



**Aktuális hálózati kihívások megoldásai  
irányítástechnikai eszközökkel**

**MNNSZ XVII. Szolár Konferencia**

**2024. 04. 11.**

**Készítette: Kertész Sándor**



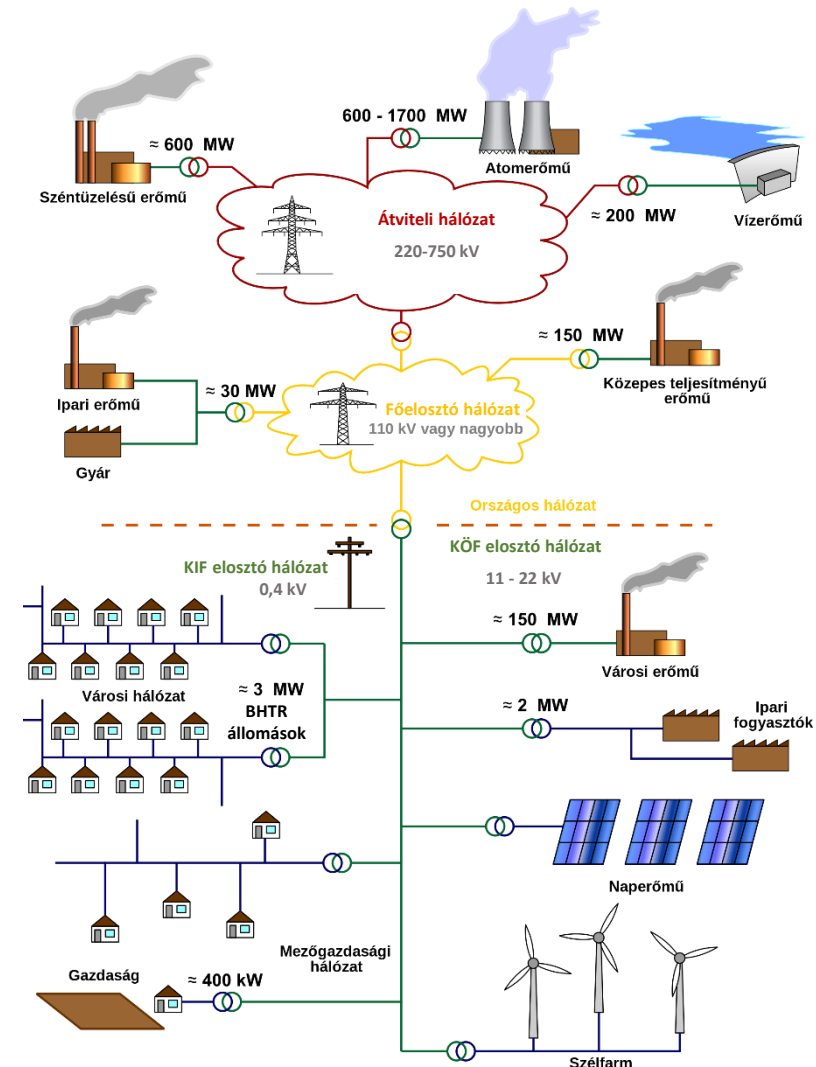
INFOWARE ZRT.

## Aktuális hálózati megoldások kihívásai

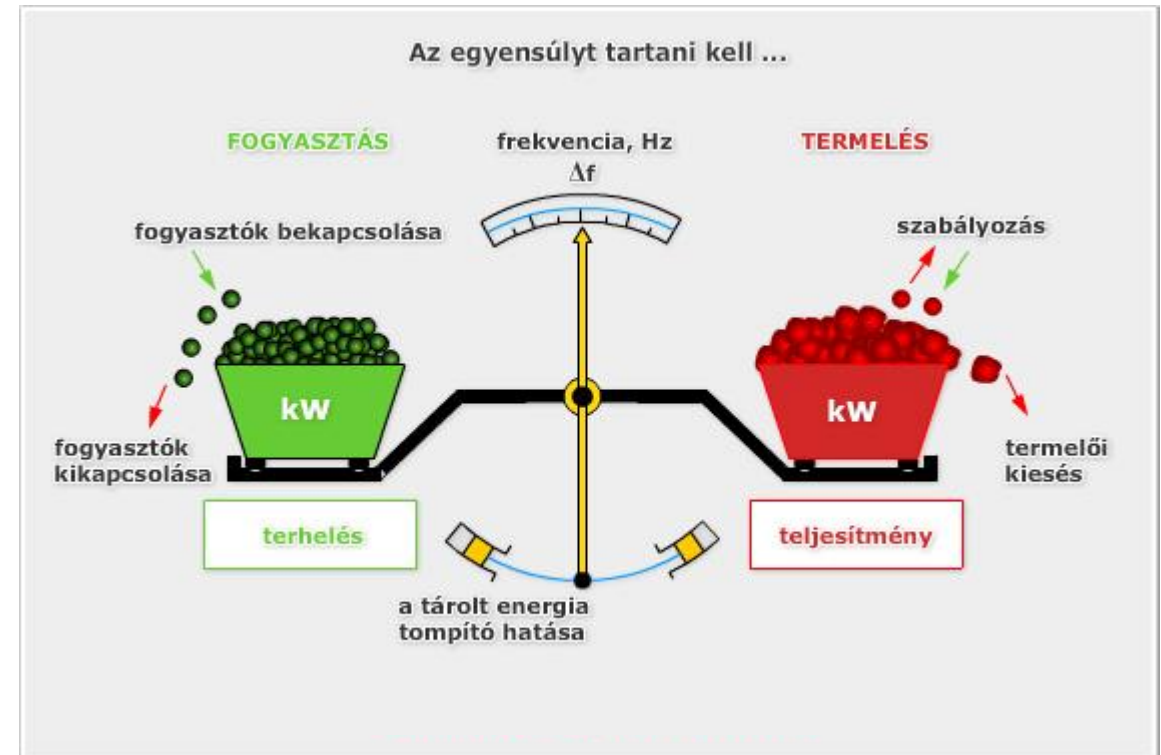
- INFOWARE energiatároló projektek
- DER eszközök villamos hálózati integrálása
- TSO alkalmazás
  - ❑ E.ON Aszófő 2MW/2MWh központi 2MW/2MWh tároló: FCR, aFRR
  - ❑ Nyírpazony 20 MW PV: mFRR 12,5
- DSO alkalmazás
  - ❑ DÉMÁSZ Kecel 30 kW / 137 kWh KIF hálózati tároló
  - ❑ DÉMÁSZ Földeák 0,5 MW/1,6 MWh 22 kV hálózati tároló:
    - Naperőmű time-shifting, SoC menedzsment
    - Vonali feszültség és meddőteljesítmény szabályozása
    - Vonali terhelés csökkentése
- Fogyasztói megoldások
  - ❑ Békéscsaba Smart Grid 1: fogyasztás és termelés optimalizálás
  - ❑ INFOWARE mikrogrid: teszt rendszer a fejlesztésekhez és alkalmazások teszteléséhez

Projekt megnevezés	Felhasználó	Munka megnevezése	Év
Elizabeth 0,5 MW/ 1 MWh BESS	A.W.E.	Konténer, 0,4 kV AC, gyártás, üzembe helyezés Vizsgálatok, tanúsítás	<b>2012</b>
ENTÁR 10 MW/6 MWh BESS Akkumulátoros Energia Tároló	ELMŰ-ÉMÁSZ	22 kV csatlakozás konténer tervezés, kivitelezés, üzembe helyezés	<b>2018</b>
MVM DSO BESS Kecel 20kW/134 kWh	NKM Áramhálózati Kft.	KIF Elosztó hálózati BESS és kommunikáció gyártás, engineering, installálás és üzembe helyezés	<b>2018</b>
MVM DSO BESS Zsombó 36kW/ 140 kWh	NKM Áramhálózati Kft.	KIF Elosztó hálózati BESS, installálás és üzembe helyezés	<b>2019</b>
Békéscsaba Smart Grid 1 projekt 1,3 MW PV, 1,2 MW/2,4 MWh BESS, 11 kV hálózat, SG vezérlő központ	Békéscsaba MJV	PV erőmű, BESS tároló, Parkoló fedés, 11 kV csatlakozás tervezés, engedélyeztetés, gyártás, telepítés, kivitelezés, üzembe helyezés	<b>2021</b>
IW Mikrogrid 30+2x20kW PV, 2*30kW/68,5 kWh BESS, EMS, SG központ	INFOWARE	PV erőmű, BESS tároló, 0,4 kV csatlakozás tervezés, gyártás, telepítés, kivitelezés, üzembe helyezés	<b>2020</b>
EON 2000 kW / 2300 kWh Li-ION BESS FCR, aFRR, DSO szolgáltatáshoz	EON	BESS tároló, 22 kV csatlakozás tervezés, gyártás, telepítés, kivitelezés, üzembe helyezés	<b>2022</b>
MVM DSO BESS Icarus projekt 500 kW / 1600 kWh Li-ION BESS	MVM Áramhálózati Kft.	KÖF Elosztó hálózati BESS és kommunikáció gyártás, engineering, installálás és üzembe helyezés	<b>2020</b>
Berente 6 MW / 6 MWh BESS aFRR szolgáltatás kiépítése	First Solar Kft.	Fővállalkozás, tervezés, komplett BESS technológia szállítása, INFOWARE SCADA/EMS, installáció, ÜH	<b>2024 (folyam.)</b>
Szolnok 20 MW / 60 MWh BESS hálózati alkalmazás megvalósítása	MAVIR	Teljes INFOWARE SCADA/EMS/szabályozás tervezése, gyártása, telepítése, üzembe helyezése	<b>2024 (folyam.)</b>

