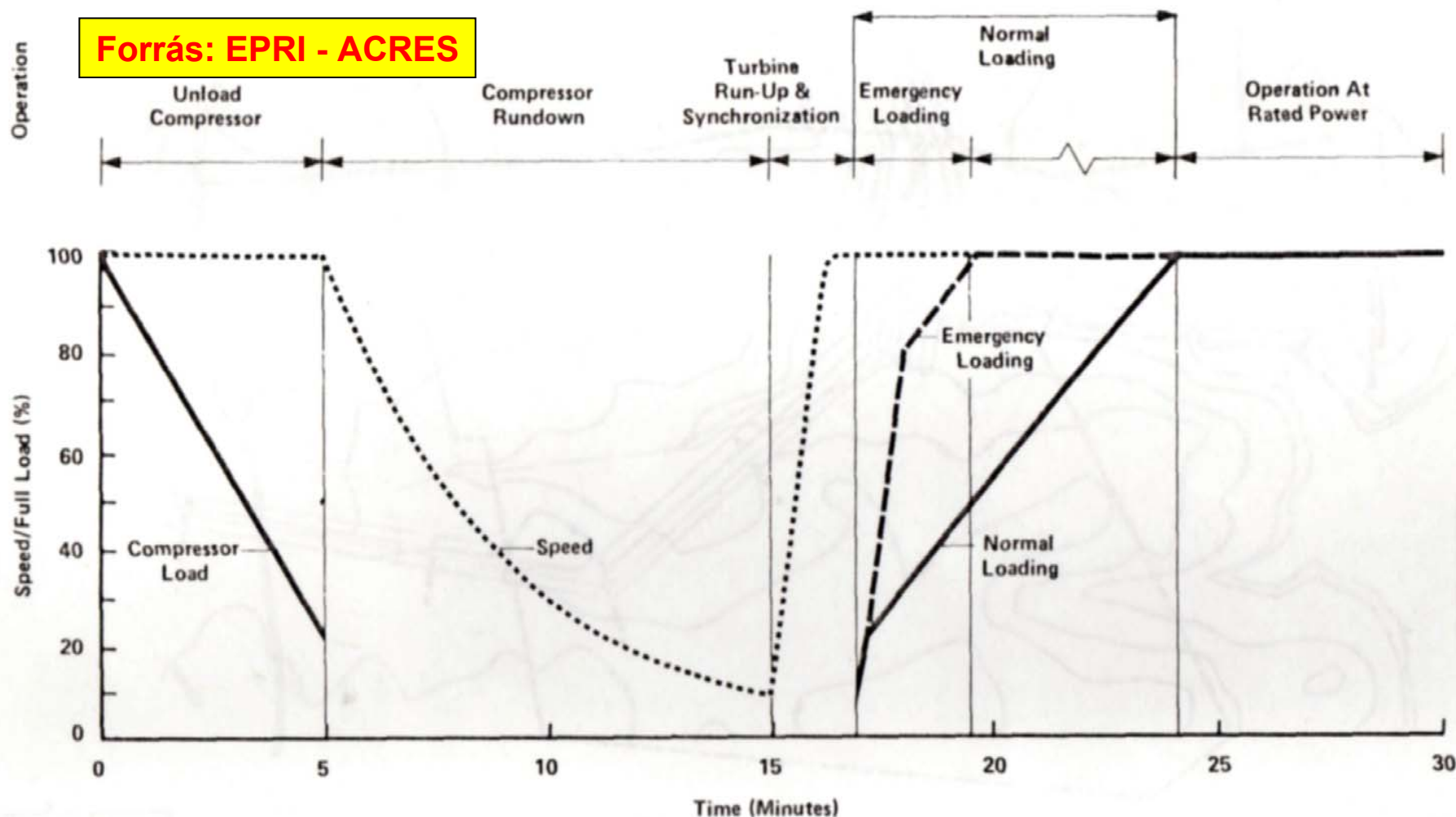
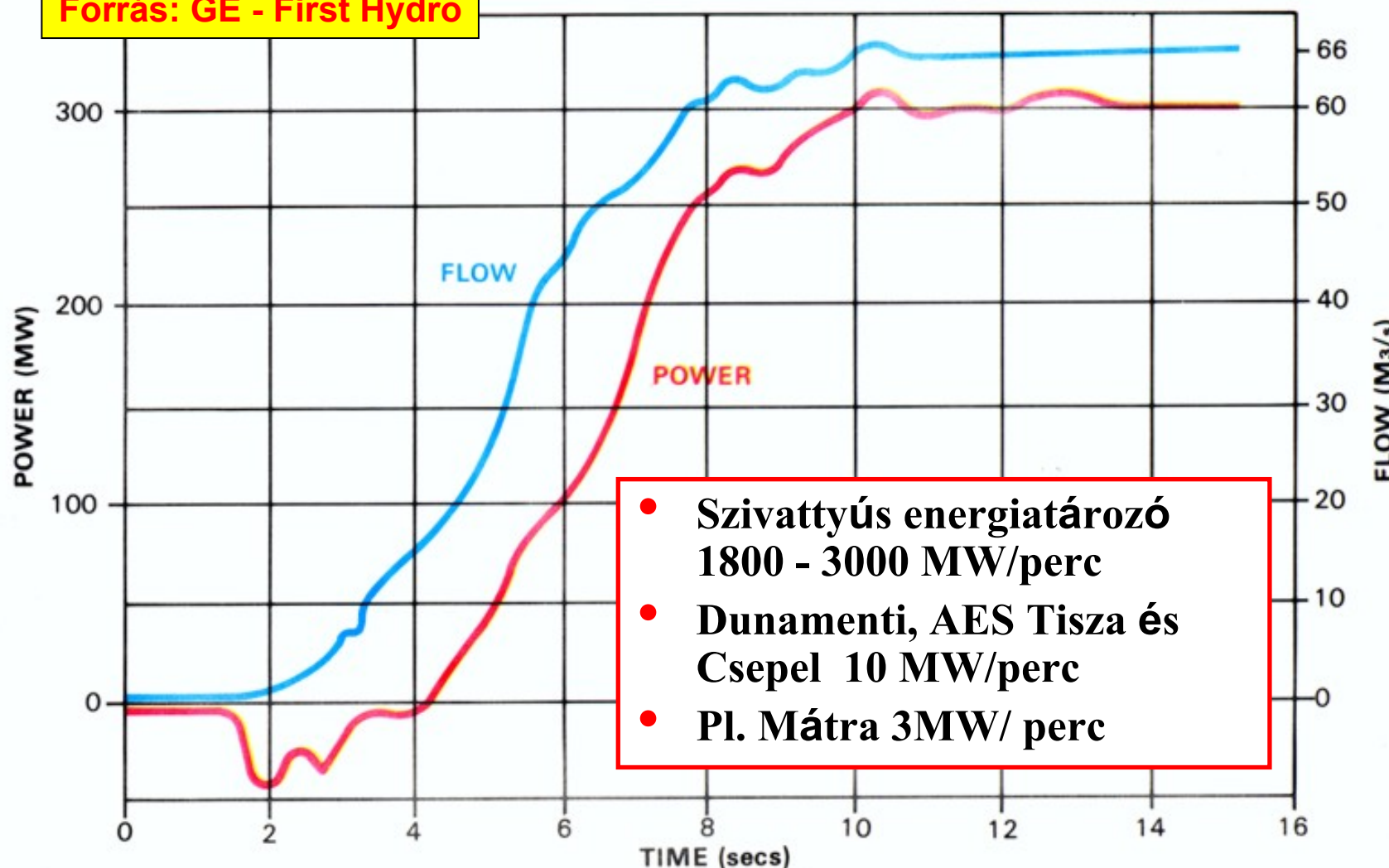