- Termelés – Szállítás – Elosztás – Fogyasztás
- Erőművek – Átviteli hál – Elosztó hál – Fogyasztók
- Erőművek:
  - Atomerőművek Nagy
  - Fosszilis erőművek Nagy
  - Vízierőművek Nagy/Közepes/Kis
  - Gázturbinás, gázmotoros Közepes/Kis
  - Időjárásfüggő (Szél + PV) Közepes/Kis
- Átviteli hálózat
  - 220 kV / 400 kV / 750 kV hálózat
  - Alállomás + Távvezeték
- Elosztó hálózat
  - 110 (132) kV / 22 kV / 11 kV / 0,4 kV
  - Alállomás + Távvezeték + Kábel + BHTR + Oszlop Trf
- Fogyasztók
  - Ipari + mezőgazdasági
  - Lakossági

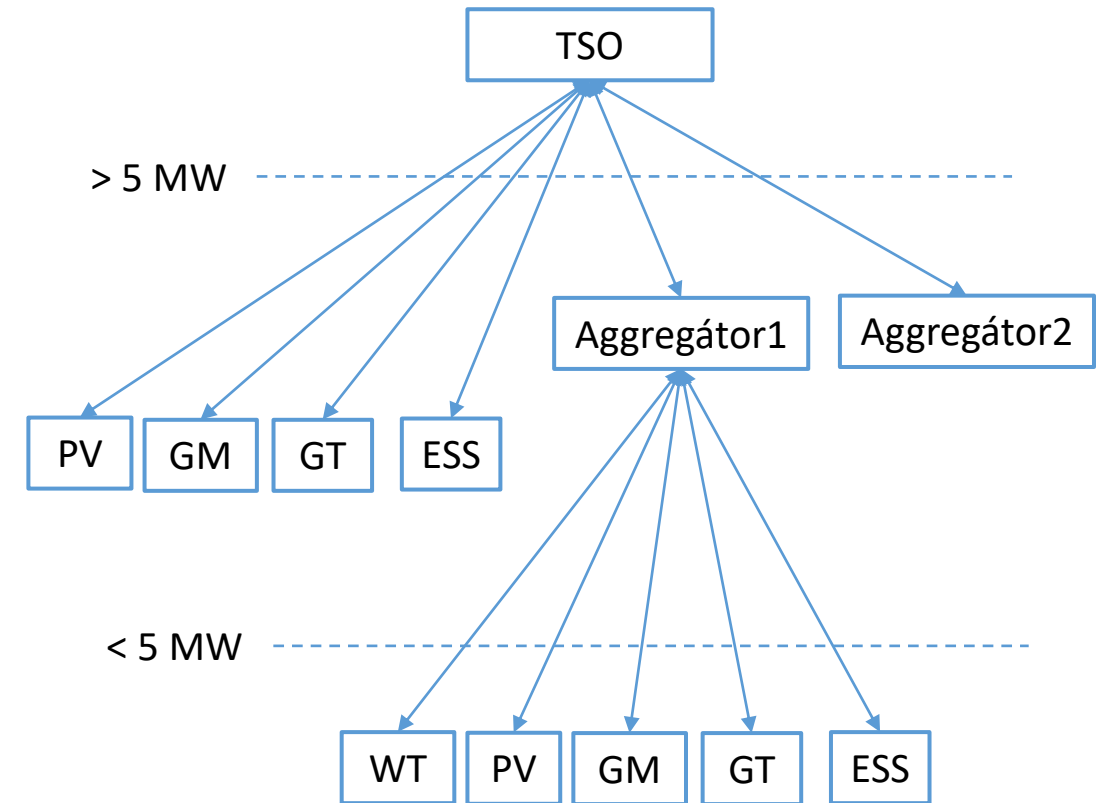


- Termelés – Fogyasztás: Egyensúly
- Ha nincs egyensúly  $\rightarrow \Delta f$  keletkezik (tempomat analógia):
  - Túl sok termelés  $\rightarrow + \Delta f$
  - Túl sok fogyasztás  $\rightarrow - \Delta f$
  - Ezért a frekvenciát szabályozni kell
- Frekvencia szabályozási stratégiák
  - FFR (Fast Frequency Reserve)
  - FCR (Frequency Containment Reserve)
  - aFRR (automatic Frequency Restoration Reserve)
  - mFRR (manual Frequency Restoration Reserve)
- Frekvencia szabályozási lehetőségek
  - Erőművek be- kikapcsolása, szabályozása
  - Fogyasztók be- kikapcsolása, szabályozása
  - Tárolók vezérlése, szabályozása



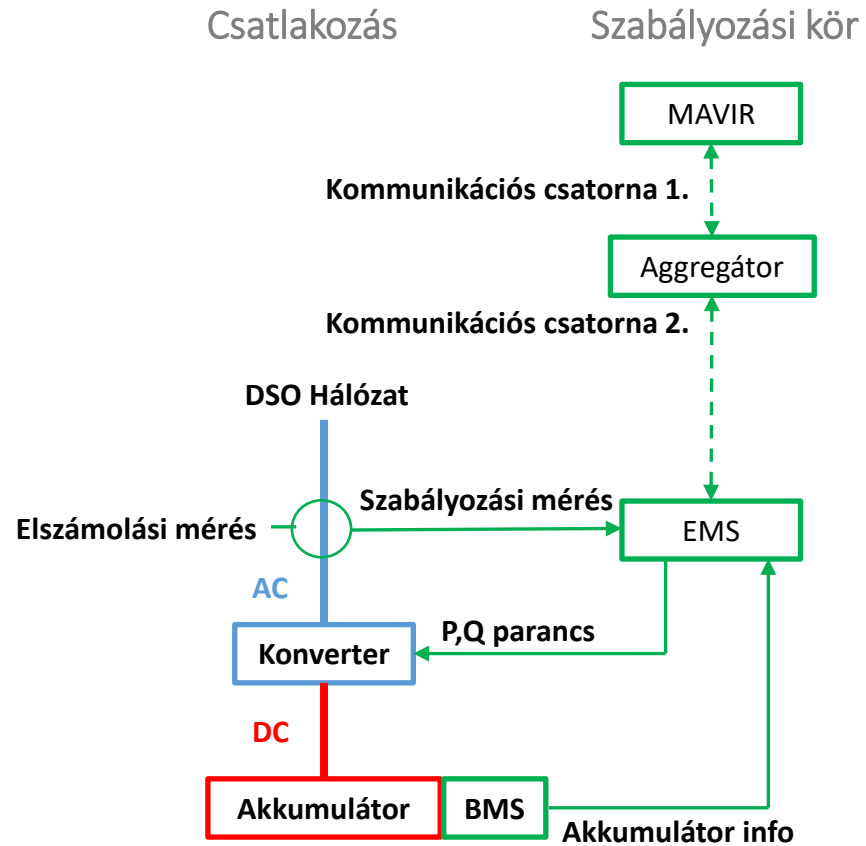
## A TSO kiszolgálás funkciói

- MAVIR (TSO) frekvencia szabályozás direkt kapcsolattal 5 MW (ideiglenesen 3 MW) felett.
- MAVIR frekvencia szabályozás aggregátorokon (régén szabályozó központ volt: VPP, GÜR stb.) keresztül az 5 MW-nál kisebb egységek esetén.
- Az Aggregátor összefogja a kisebb egységeket és a MAVIR felé mint 5MW-nál nagyobb egység mutatkozik.
- FEL szabályozás: energiahiány esetén (frekvencia < 50 Hz) az egységeknek feltápláló parancsot ad.
- LE szabályozás: energiatöbblet esetén (frekvencia > 50 Hz) az egységeknek termelés leszabályozó parancsot ad.
- FCR szabályozás (Frequency Containment Reserve) gyors automatikus helyi szabályozás
- aFRR szabályozás (automatic Frequency Restoration Reserve) MAVIR szabályozási körbe bevonással kb. 1 perc reakcióidővel
- mFRR szabályozás (manual Frequency Restoration Reserve) MAVIR központi vezérlő paranccsal végrehajtva



# 03 // 01 MAVIR (TSO) alkalmazások E.ON Aszófő 2MW/2MWh központi tároló

aFRR / mFRR (automatic / manual Frequency Restoration Reserve) szabályozás tárolóval

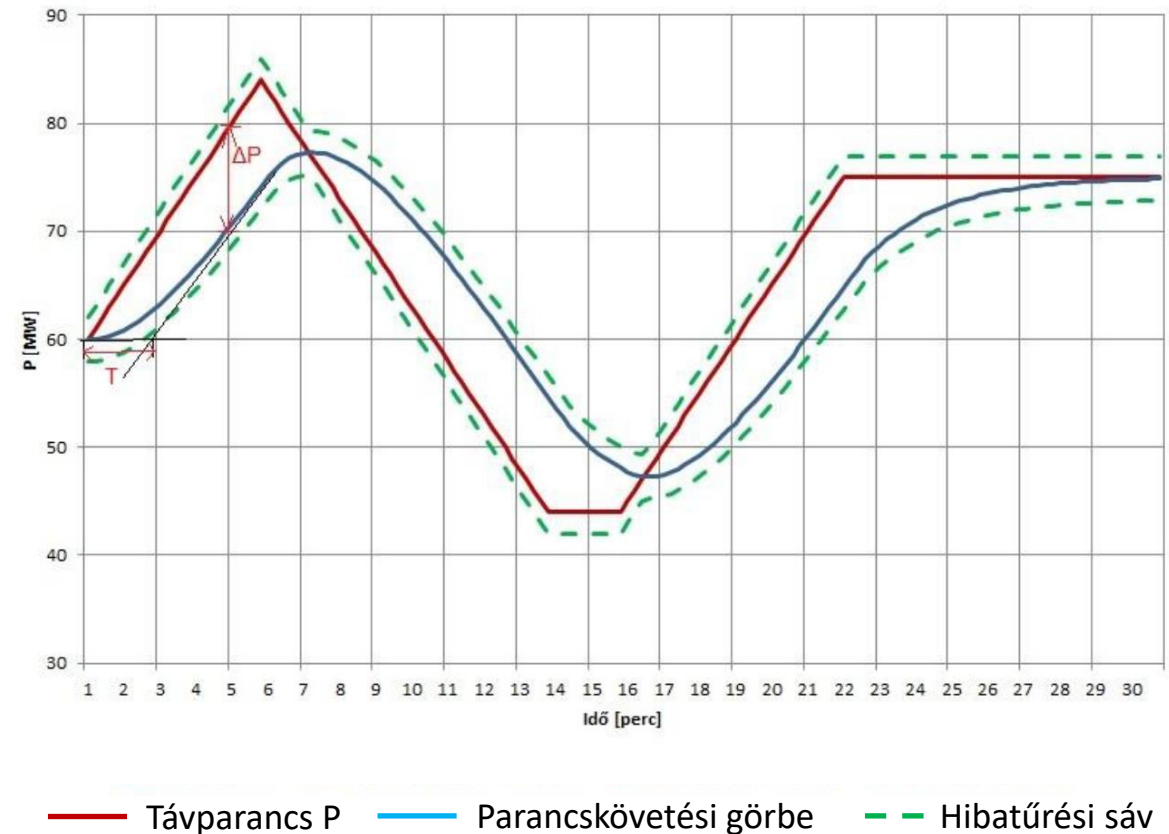


## 03 // 02 MAVIR (TSO) alkalmazások Üzemi Szabályzat (ÜSZ) M34. – 2023.8.30. rendelkezései

### aFRR (automatic Frequency Restoration Reserve)

- Automatikus (zárthurkú) TSO szintű szabályozás: a szabályozási P parancsokat a TSO automatikusan adja ki.
- Zárt hurkú tesztelési eljárás:
  - Jelzések, mérések megfelelőségének ellenőrzése.
  - A zárt hurkú szabályozásban kiadható jeleket megfelelően értelmezi.
  - Parancskövetés pontosságának ellenőrzése állandósult és változó parancsjel mellett (H: követési hiba és T: parancs végrehajtás késleltetési idő).
  - Szabályozási határértékeken történő üzemelés (Pszmin, Pszmax).
  - Utasított egység viselkedése a pozitív és negatív irányú szabályozási ciklusok során (PügrFe, PügrLe), illetve szabályozási irányváltáskor.

Tartandó teljesítmény sáv



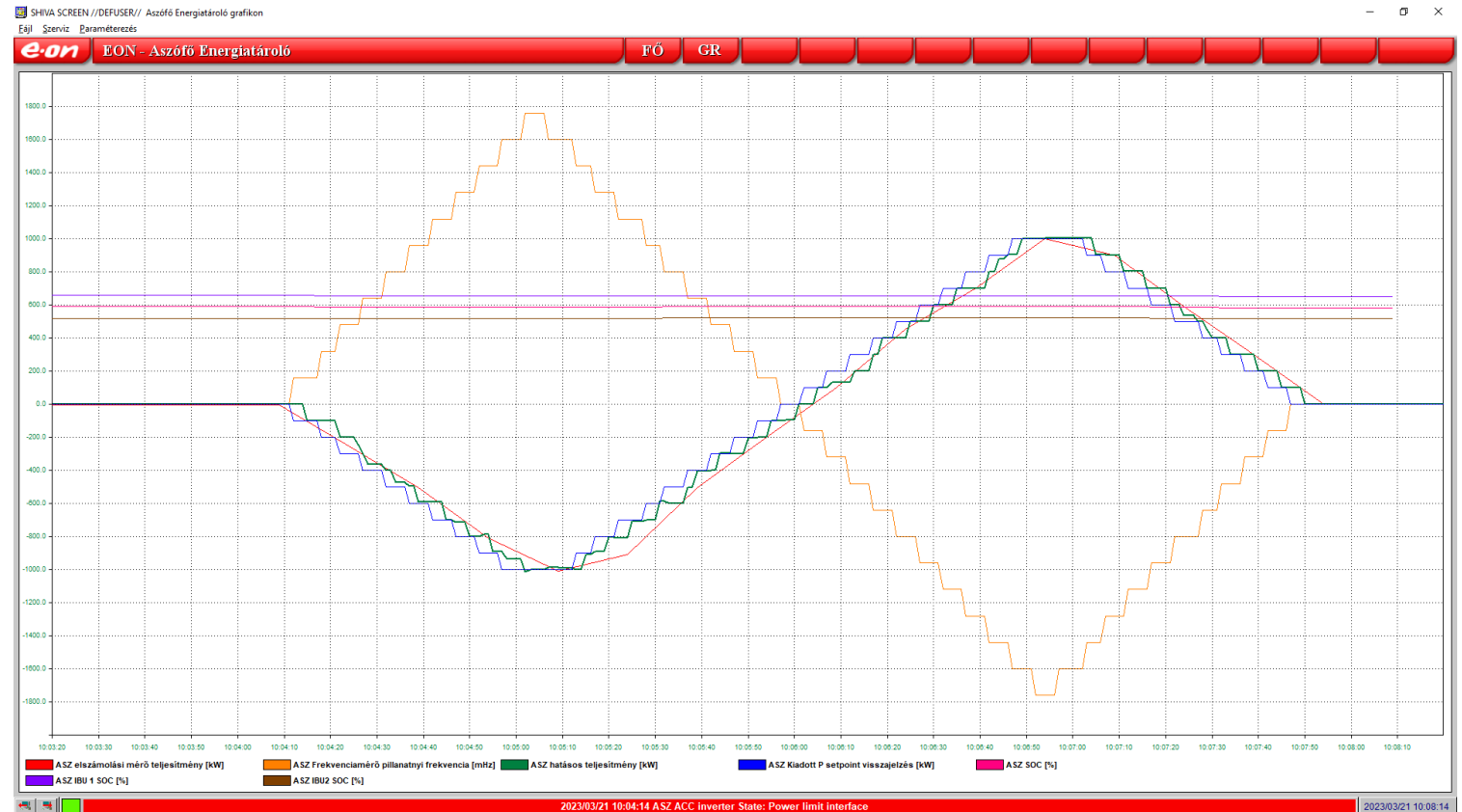


# 03 // 03 MAVIR (TSO) alkalmazások

## E.ON Aszófő 2MW/2MWh központi tároló

### FCR (Frequency Containment Reserve)

- Automatikus helyi szabályozás közvetlen frekvencia méréssel
- **Tesztelési eljárás:**
  - A frekvenciamérő bemenetre szimulált jelet adunk
  - Lépcsős mérés esetén: 5 sec időtartamú 20 mHz-es lépésekben növelt 50 Hz+220 mHz-ig, majd csökkentett 50 Hz-220 mHz-ig, majd vissza az 50 Hz+0 mHz eléréséig.
  - Megfelelő ha teljesítmény változása a beállított karakterisztikának megfelelően +/- 10%-on belül követi és az előírás szerinti időtartamig megtartja.