Figure 7-4 Normal Changeover - Compression To Generation



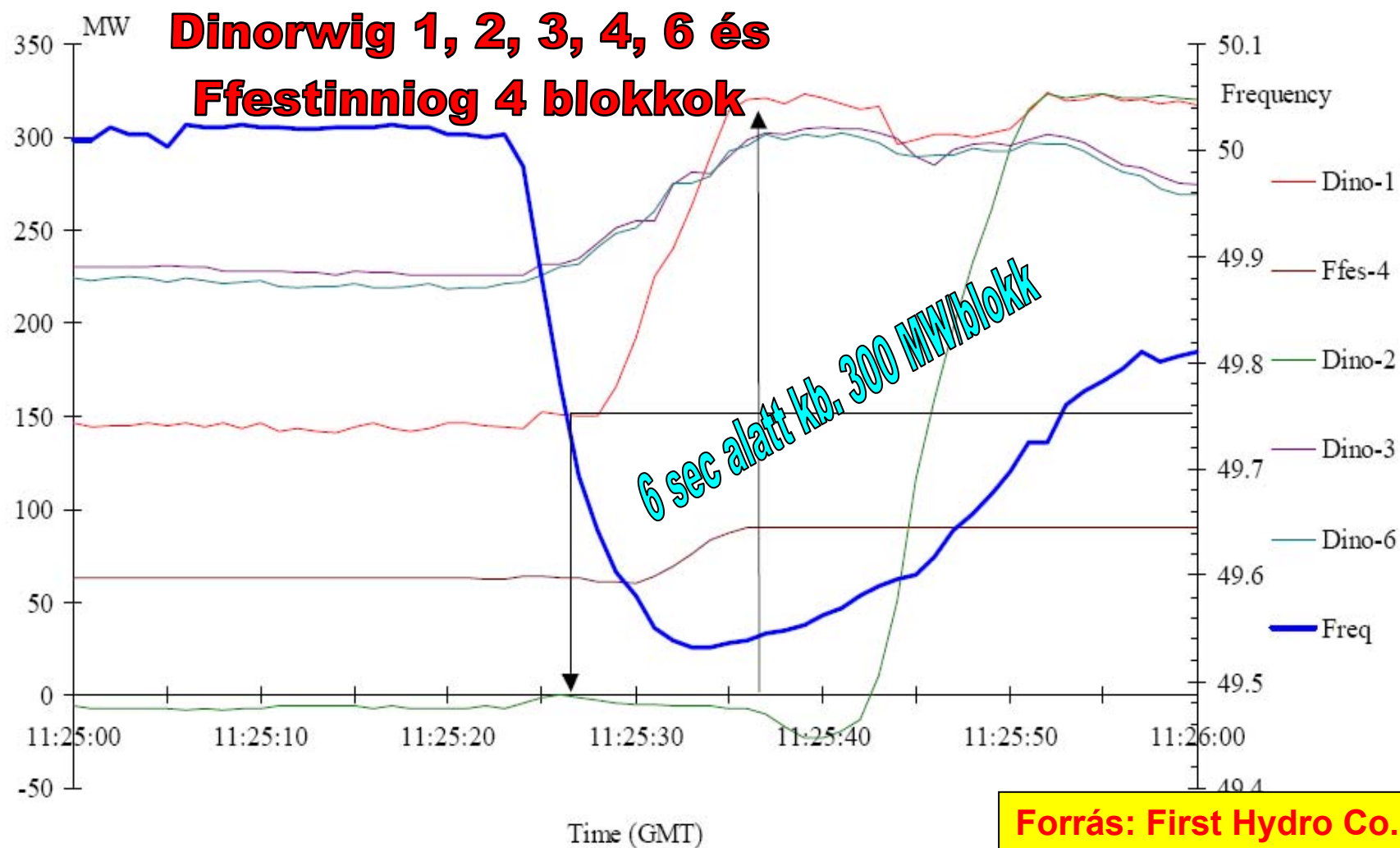
Szivattyús energiatároló üzemmód váltása

Forrás: GE - First Hydro





Gyorsreagálású SZET blokkok válasza a frekvencia csökkenésre





A SZET lehetséges funkciói

- Legfontosabb funkció a rendszer terhelési menetrend kiegyenlítése, mert visszahat az üzem gazdaságosságára és szabályozási igényt csökkent. Ellenértéke azonban nem a SZET –nél, hanem a fogyasztóknál jelentkezik.
- Gazdasági szempontból legerősebb funkció a szabályozó teljesítmények (szekunder és perces) biztosítása kedvező dinamika mellett.
- SZET –ből szokásos a black-start, meddő nyelés és termelés, illetve primer szabályozás, de ezek gazdasági súlya kisebb.
- A megújuló forrás használat illesztése a rendszer üzeméhez.
- A villamos energia kereskedelem rugalmasságának és biztonságának növelése.



A SZET célszerű nagysága

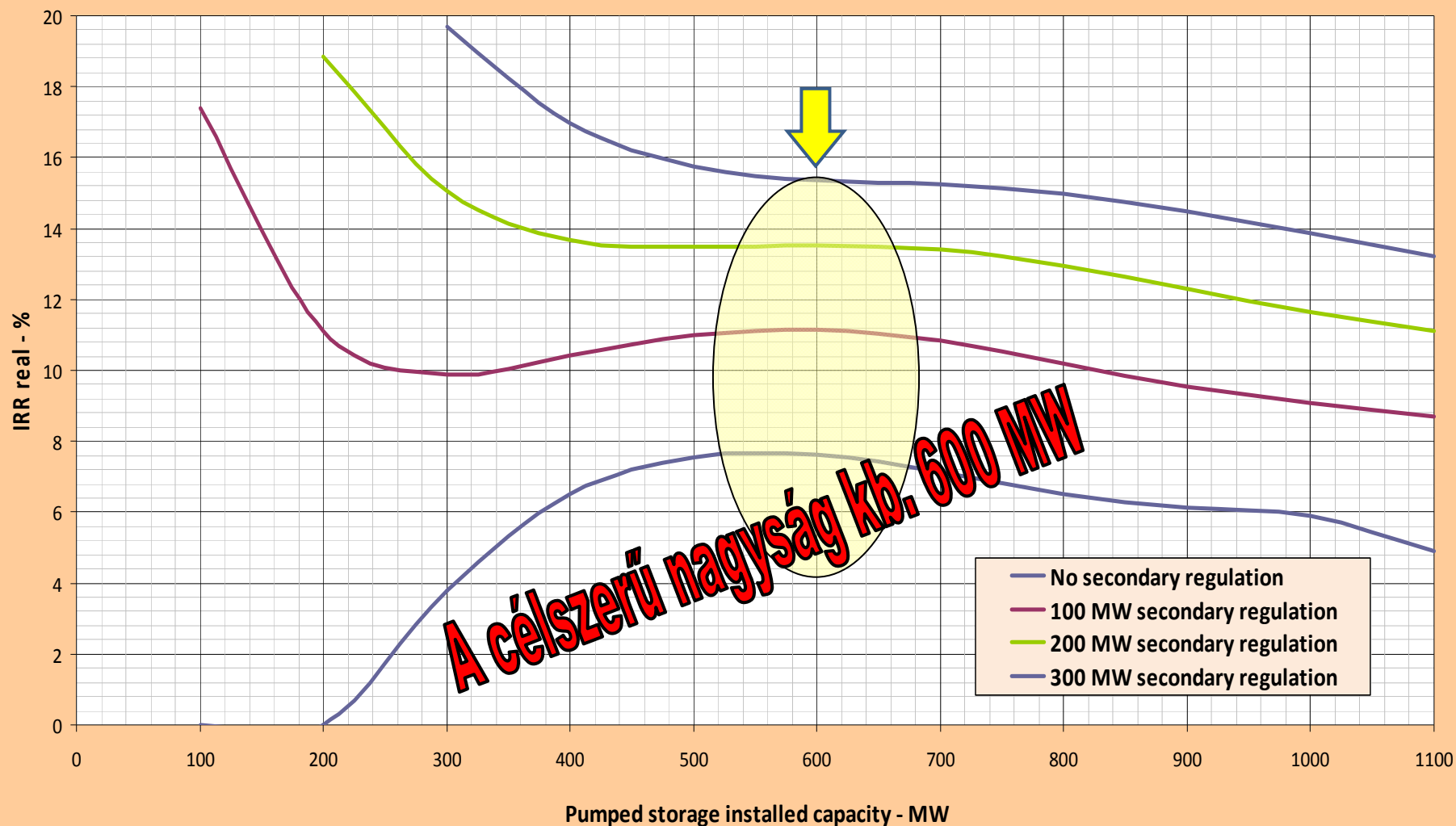
A SZET szükséges nagyságát a tervezett funkció szabja meg, ami az élettartama egészére nem jól prognosztizálható. A domináns funkciók változhatnak.

- Az alsó határ kb. 300-400 MW a magas fajlagos költség miatt, a felső határ a piaci értékesíthetőség, jelenleg 600-700 MW.
- A rendszerirányító +/-300 MW gyorsan igénybe vehető szekunder és perces tartalékot tart szükségesnek. A napi terhelés kiegyenlítésére kb. +/-300 MW szükséges.
- Két ütemre bontott beruházás célszerű, az I. ütem 600 MW és a későbbi bővítés II. ütemben 600 MW (összesen 1200 MW).
- A tározó nagyság min. 6 óra teljes teljesítményű üzemet kell biztosítson (főként a szekunder szabályozás miatt).
- A több funkcióra alkalmas, tág tartományban szabályozható üzemhez 150 MW frekvenciaváltós blokknagyság célszerű



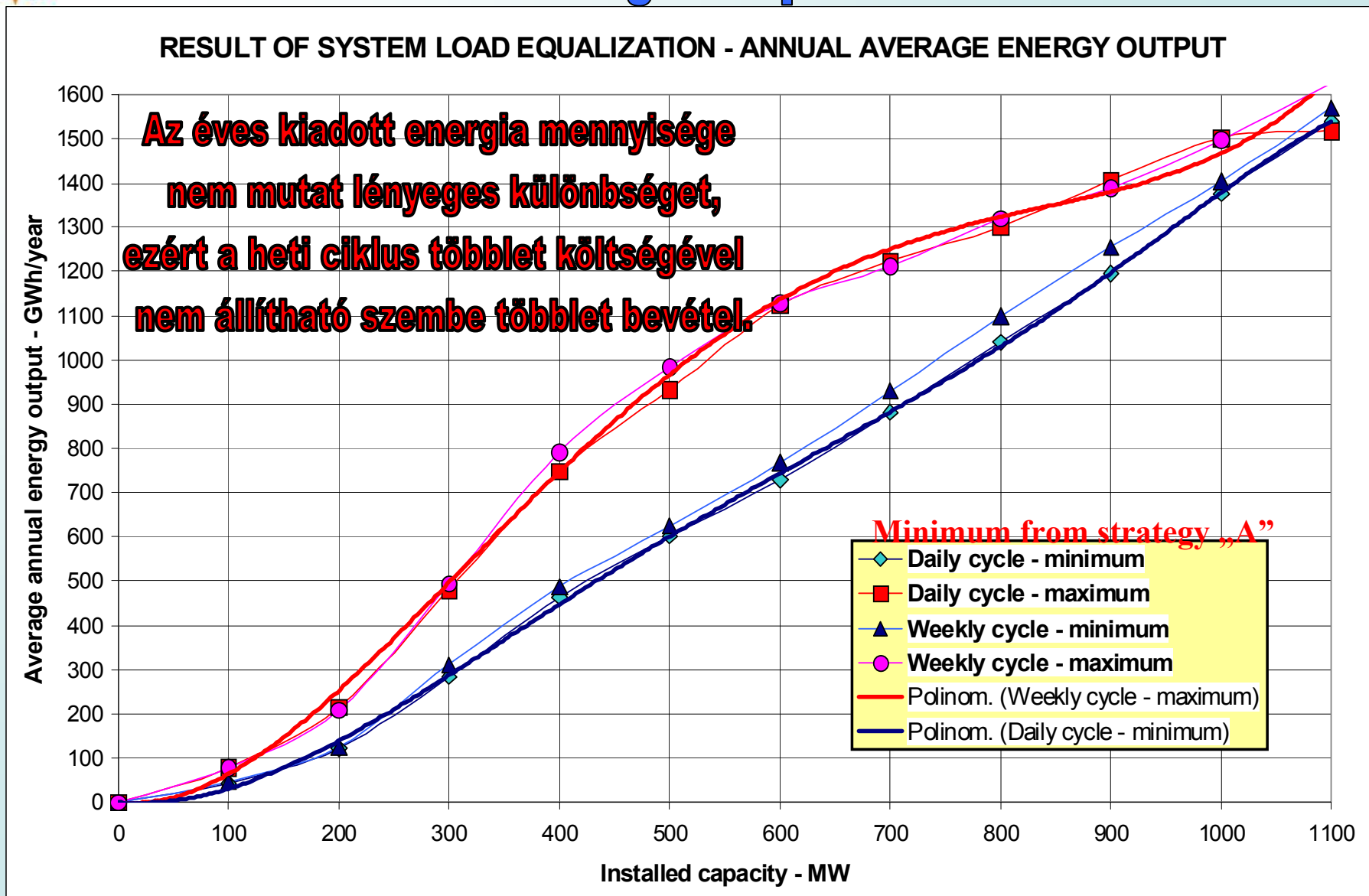
Az IRR_{real} változása a beépített teljesítmény függvényében