Frekvenciamérő bemenet



Szabályozó P parancs



Szabályozó mért P

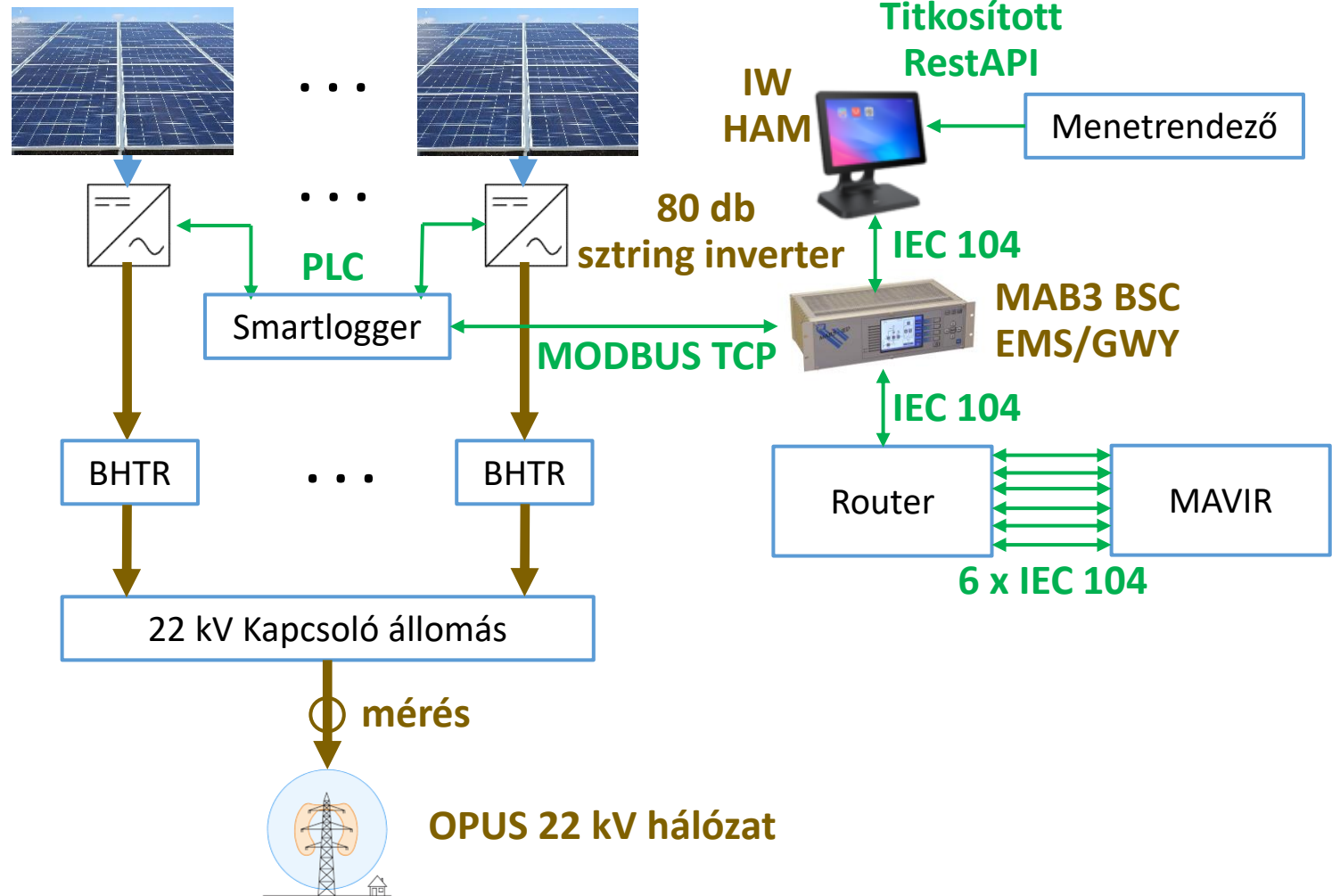


Elszámolási mérő mért P

## 03 // 04 MAVIR (TSO) alkalmazások Nyírpazony 20 MW PV kiserőmű

### mFRR (manual Frequency Restoration Reserve)

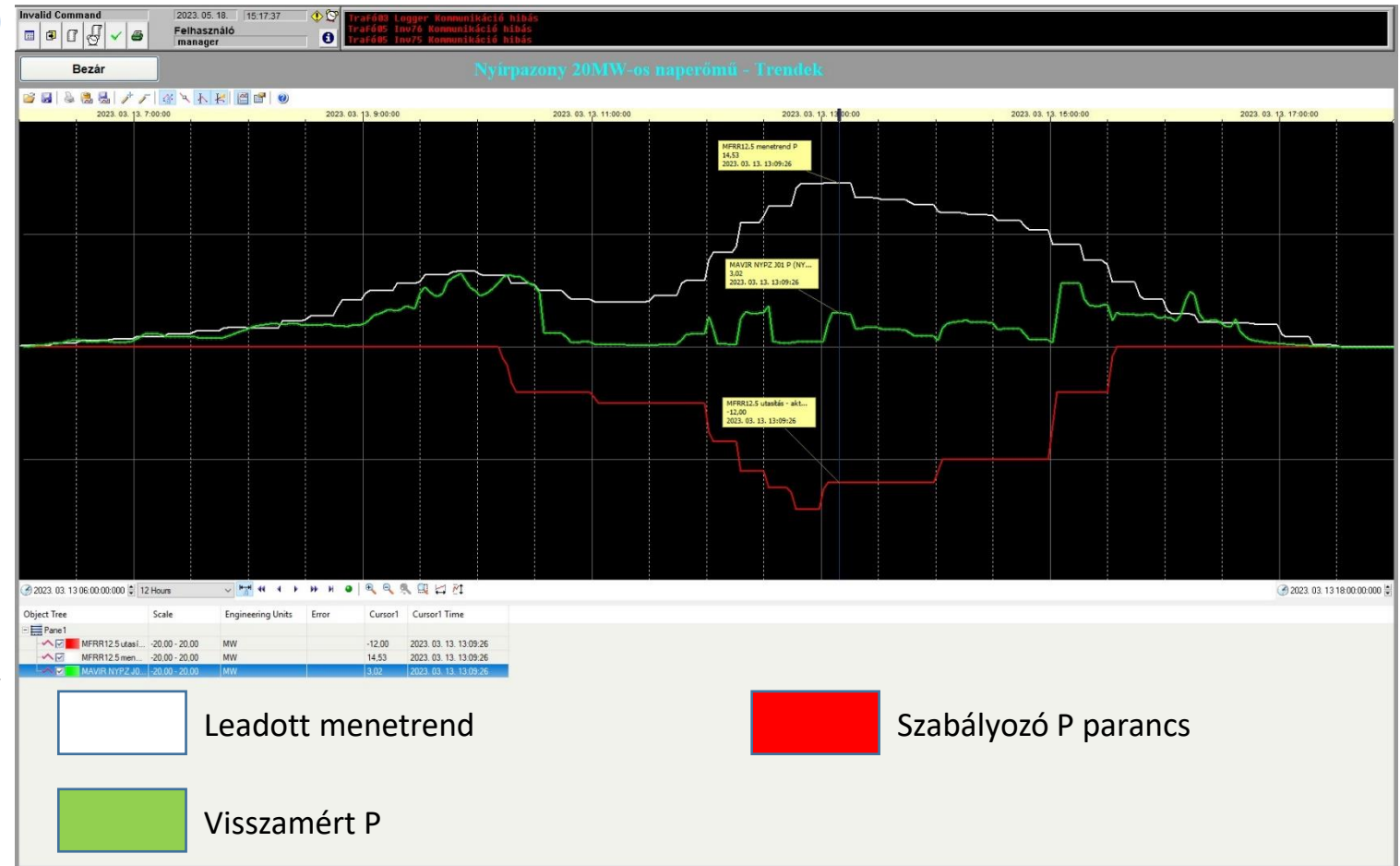
- TSO szintű szabályozás: a szabályozási  $\Delta P$  parancsokat a TSO manuálisan adja ki.
- mFRR (12,5) végrehajtás:
  - ENTSO-E alapú, mérlegkörnek leadott, menetrend XML formátumú fogadása
  - Menetrend feldolgozása
  - Módosító  $\Delta P$  parancs fogadása MAVIR-tól: 5 db  $\frac{1}{4}$  órás
  - Az egyedi inverterek módosító  $\Delta P$  értékeinek kiszámítása
  - Smartloggeren keresztül a 80 db Sungrow inverternek egyenkénti alapteljesítmény korlátozása



# 03 // 05 MAVIR (TSO) alkalmazások Nyírpazony 20 MW PV kiserőmű

## mFRR (manual Frequency Restoration Reserve)

- TSO szintű szabályozás: a szabályozási P parancsokat a TSO manuálisan adja ki.
- mFRR (12,5) tesztelési eljárás:
  - Az mFRR 12,5 kiegyenlítő szabályozási képesség ellenőrzése minimum 2 órás tesztüzemet igényel.
  - A szabályozási utasítások végrehajtását az utasított egység üzemeltetője végzi.
- A szabályozási képességet ellenőrző teszt alkalmával az alábbi paraméterek megfelelőségét vizsgálja a Rendszerirányító:
  - Szabályozási határértékeken történő üzemelés (P<sub>ümin</sub>, P<sub>ümax</sub>), legalább egy negyedóra időtartamig.
  - A kiadott utasítás követésének pontossága

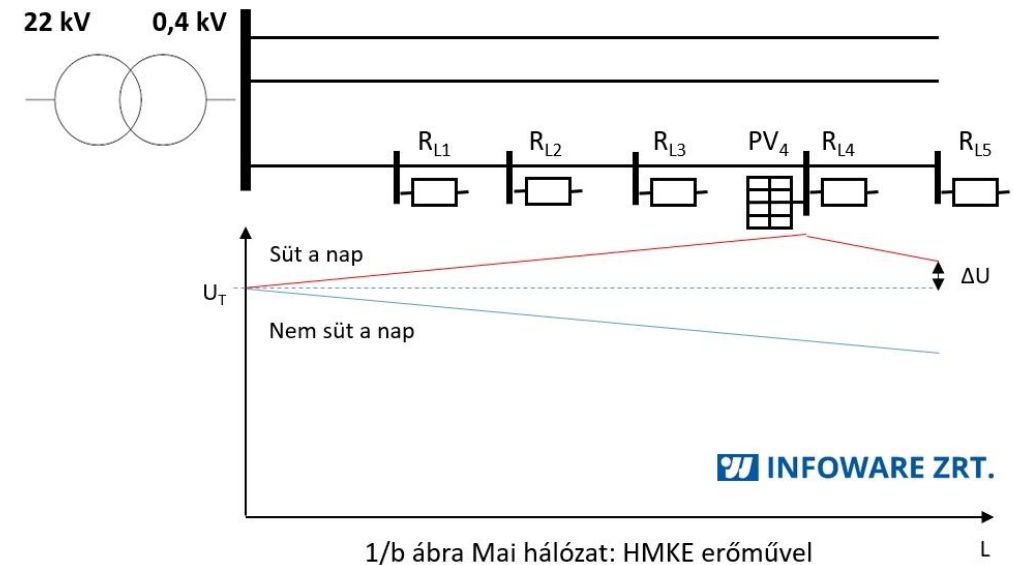
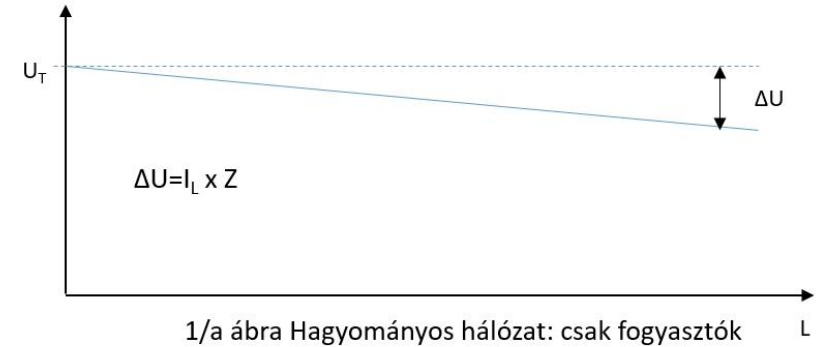


# 04 // 01 DSO Áramhálózati alkalmazások

## ELO vonali feszültség szabályozás

### A DSO feszültség viszonyai

- Hagyományosan a feszültség a vezeték vége felé csökken
- A PV-k emelik a feszültséget a csatlakozási helyen
- A vezeték végén a feszültség sokkal jobban ingadozik
- Ha a feszültség túl magas, PV lekapcsol
- Több-féle megoldás létezik:  
Pl. feszültség szabályozás BESS-szel