Strategy "B" - IRR real at different secondary regulation ratio



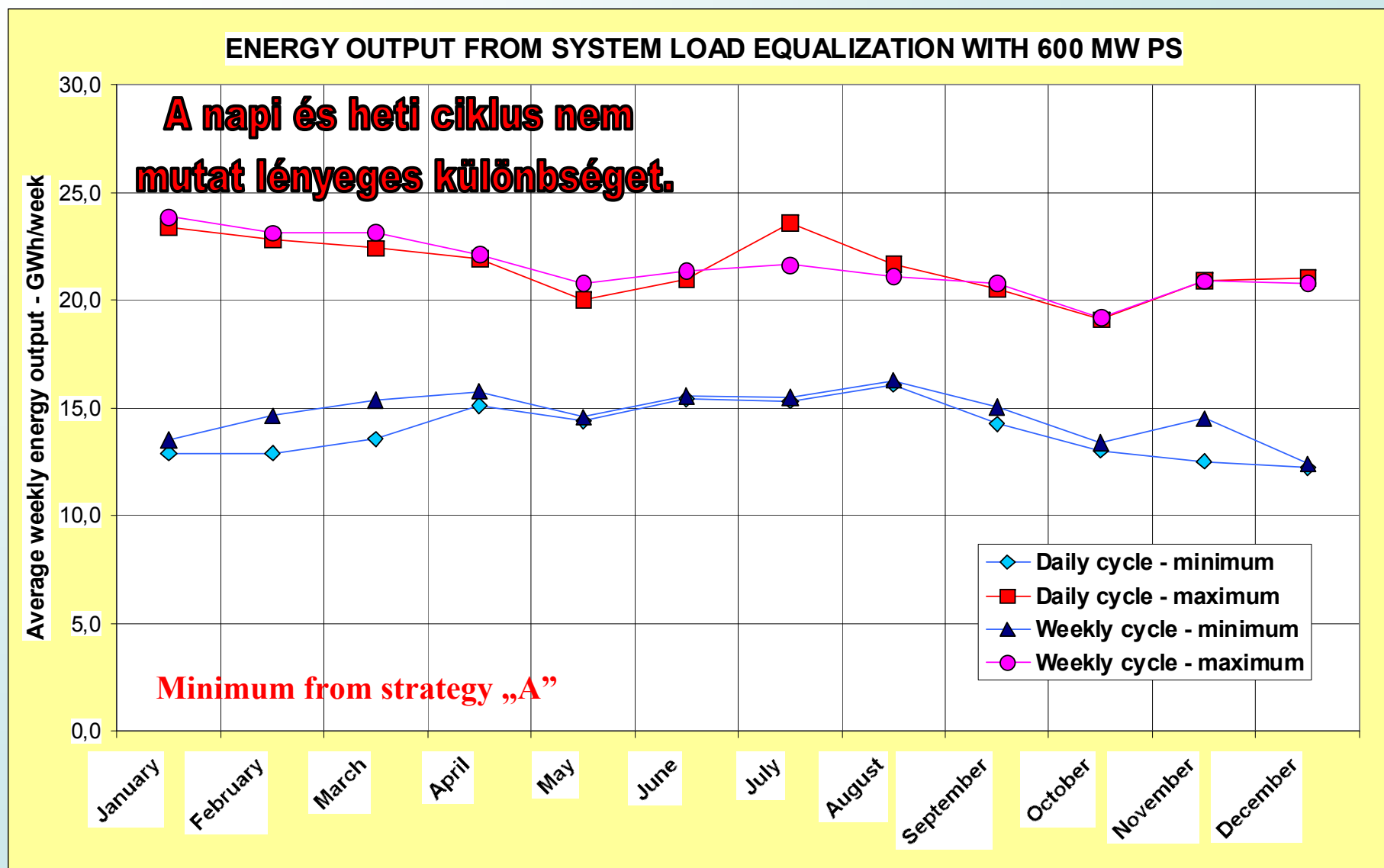


Az éves kiadott energia napi és heti ciklus esetén



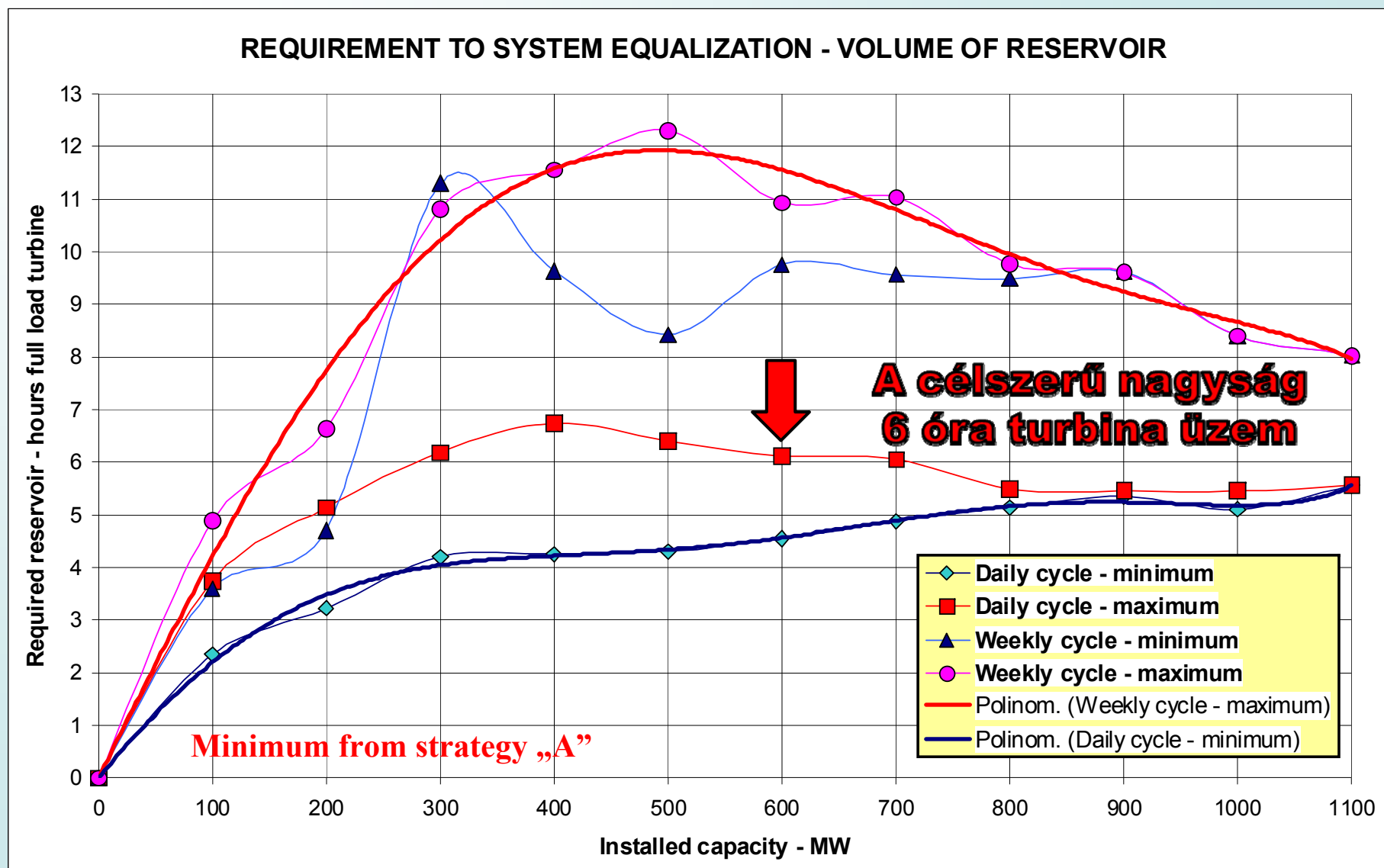


A kiadható villamos energia szezonális változása



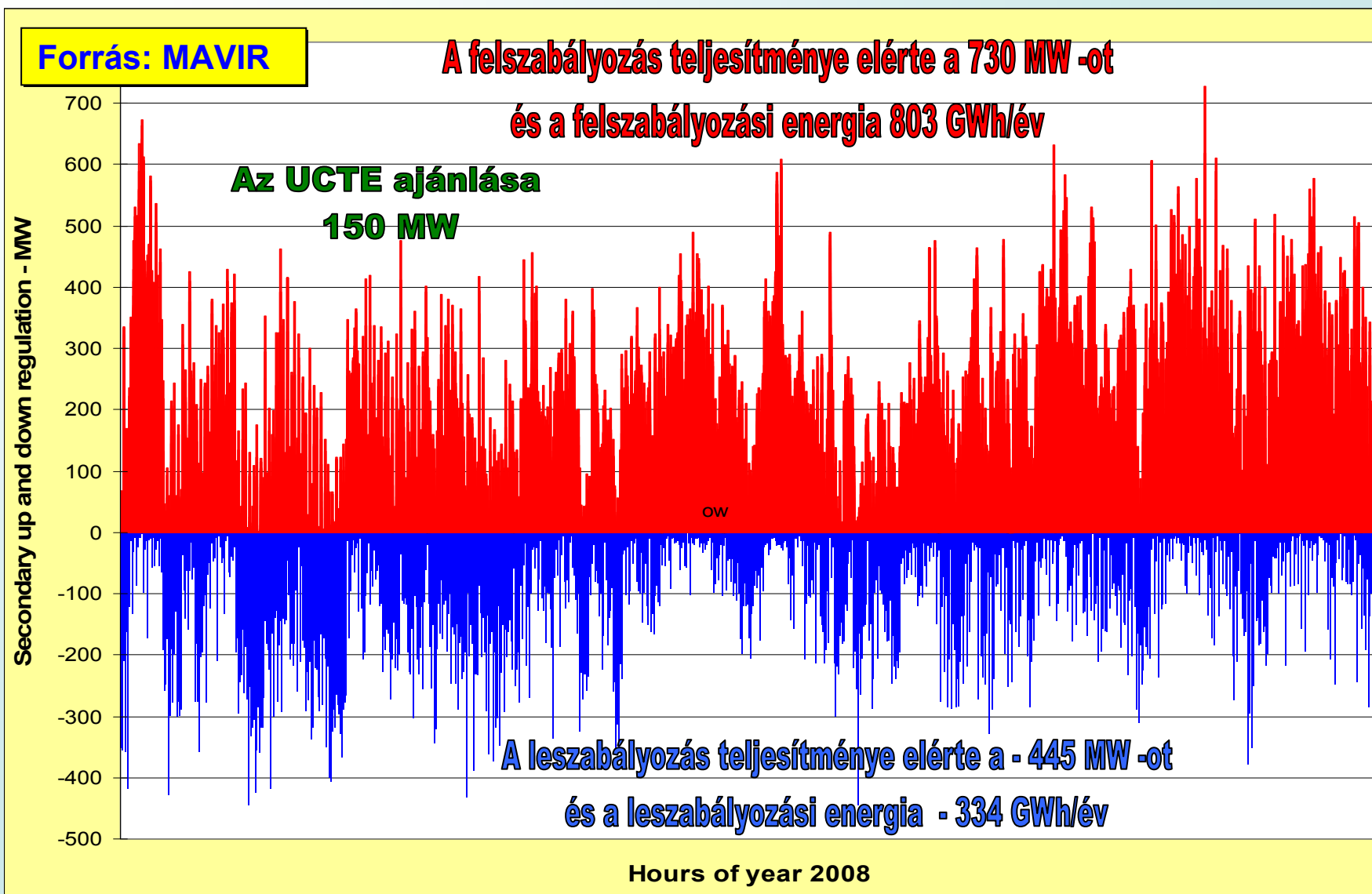


A maximális szükséges tározó nagyság





A szekunder szabályozás 2008 évben igénybevett teljesítménye





A rendszer racionalizálása szivattyús energiatárolóval

A magyar villamos energia rendszer fejlődéséből eredő adottságok és a nem megfelelően működő piac, műszaki és gazdasági szempontból egyaránt speciális helyzetet teremtettek. Egy szivattyú energiatároló projekt a rendszerirányítás és a terhelés szabályozás speciális eszközeként vizsgálható. A bevezetésének eredményei a következők lehetnek:

- 1.** Gazdasági szempontból életképes és megfelelő profitot biztosító befektetés a beruházó részére, versenyképes piaci pozíció mellett.
- 2.** A beruházónál képződő profit mellett számottevő költség megtakarítás a villamos energia fogyasztóknál.
- 3.** A piaci feltételek számottevő javulása a kényszer termelés és a kényszer termelés átvételének kiküszöbölésével, nagyobb szabadságot kínálva a piac résztvevőinek.