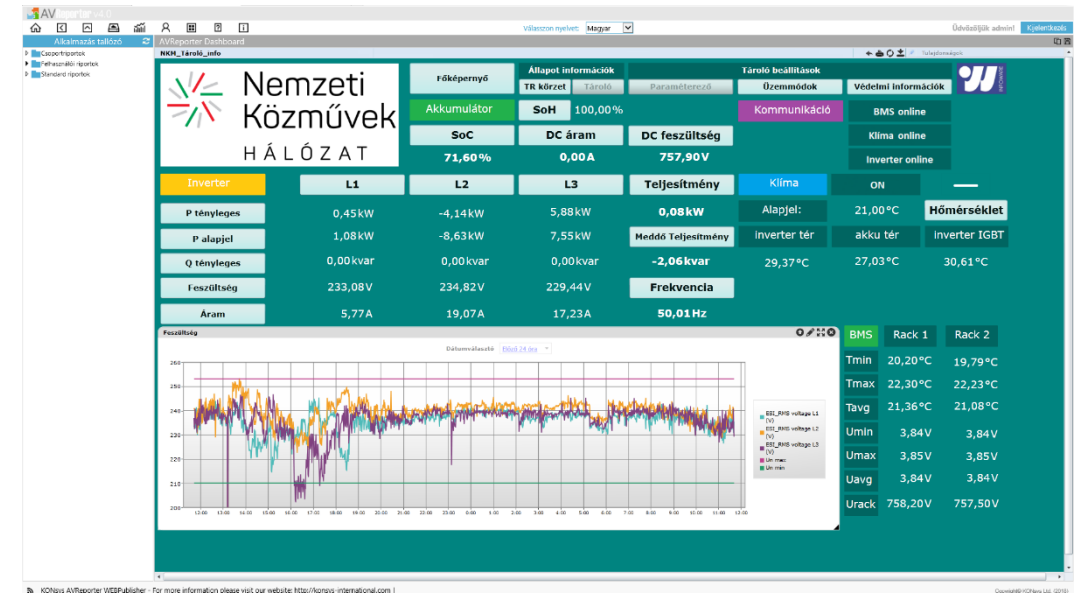


# 04 // 02 DSO Áramhálózati alkalmazások

## DÉMÁSZ Kecel 30 kW / 137 kWh KIF BESS tároló

### A DSO kiszolgálás funkciói

- Távvezérlés üzemmódban a Control irányból lehet vezérelni a szabványos IEC 104, RestAPI, MODBUS vonalon
- Szolgáltatja a szükséges akkumulátor adatokat:
  - $f$ ,  $\cos\phi$ , SoC, SoH, I, U, P, Q
- Távvezérléskor menetrendtartásra alkalmazható
- Virtuális erőmű hálózat részeként VPP alkalmazásba is bevonható
- Meddő szabályozásra is alkalmas
- Helyi autonóm üzemmódban az alábbi feladatokat végzi el:
  - Napi menetrend a kábelterhelések és a PV erőművek napi ciklusú hatásainak csökkentésére
  - Feszültség szabályozás és szimmetrizálás a lakossági fogyasztói/termelői ingadozások által keltett feszültségminőségi problémák kiküszöbölésére**

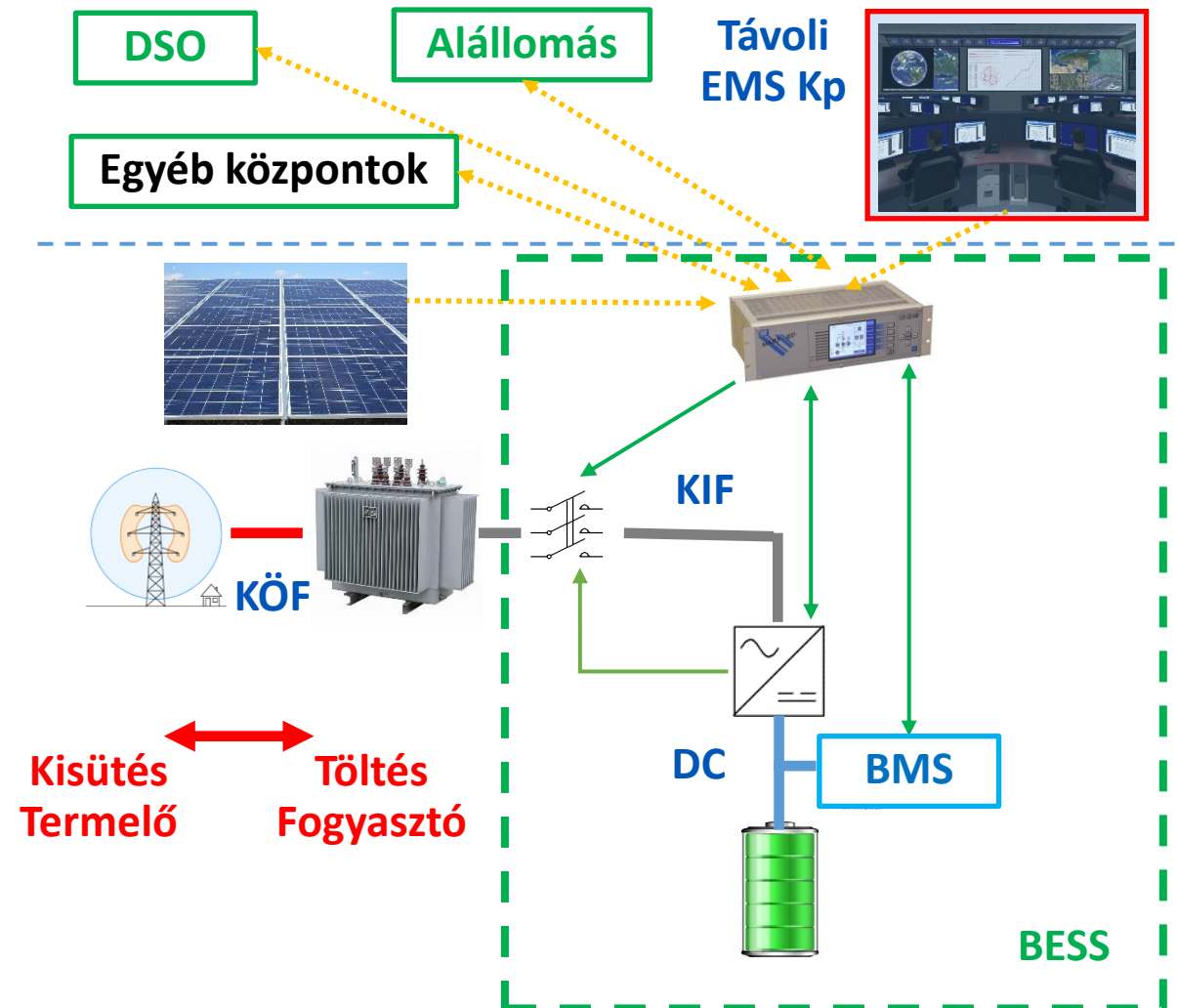


# 04 // 03 DSO Áramhálózati alkalmazások

## DÉMÁSZ Földeák 0,5 MW / 1,6 MWh 22 kV BESS tároló

### A DSO kiszolgálás funkciói

- Hálózatról leválasztott üzemmód
- Készenléti üzemmód
- 22 kV-os hálózati feszültség szabályozása
- Meddőteljesítmény kompenzálás
- Vonali terhelések kiegyenlítése
- Kiserőmű termelésének kiegyenlítése
- Hálózati kapacitások menedzselése
- Rendszerirányítás támogatásának lehetősége
- Együttműködés lehetősége okoshálózatba szervezett berendezésekkel
- State of Charge (SoC) menedzsment
- Többlepcsős akkumulátorvédelem
- Rendszerszintű védelmek
- Naperőmű menetrend tartása
- Multifunkcionális üzem: 3 üzemmód párhuzamosan



# 04 // 4 DSO Áramhálózati alkalmazások

## DÉMÁSZ Földeák 0,5 MW / 1,6 MWh 22 kV BESS tároló

### Általános műszaki adatok

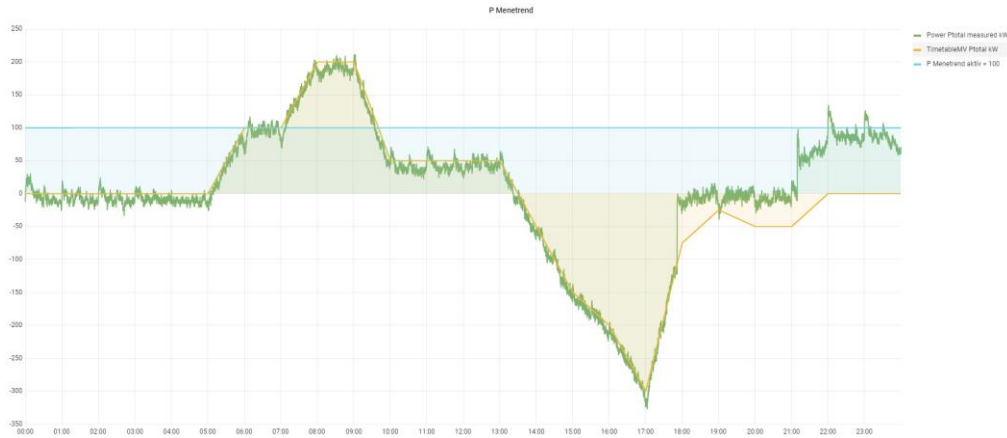
- Névleges energia kapacitás: 1 643,7 kWh
- Névleges DC feszültség: 728,6 V
- Maximális DC feszültség: 822 V
- Minimális DC feszültség: 633 V
- Akkumulátor modulok típusa: SAMSUNG SDI NMC M2f 22S1P
- Akkumulátor modulok száma: 216 db
- Akkumulátor rack-ek száma: 24 db
- Névleges teljesítmény: 500 kW
- Névleges AC feszültség: 0,4 kV 3f
- Tömeg: 28 100 kg
- Méretek Ho x Szé x Ma: 12 192 x 3 000 x 3 300 mm



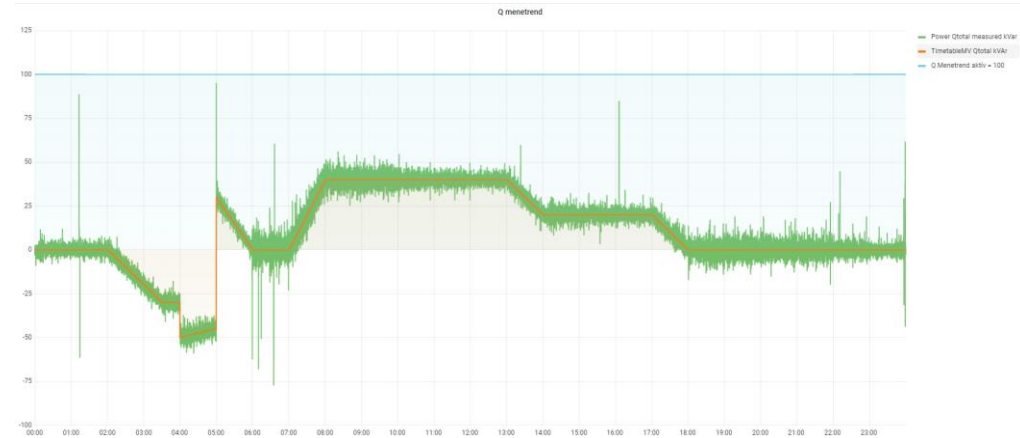
# 04 // 05 DSO Áramhálózati alkalmazások

## DÉMÁSZ Földeák 0,5 MW / 1,6 MWh 22 kV BESS tároló

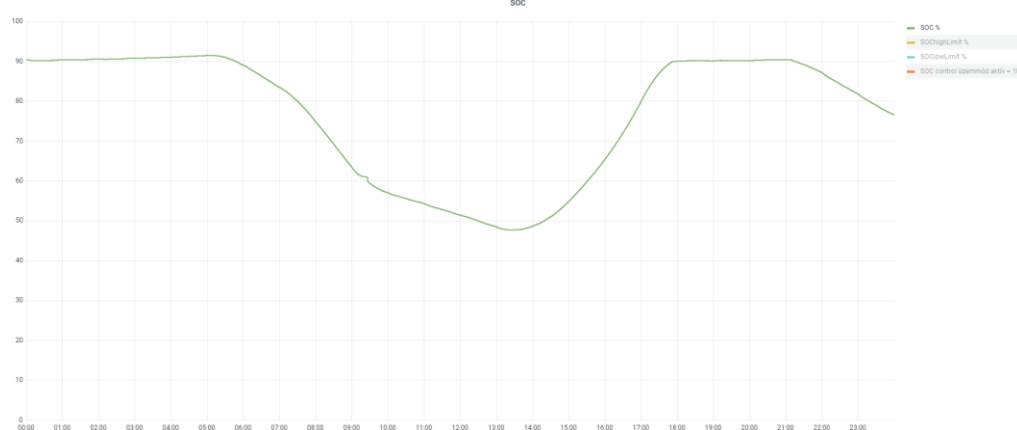
### P menetrend tartása



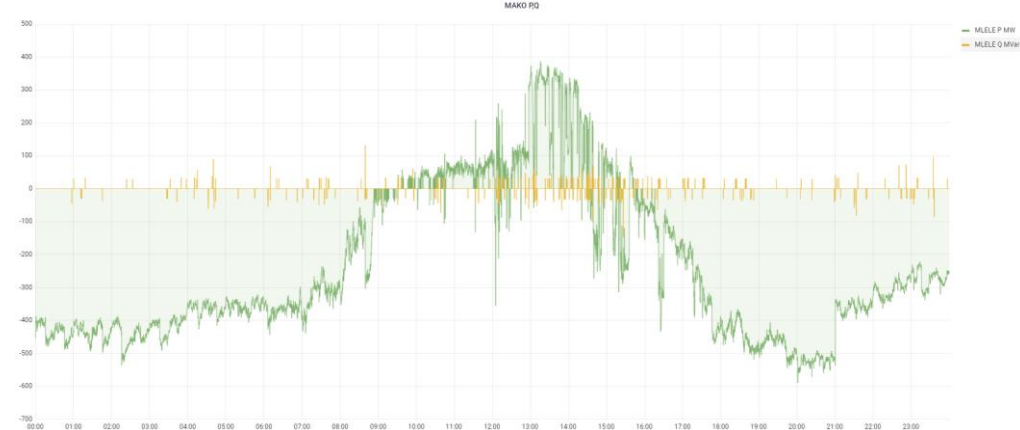
### Q menetrend tartása



### P menetrend SoC alakulása



### vonali Q zérusra szabályozása

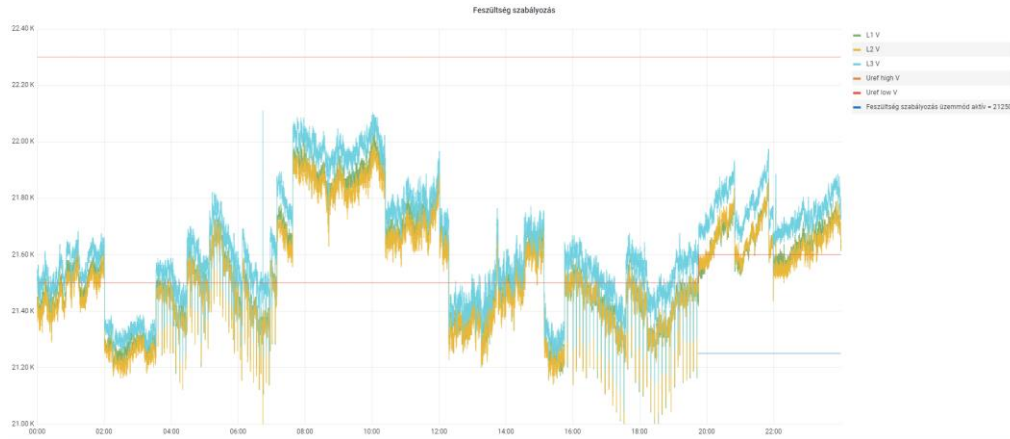




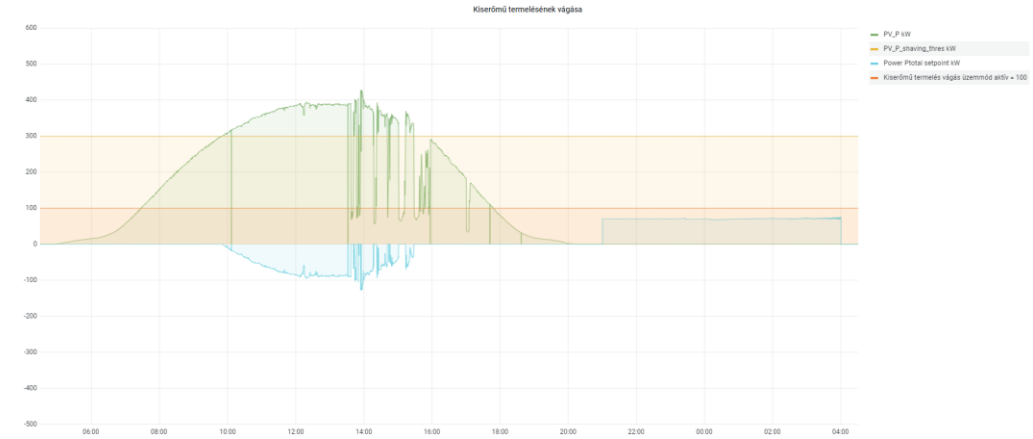
# 04 // 05 DSO Áramhálózati alkalmazások

## DÉMÁSZ Földeák 0,5 MW / 1,6 MWh 22 kV BESS tároló

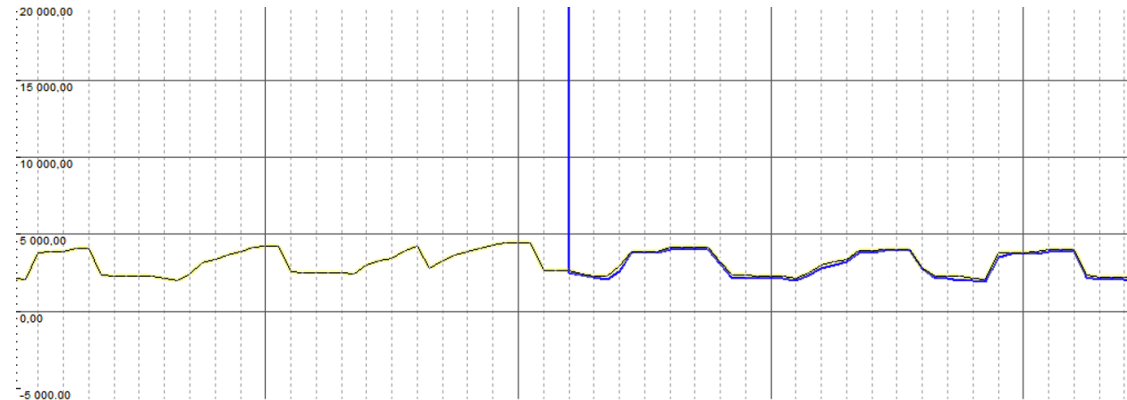
### Csatlakozási pont feszültsége szabályozás nélkül/szabályozással