Az atomerőmű létesítés hatása

Az új nagyblokkos fejlesztés belépésének előfeltétele a terhelés kiegyenlítése és az üzemzavari tartalék teljesítmény biztosítása. Úgy ítéltethető, hogy egy új nagyteljesítményű atomerőművi blokk belépéséhez legalább 600 MW szivattyús energiatározó létesítési igény kapcsolódhat. A 600 MW nagyságrend lehet szükséges a napi terhelés kiegyenlítése és az üzemzavari tartalékként való használat esetén egyaránt. További vizsgálatokat igényel a terhelés kiegyenlítése és az üzemzavari tartalék biztosításának módja. A kapacitás biztosítás optimumát a piaci környezet várható alakulása mellett a kiválasztott atomerőművi technológia a kiválasztott SZET telephely specifikus adottságai is befolyásolhatják. Ezért a megfelelő döntések meghozatalához célszerű ismételten felülvizsgálni.

A nemzetközi gyakorlat szerint: „nuclear power plants are preferentially used for baseload generation for economic reasons and will continue to be used in this way for the foreseeable future”



A célszerű létesítési helyszínek kiválasztása

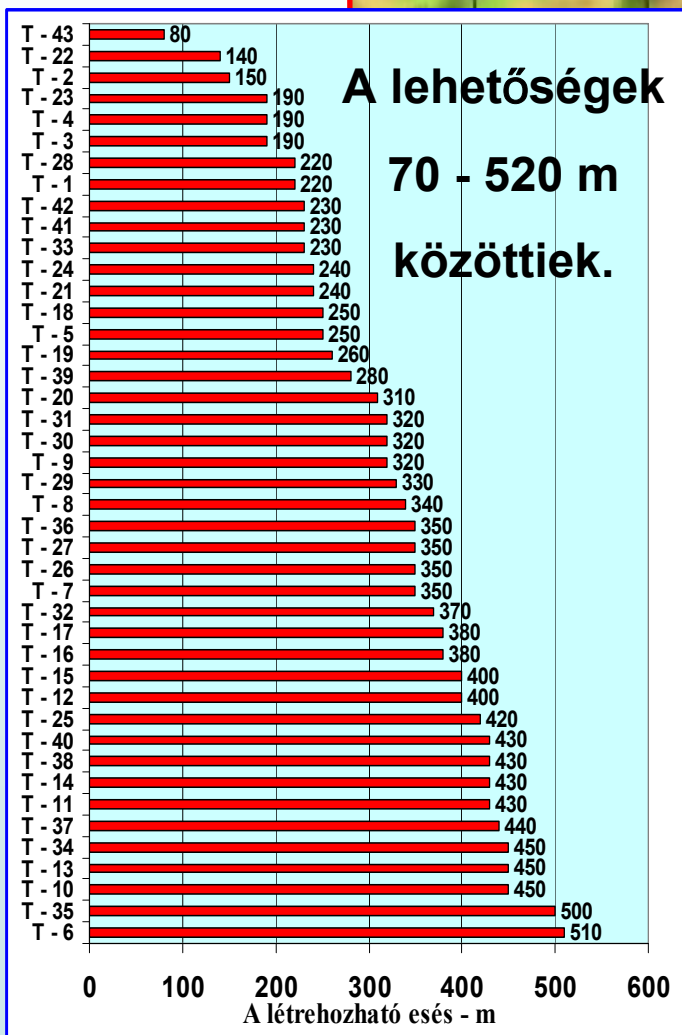
Társadalmi érdek, hogy a gyors szabályzó erőmű a legkisebb környezeti beavatkozással és a lakosságot legkevésbé terhelő módon valósuljon meg. A megfelelő helyszín kiválasztása több szakterület szempontjainak egyidejű mérlegelésével lehet csak sikeres. Az MVM Zrt. együttműködést kezdeményezett az érintett országos hatóságokkal a közös kompromisszum feltárására.

A lehetséges eszközök közül a törvény alkalmazásához szükséges feltételek szakmai felülvizsgálatát kezdeményeztük a lehetséges szivattyús energiatároló telephelyek tekintetében és arra fogadókészséget tapasztaltunk. A munka célja szakmai alapon, megfelelő kompromisszum kialakítása, ami mögé megfelelő lobbitevékenységet állítva esély van az engedélyezés sikeres lefolytatására.



A különböző vizsgálatokban szereplő helyszínek

A belföldi helyek esése



Piros – országhatáron belüli
Sárga – országhatáron kívüli



A hatóságok által kiemelt helyszínek összehasonlítása

			I. ütem	II. ütem
1	Dunakanyar	Keserűs hegy (Prédikálószerék)	600 MW	Bővíthető 1200 MW
2	Zemplén	Sima	600 MW	Bővíthető 1200 MW
3	Zemplén	Hideg völgy	600 MW	Bővíthető 1200 MW
4	Zemplén	Mád	600 MW	Bővíthető 1200 MW
5	Dunakanyar	Urak asztala - Visegrád	600 MW	Bővíthető 1200 MW
6	Dunakanyar	Urak asztala - Csódi hegy bánya	600 MW	Bővíthető 1200 MW
7	Dunakanyar	Kő hegy - Katalin völgy	600 MW	Bővíthető 1200 MW
8	Mátra	Visonta külfejtés - Vizes kesző völgy	600 MW	Bővíthető 1200 MW
9	Dunakanyar	Urak asztala - Dunabogdány	600 MW	Bővíthető 1200 MW
10	Dunakanyar	Naszály kőbánya - Duna	600 MW	Bővíthető 1200 MW
11	Dunakanyar	Kő hegy - Aranyos kúti völgy	600 MW	Nem bővíthető
12	Dunakanyar	Kő hegy - Verőce	600 MW	Nem bővíthető
13	Dunakanyar	Naszály nyugati bánya - Duna	600 MW	Nem bővíthető
14	Zemplén	Tokaj Nagy kopasz hegy	500 MW	Nem bővíthető
15	Mátra	Visonta külfejtés - Tekeres völgy	600 MW	Nem bővíthető
16	Mátra	Visonta külfejtés - Hosszú völgy	600 MW	Nem bővíthető
17	Sajó völgy	Sajóivánka - Bükk tető	600 MW	Nem bővíthető
18	Duna	Paks - Dunakömlőd	600 MW	Nem bővíthető



A részletesebben vizsgált helyszínek adottságai

			Esés	Terület	Felső tározó	Alsó tározó
1	Dunakanyar	Keserűs hegy (Prédikálószték)	525 m	38 ha	Új létesítmény	Duna
2	Zemplén	Sima	382 m	85 ha	Új létesítmény	Új létesítmény
3	Zemplén	Hideg völgy	214 m	92 ha	Új létesítmény	Új létesítmény
4	Zemplén	Mád	250 m	108 ha	Új létesítmény	Új létesítmény
5	Dunakanyar	Urak asztala - Visegrád	482 m	46 ha	Rehabilitáció	Duna
6	Dunakanyar	Urak asztala - Csódi hegy	380 m	74 ha	Rehabilitáció	Rehabilitáció
7	Dunakanyar	Kő hegy- Aranyos kút völgy	127 m	169 ha	Új létesítmény	Új létesítmény
8	Dunakanyar	Kő hegy - Verőce	230 m	65 ha	Új létesítmény	Új létesítmény
9	Dunakanyar	Naszály bánya nyugat - Duna	362 m	47 ha	Rehabilitáció	Duna
10	Zemplén	Tokaj Nagy kopasz	385 m	129 ha	Új létesítmény	Új létesítmény
11	Dunakanyar	Kő hegy - Katalin völgy	167 m	138 ha	Új létesítmény	Új létesítmény
12	Mátra	Visonta - Vizes kesző völgy	340 m	109 ha	Új létesítmény	Rehabilitáció
13	Dunakanyar	Urak asztala – Dunabogdány	475 m	137 ha	Rehabilitáció	Új létesítmény
14	Mátra	Visonta - Tekeres völgy	334 m	115 ha	Új létesítmény	Rehabilitáció
15	Mátra	Visonta - Hosszú völgy	188 m	148 ha	Új létesítmény	Rehabilitáció
16	Sajó völgy	Sajóivánka - Bükk tető	250 m	172 ha	Új létesítmény	Új létesítmény
17	Dunakanyar	Naszály kőbánya - Duna	355 m	108 ha	Rehabilitáció	Duna
18	Duna	Paks - Dunakömlőd	79 m	590 ha	Új létesítmény	Új létesítmény



A részletesebben vizsgált helyszínek védettsége

		Felső tározó		Alsó tározó	
		Jellege	Védettsége	Jellege	Védettsége
1	Keserűs hegy(Prédikálószték)	Erdő	<u>NP</u> ,MABp,NÖH,NAT	Ártér, mezőg.	<u>NP</u> ,NÖH,NAT,AG
2	Sima	Erdő	NAT,VÖp,NÖH	Erdő	NAT,VÖp,NÖH
3	Hideg völgy	Erdő	NAT,VÖp,NÖH	Erdő	NAT,VÖp,NÖH
4	Mád	Erdő	NAT,VÖp,NÖH	Erdő+Mg.	NAT,VÖp,NÖH
5	Urak asztala - Visegrád	Katonai+Erdő	részben(<u>NP</u> ,MABp,NÖH,NAT,AG)	Feltöltés	<u>NP</u> ,NÖH,NAT,AG
6	Urak asztala - Csódi hegy	Katonai+Erdő	részben(<u>NP</u> ,MABp,NÖH,NAT,AG)	Kőbánya	rNAT
7	Kő hegy- Aranyos kút völgy	Erdő	NÖH,AG	Erdő	NÖH,AG
8	Kő hegy - Verőce	Erdő	NÖH,AG	Mezőgazdasági	NAT,NÖH,AG
9	Naszály nyugat - Duna	Kőbánya	-	Ártéri erdő	NAT,NÖH,AG
10	Tokaj Nagy kopasz	Erdő	<u>TK</u> ,NAT,VÖp,NÖH	Mezőgazdasági	NAT,VÖp,NÖH
11	Kő hegy - Katalin völgy	Erdő	NÖH,AG	Erdő	NÖH,AG
12	Visonta - Vizes kesző völgy	Erdő	NAT,NÖH	Bánya	-
13	Urak asztala – Dunabogdány	Katonai+Erdő	részben(<u>NP</u> ,MABp,NÖH,NAT,AG)	Mezőgazdasági	NAT
14	Visonta - Tekeres völgy	Erdő	NAT,NÖH	Bánya	-
15	Visonta - Hosszú völgy	Katonai	NÖH	Bánya	-
16	Sajóivánka - Bükk tető	Erdő	NÖH	Mezőgazdasági	-
17	Naszály kőbánya - Duna	Kőbánya	-	Ártér erdő	NAT,NÖH,AG
18	Paks - Dunakömlőd	Mezőgazdasági	-	Erdő	NAT,NÖH



A környezeti adottságok hatása

A nemzetközi gyakorlat általában ötvözi a szivattyús energiatárolókat a természetvédelmi követelményekkel.

Gyakran védett természeti területen valósulnak meg pl:

- a **Fekete Vág** az Alacsony-Tátrai Nemzeti Parkban;
- a **Foyers** a Loch Ness tavon;
- a **Bajina Basta** a Tara Nemzeti Parkban;
- a **Dlouhe Strane** a Jeszenik hegység tájvédelmi körzetében;
- a **Dinorwic és Ffestnniog** a Snowdonia National Park területén;
- a **Yards Creek** Delaware Water Gap National Recreation Area;
- a **Seneca** az Allegheny National Forest területén;
- a **Helms** a Sierra National Forest területén;
- az **Imaichi, Numappara és Shimogo** Nikko National Parkban.
- az EU hozzájárulásával jelenleg fokozottan védett természeti területen épül a **Baixo Sabor** Portugáliában.

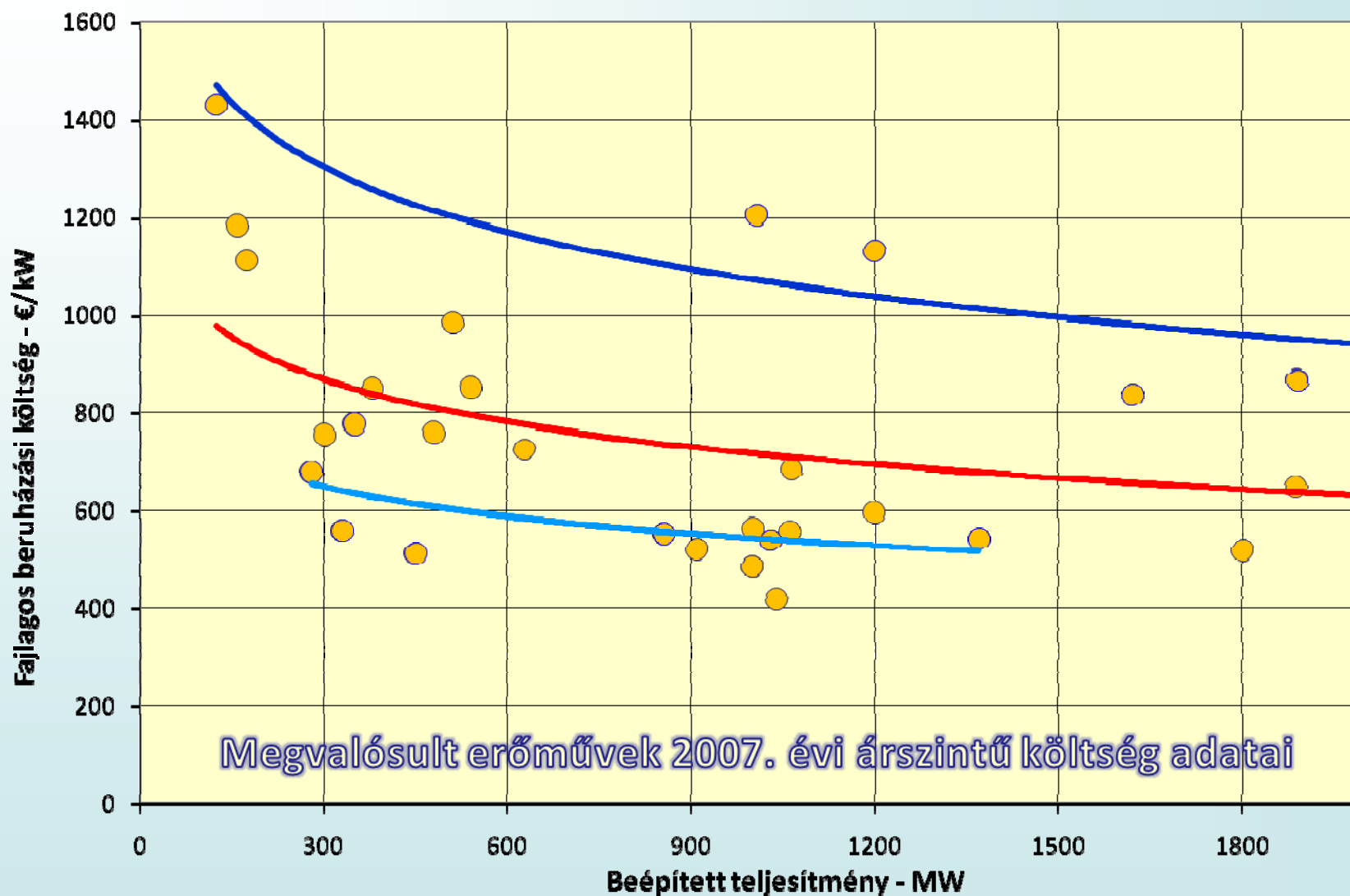


A részletesebben vizsgált helyszínek költségei

			Fajlagos költség 600 MW	
1	Dunakanyar	Keserűs hegy (Prédikálószték)	655	EUR/kW
2	Zemplén	Sima	667	EUR/kW
3	Zemplén	Hideg völgy	677	EUR/kW
4	Zemplén	Mád	720	EUR/kW
5	Dunakanyar	Urak asztala - Visegrád	749	EUR/kW
6	Dunakanyar	Urak asztala - Csódi hegy	791	EUR/kW
7	Dunakanyar	Kő hegy- Aranyos kút völgy	870	EUR/kW
8	Dunakanyar	Kő hegy - Verőce	926	EUR/kW
9	Dunakanyar	Naszály bányá nyugat - Duna	927	EUR/kW
10	Zemplén	Tokaj Nagy kopasz	971	EUR/kW
11	Dunakanyar	Kő hegy - Katalin völgy	990	EUR/kW
12	Mátra	Visonta - Vizes kesző völgy	1 019	EUR/kW
13	Dunakanyar	Urak asztala – Dunabogdány	1 055	EUR/kW
14	Mátra	Visonta - Tekeres völgy	1 087	EUR/kW
15	Mátra	Visonta - Hosszú völgy	1 100	EUR/kW
16	Sajó völgy	Sajóivánka - Bükk tető	1 135	EUR/kW
17	Dunakanyar	Naszály kőbánya - Duna	1 353	EUR/kW
18	Duna	Paks - Dunakömlőd	1 489	EUR/kW