### Naperőmű termelés vágás, time-shifting



### Betáplálási teljesítmény / segédüzemi teljesítmény üresjárásban



### Naperőmű menetrendtartás



## Közösségi, helyi energiaellátás jellegzetességei

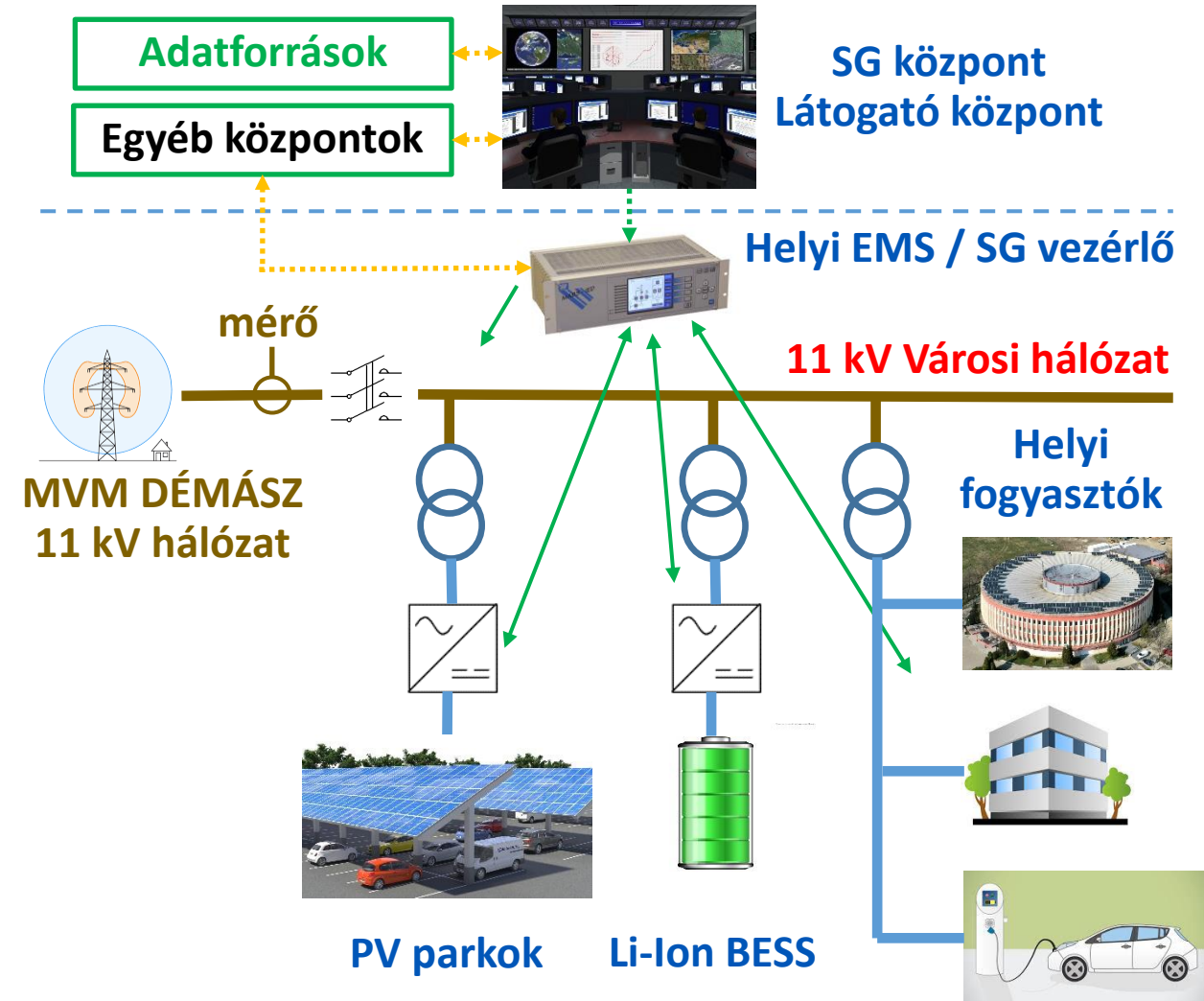
- Kommunális rendszerek: önkormányzatok, ipari parkok, energia közösségek
- Helyi termelők: PV, Szél, Gázmotor
- Helyi fogyasztók: lakosság, önkormányzati létesítmények, ipari üzemek
- Helyi mikrogrid vezérlő központ energiatárolókkal
- Lokális elszámolás
- Szolgáltatás a hálózat felé: termelés és flexibilitás
- Előnyök:
  - Kedvezőbb fogyasztói árak
  - Kedvezőbb termelői árak
  - Hálózat tehermentesítése
  - Hálózati stabilitás elősegítése
  - Bevételi lehetőség a közösségeknek



## 05 // 02 Fogasztói megoldások Békéscsaba Smart Grid 1 rendszer

### Békéscsaba SG rendszer elemei:

- MVM DÉMÁSZ 11 kV hálózati csatlakozás: 2,5 MW
- Városi saját tulajdonú 11 kV-os hálózat
- PV parkok: 3 db, összesen 1,3 MW
- Li-Ion akkumulátoros energiatároló: 1,2 MW / 2,4 MWh
- Helyi SG irányítástechnikai rendszer
- Intelligens térvilágítás
- Biztonsági kamera rendszer
- Smart Grid rendszer, látogató központ
- 0,4 kV-os helyi fogyasztók:
  - Városi sport csarnok
  - Vívó csarnok
  - 150 kW e-busz/autó töltő



## 05 // 03 Fogasztói megoldások (Békéscsaba Smart Grid 1 rendszer)

### AK – Akkumulátor konténer

- 45' HC Konténeres Lítiumion akkumulátor rendszer
  - 2 db vezérelt Mitsubishi légkondicionáló
  - Vezérelhető szellőző rendszer
  - **Méreggázsűrő rendszer**
- SAMSUNG SDI m2f Lítiumion NMC akkumulátor modulok
  - 7040 db cella 320 modulban (22 cella/modul 22S1P)
  - 40 db rack 8 blokkban (5 rack/blokk)
  - SAMSUNG SDI akkumulátor BMS és Switchgear
  - **INTILION tűzvédelmi rekeszrendszer**
- INTILION akkumulátor vezérlés és védelem
  - 1 db ICU + 2x4 db IBU
  - 2 db 3+1 mezős DC csatoló szekrény



# 05 // 04 Eredmények, Hálózati vételezés minimalizálása

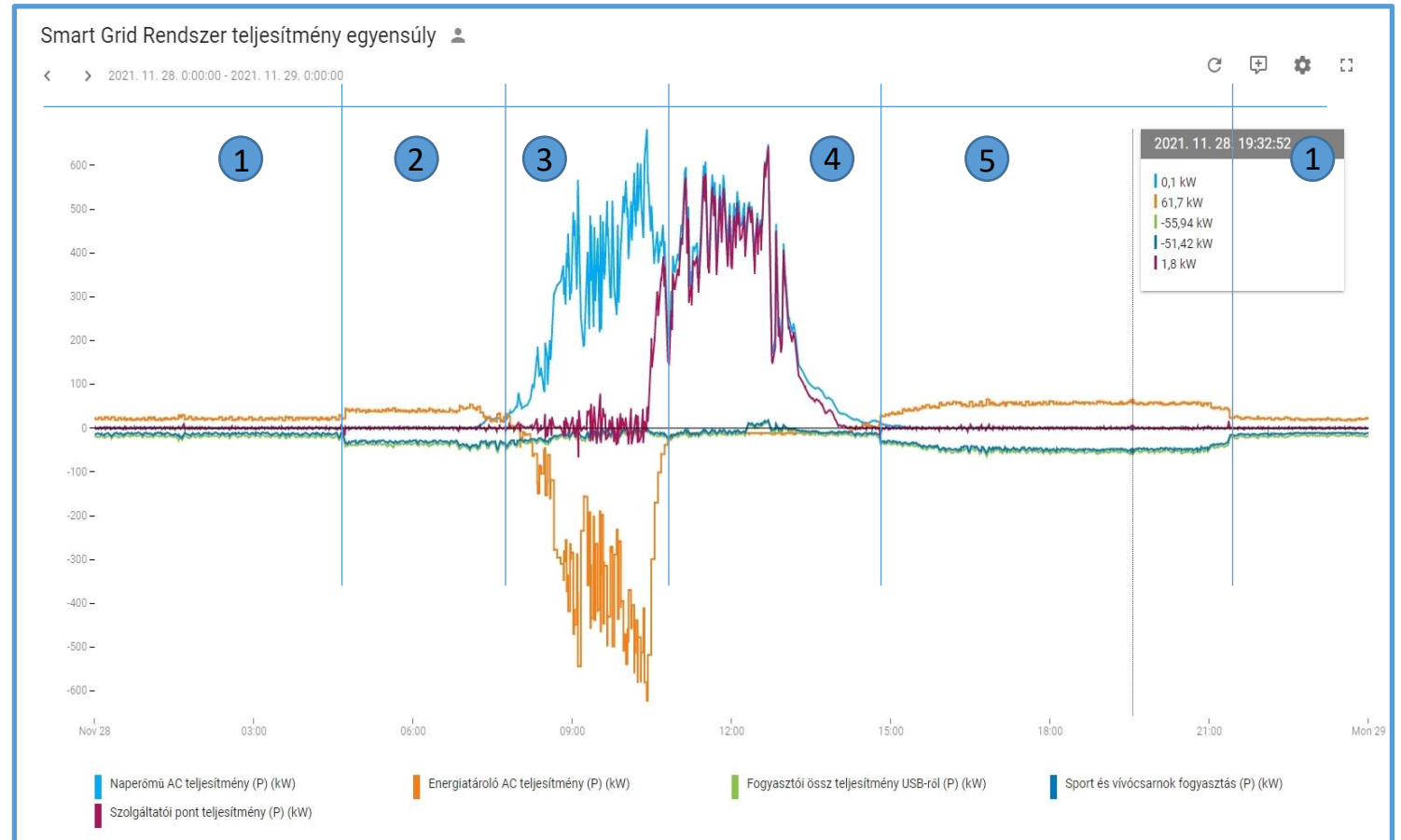
## 2021 nov. 28. (V) BRSE – VASAS röplabda meccs: ellátás csak BESS v. PV

### Villamos jellegzetességek:

- Városi Sportcsarnok ellátása Smart Gridről
- Este meccs, TV4 közvetítés, magas nézőszám
- Emiatt kétszeres fogyasztás a meccs alatt
- Naperőmű termelés borús, téli profilú
- A PV +BESS teljes mértékben ellátta a