A beruházási költségek nemzetközi trendje





Az országhatáron túli lehetőségek

Az engedélyezési nehézségek miatt egy lehetséges továbblépési irány az országhatáron túl létesített erőmű. Ehhez vizsgálni kellett a lehetséges helyszínek adottságait, és a gazdasági és jogi környezetben az országhatáron kívül létesített erőmű használatát.

1. Szivattyús energiatározó létesítés szlovák területen. Ipel: 600 MW (694-775 €/kW) és 221 km távvezeték (92 millió €).
2. Szivattyús energiatározó létesítés román területen. Tarnita Lapustesti 500 MW (730-952 €/kW) és kb. 300-350 km távvezeték
3. Szivattyús energiatározó létesítés ukrán területen. Szuhabranka: 600 MW (700-800 €/kW) és kb. 100 km távvezeték.

A jelenleg viszonyok között nem látszik célszerűnek a külföldi SZET megvalósítását előtérbe helyezni, amíg a hazai lehetőség el nem lehetetlenül.



Az országhatáron túli létesítés feltételei

A szlovákiai és a romániai létesítés esetén számolni kell a határkeresztező kapacitás allokációban **való kötelező részvétellel**. A Kárpátalján más eljárás érvényesül. Nincs reális esélye annak, hogy a határkeresztező kapacitások tartósan leköthetők lennének. Ennek következményeképpen az értékesítés nem tervezhető biztonsággal. Ez **finanszírozási problémákat** vet fel, és ellehetetleníti a projekt megvalósítását.

A 2007. évi adatok alapján egy román területen álló 600 MW szivattyús energiatárolóhoz tartozó határkeresztező kapacitás díja összesen kb. 10 milliárd Ft/év többlet gazdasági terhet jelentene. A szlovák területen lévő 600 MW szivattyús energiatároló esetén ez kb. 6 milliárd Ft/év. Ezért az országhatáron túl elhelyezkedő erőművek **gazdasági szempontból nem versenyképesek**.

Az együttműködő villamosenergia-rendszer szabályai szerint minden villamos energia rendszernek önellátóan kell biztosítani a fogyasztás és a termelés egyensúlyát, és a kiegyenlítő szabályozást. Tehát a rendszer szabályozását a magyar villamosenergia-rendszeren belül kell megoldani. A szekunder szabályozás szempontjából a határ-metszékek 15 percenként mérései alapján nem elszámolható.

Amennyiben ennek ellenére külföldi létesítés kerül szóba, akkor vitathatatlanul látszik a saját tulajdonú termelői vezetékek szükségessége. Ennek azonban számottevő **beruházási többlet költség** kihatása van.



A megvalósítás gazdasági modelljei

A szivattyús energiatározó megvalósításra vonatkozó gazdasági döntés alapja a megvalósítási modell:

- A **rendszerérdekű** szivattyús energia tározó megvalósítása. Az adott modellre alapozva működik jelenleg is a három nyíltsiklusú gázturbina: Litér, Sajószöged, Lőrinci.
- A **portfólió hatás** kiaknázására szolgáló szivattyús energiatározó. A modell alkalmazására sok példa van, a közeli országok közül pl. CEZ és a Verbund szivattyús energiatározói említhetők.
- A **piaci alapon működő**, független projekt megvalósítása. A modellre példa az Egyesült Királyság First Hydro Co. nevű cége, ahol esetben a szivattyús energiatározók kapacitását a piacon értékesítik.



A rendszerérdekű erőmű megvalósítása

A rendszerérdekű szivattyús energiatároló megvalósítása **egyszeri stratégiai döntés** tárgya. A három nyíltciklusú gázturbina esetében alkalmazott eljárást alkalmazható.

Jogot kell kapjon a rendszerirányító a létesítmény közvetlen megvalósítására, valamint a szivattyús energiatároló üzemben tartási költségeinek érvényesítésére a rendszerirányítási díjakban.

A beruházás költségei, helyszíne tekintetében az a meghatározó, hogy a döntéshozó milyen szociális, területfejlesztési, természetvédelmi stb. kérdéseket kíván az adott beruházás részeként, vagy ahhoz kapcsolódva megvalósítani. A **legkisebb költség elvének érvényesülése** esetén a többi modellhez hasonlóan a **Keserűs-hegy (Prédikálószerék), Sima, Hideg-völgy, Urak asztala** helyszínek valamelyikének alternatíváira korlátozódnak a lehetőségek.

A rendszerérdekű beruházásra vonatkozó **döntést a Kormány hozhatja meg.**



A portfólió hatás kiaknázására szolgáló erőmű

A portfólió hatás kiaknázására szolgáló szivattyús energia tározó létesítését **megfelelő portfólióval rendelkező cég** vagy cégcsoport irányozhatja elő. A **portfólió működés optimalizálása** eredményez olyan megtakarításokat, amelyek a szivattyús energiatározó létesítését indokolják.

A portfólió hatás kiaknázására elsősorban az **MVM Zrt.** által képviselt cégcsoporton belül van lehetőség. Ilyen esetben a **döntés főként** nem gazdasági, hanem **stratégiai**, mert a szivattyús energiatározó szolgáltatásai műszaki és gazdasági szempontból **idejétmúlt szolgáltatást helyettesítenek** kellően korszerű és a célra **alkalmas szolgáltatással**.

A portfólió optimálisabb használatának lehetősége fennáll pl. a **Mátrai Erőmű** esetében, az indokolható szivattyús energia tározó a portfólió nagyságához igazodik. Hasonlóképpen nyitott a lehetőség arra, **biomassza alapú villamos energia termelők** kiaknázzák a csúcsidei és éjszakai termelői árak különbségét és megnövelve a kapacitás kihasználást.



A piaci alapon működő erőmű

A piaci alapon működő, független projekt megvalósítása a piaci körülményekhez igazodik. A meghatározó piaci elemek a csúcsidei és a völgyidei energia ára; rendszerszintű szolgáltatások állásának díja; a kiegyenlítő energia ára és a rendszerszintű szolgáltatások iránti igény.

Kizárólag a völgyidei villamos energia vásárláson és a **csúcsidei villamos energia értékesítésen** alapuló projekt a terhelés kiegyenlítéséből eredő hatások elismerése nélkül **nem képes az elvárt jövedelmezőséget biztosítani - hiteltörlesztés időszakában.**

Az elvárt jövedelmezőség biztosítható, ha lehetőség van, ha legalább **$1/3 - 1/2$ arányban szekunder szabályozás** vagy **üzemzavari tartalék** biztosítására.

A piaci alapon működő, független projekt megvalósításának lehetősége nem feltétlenül kötődik egyetlen szervezethez. A megvalósítási döntés **gazdasági döntés.**

A legvalószínűbb a kombinált modell megvalósítása.



A piaci alapú létesítés gazdasági feltételei

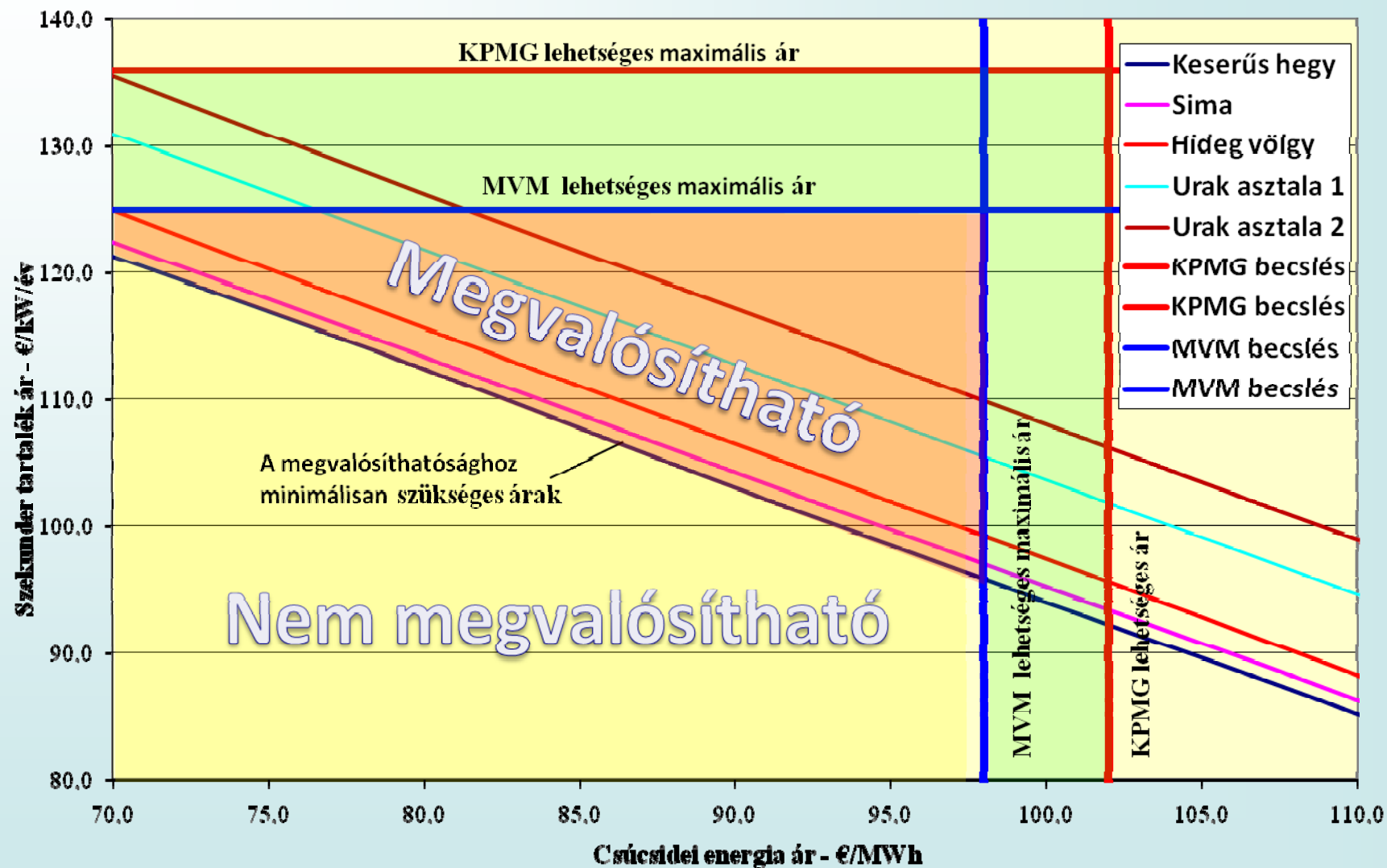
Gazdasági szempontból megfelelő, a befektetés elvárható hozamát biztosító projekt kialakítására a következő feltételek együttes teljesülése szükséges:

1. A rendszer szabályozási szolgáltatások a tervezett szivattyús energiatároló üzemének domináns részét kell alkossák. A szekunder és perces szabályozásra való igénybevétel aránya olyan kell legyen, hogy az kompenzálhassa a terhelés kiegyenlítés gyengeségét – a finanszírozási időszakban.
2. A tervezett létesítmény beruházási költségei nem haladhatják meg a finanszírozhatóság szempontjából állítható határokat.

Összességében a különböző gazdasági vizsgálatok egyike sem zárja ki a szivattyús energiatároló létesítés megvalósíthatóságát. Így a megvalósíthatóság feltételeinek pontosítására irányuló munka folytatása célszerű.



A gazdasági szempontból megfelelő helyszínek





A belföldi helyszínek csoportosítása

A vizsgált helyszínek három csoportba sorolhatók:

- 1. A rendszer igényeket hosszú távon biztosítani képes, és támogatás nélkül finanszírozható helyszínek**, melyek a Zempléni hegységben és a Dunakanyarban alakíthatók ki. (Keserűs hegy, Sima, Hideg völgy, Mád, Urak asztala-Visegrád és Urak asztala – Csódi hegy).
- 2. A rendszer igényeket hosszú távon biztosítani képes, de csak támogatás esetén finanszírozható helyszínek** (Kő hegy - Katalin völgy, a Visonta - Vizes kesző völgy és az Urak asztala – Dunabogdány).
- 3. A rendszer igényeket csak közép távon biztosító és csak támogatás esetén finanszírozható helyszínek** (Kő hegy - Aranyos kút völgy, a Kő hegy–Verőce, a Naszály nyugat – Duna, a Visonta - Tekeres völgy, a Visonta - Hosszú völgy, a Sajóivánka - Bükk tető, a Naszály – Duna és a Paks – Dunakömlőd).



Az engedélyezés tapasztalatai

Egy helyszínen elindított MVM eljárás és a mások által kezdeményezett párhuzamos eljárások tapasztalatai szerint:

1. A Magyar Energia Hivatal minden kérelmezőnek elsődleges energiaforrás választási engedélyt adott.
2. A környezetvédelmi engedélyezés minden eljárásban elutasításhoz vezetett az eljárások érdemi lefolytatása nélkül. Az elutasítás indoka minden esetben az erdészeti szakhatóság hozzájárulást megtagadó álláspontja volt. Az erdészeti hatósággal az MVM Zrt. sikeres szakmai együttműködést folytatott. Az engedélyezési eljárás tárgyában jelenleg több per folyik.
3. Az építési engedélyezés első szakasza az elvi vízjogi engedélyezés a környezetvédelmi eljárás lehetetlenülése miatt nem került lefolytatásra. A vízügyi hatósággal való közös álláspont kialakítására az MVM Zrt. sikeres szakmai együttműködést folytatott. A engedélyezési eljárás tárgyában per folyik.



Az országos hatóságokkal folytatott egyeztetés

1. Az **országos erdészeti hatóság** saját szakmai prioritásai alapján a Dunakanyarban elhelyezkedő, alsó tározó megvalósítását nem igénylő (Duna) helyszíneket tartja engedélyezhetőnek. Javasolja a bányák, felhagyott katonai területek előtérbe helyezését és a Prédikálószerék telephely ismételt felülvizsgálatát.
2. Az **országos vízügyi hatóság** állásfoglalásában vízkészlet használati szempontból kivette energetikai vízhasználat kategóriájából és vízerőműnek sorolta be a szivattyús energiatározót. Ezzel lehetővé tette a Dunát használó létesítmény gazdasági megvalósíthatóságát.
3. Az **országos természetvédelmi hatóság** eddig érdemben nem nyilatkozott. Közbenső közlései szerint a bányák és felhagyott katonai területek rehabilitációja nem fogadható el. Eddigi szakmai álláspontja szerint az egyes helyszínek között lényegi különbség nincs, tehát bármelyik telephely vonatkozásában teljesül a jogszabályi követelmény - nincs alkalmasabb helyszín. Az egyeztetés nem zárult le.



ÖSSZEGZÉS

Az elvégzett vizsgálatok rávilágítottak arra, hogy a villamos energia rendszer üzeme által meghatározott igények teljesítése legnagyobb komplexséggel és legnagyobb hatékonysággal szivattyús energiatároló beléptetésével biztosítható. Szolgáltatásainak egésze nem helyettesíthető más megoldással és csak egyes rész-szolgáltatások terén lehetnek versenytársai, de a gazdasági egyenértékűség azonban ezekben a szolgáltatásokban sem áll fenn.

A különböző gazdasági vizsgálatok egyike sem zárja ki a szivattyús energiatároló megvalósíthatóságát, ezért a feltételek pontosítására irányuló munka folyik.



Köszönöm figyelmüket!

Dr. Szeredi István