### Szabályozás fázisai, ellátás módja:

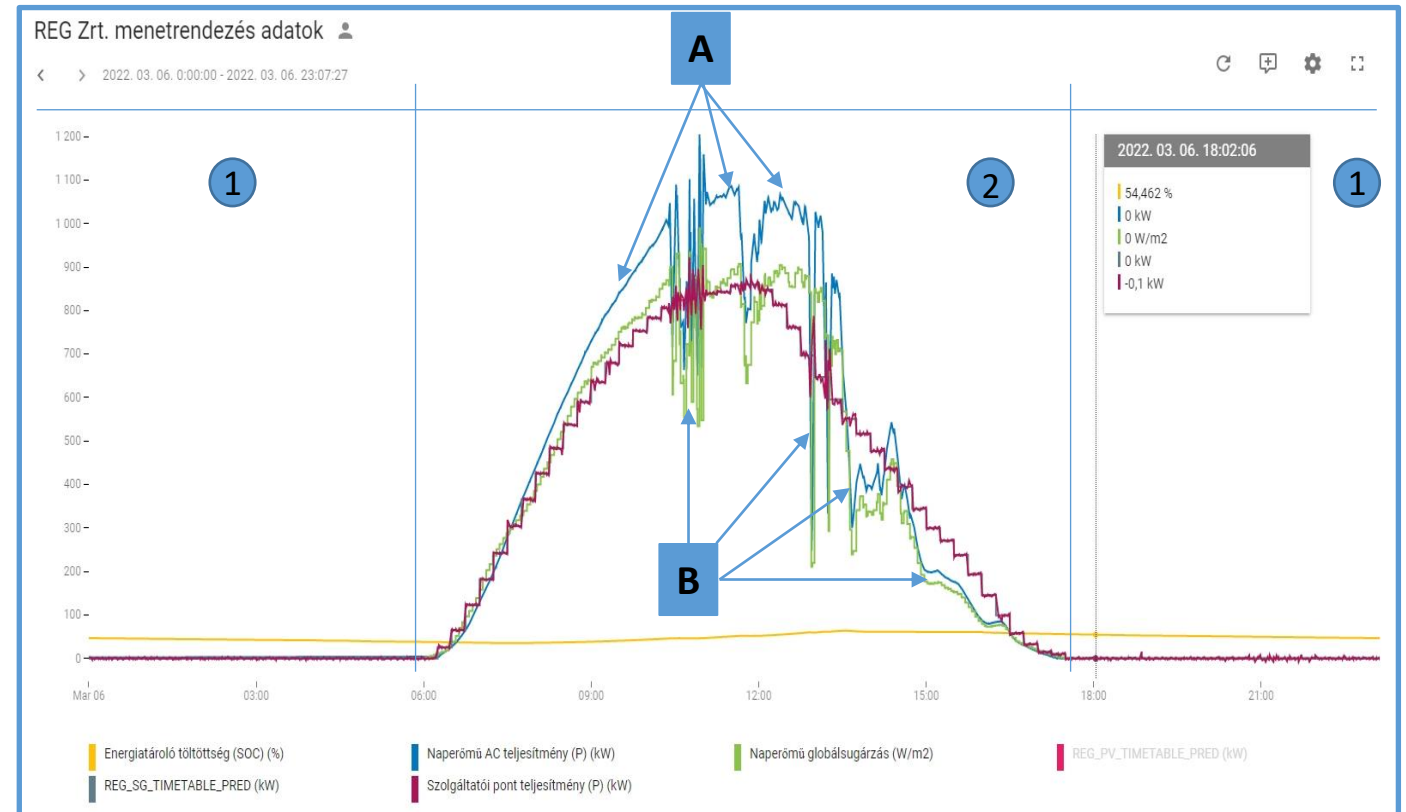
1. Alacsony éjszakai fogyasztás, tárolóból
2. Normál délelőtti fogyasztás, tárolóból
3. Délelőtt tároló feltöltés, PV-ből
4. Délután ellátás PV-ből + többlet energia hálózatra termelése, értékesítése alacsony átalánydíjas áron
5. Este nagy fogyasztású verseny ellátása tárolóból



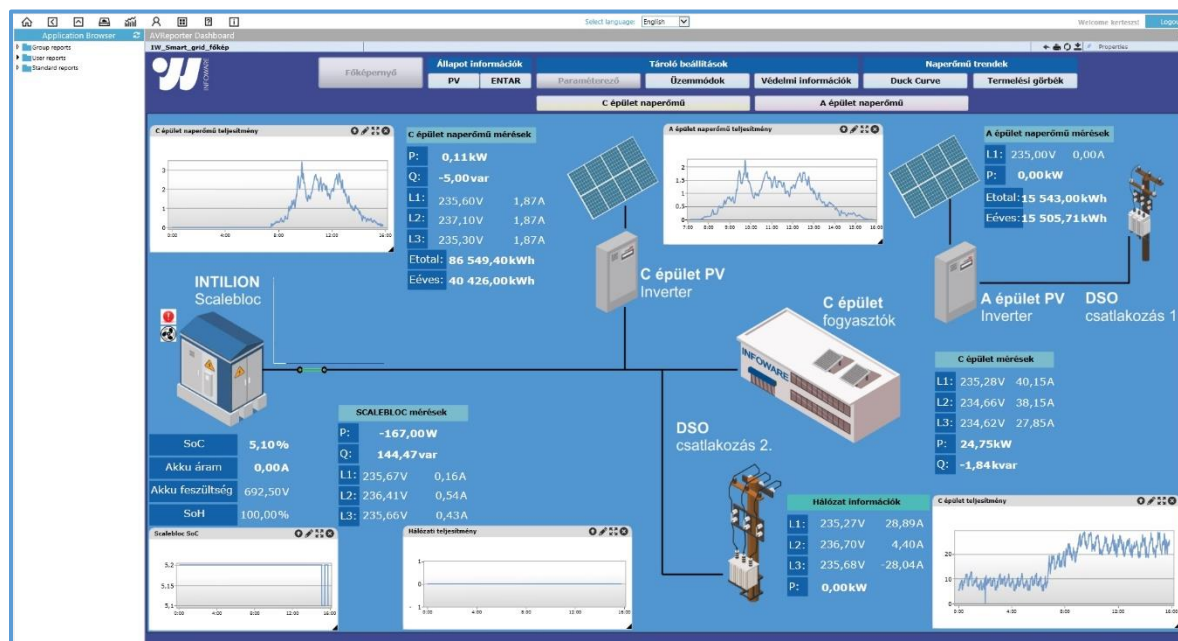
# 05 // 05 Eredmények, PV termelés HUPX értékesítés Menetrendtartás BESS szabályozással

## Menetrend tartás eredményei

- 2022. március 1-től HUPX értékesítés magas tőzsdei áron
- REG Zrt. Menetrendadás INFOWARE fogyasztás előrejelzés és REG termelés előrejelzés adatokkal
- Menetrendtartás INFOWARE BESS szabályozóval
- 2022. március 6 -i SG energia folyamatok:
  1. Éjszakai üzemmód: SoC vezérlés, fogyasztók ellátása tárolóról v. hálózatról (amelyik kedvezőbb)
  2. Nappali üzemmód: menetrendtartás (lépcsős görbe: menetrend és a hálózati teljesítmény fedi egymást)
- A. eset: többlet termelés tárolása BESS-be (töltés)
- B. eset: alacsony termelés kiegészítése BESS kitárolással (kisütés)
- SoC vezérlés: optimális SoC előállítás a másnapi szabályozáshoz
- Műszaki korlátok: BESS teljesítmény/kapacitás



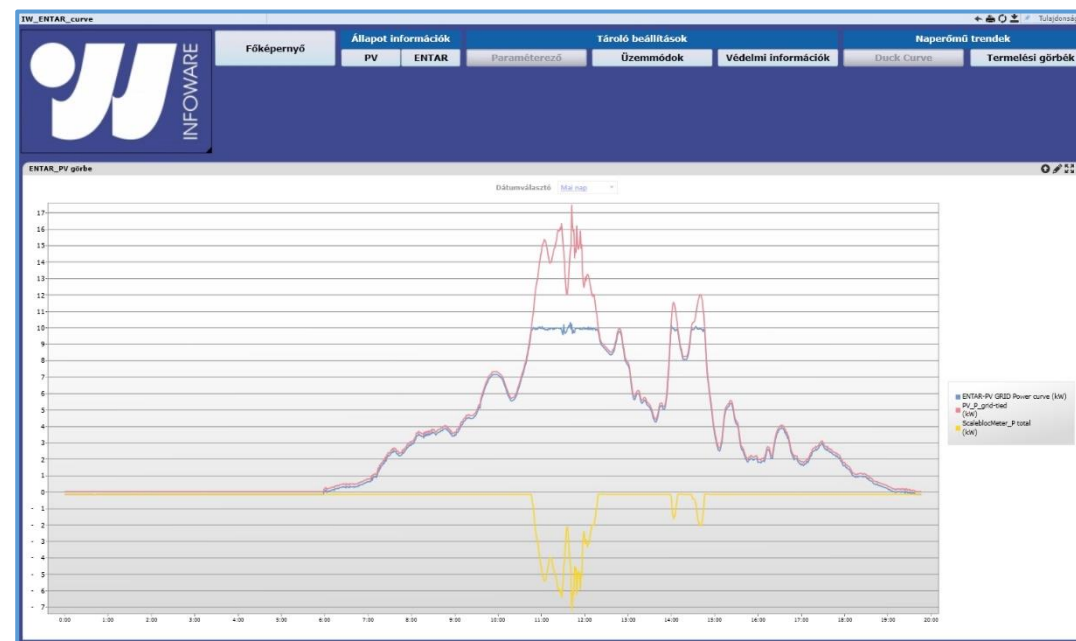
## INFOWARE mikrogrid struktúrája



Eszközök: Vállalati LAN; MAB3 EMS vezérlő (távolról is elérhető); HMI;

„C” ép: 30 + 20 kW PV; 30 kW/68,5 kWh BESS; fogyasztásmérők;

## Power shaping funkció ellenőrzésére



„A” ép: 22 kW PV; 30 kW/68,5 kWh BESS; fogyasztásmérők

# Kontakt személyek

---



**INFOWARE ZRT.**

## **INFOWARE Office**

Tel: +36 24 465 171

E-mail: [office@infoware.hu](mailto:office@infoware.hu)

## **KERTÉSZ, Sándor /CEO/**

Tel: +36 30 940 4747

E-mail: [kerteszs@infoware.hu](mailto:kerteszs@infoware.hu)

## **NEMES, Zoltán /Intelligent Systems DM/**

Tel: +36 20 942 3295

E-mail: [nemesz@infoware.hu](mailto:nemesz@infoware.hu)

## **BÁN, László /Energy Projects DM/**

Tel: +36 30 971 9384

E-mail: [banl@infoware.hu](mailto:banl@infoware.hu)

## **GYÓNI, Tibor /Development Manager/**

Tel: +36 30 302 5545

E-mail: [gyonit@infoware.hu](mailto:gyonit@infoware.hu)

## **BERECZKI, Bence /Projekt Manager /**

Tel: +36 20 320 2783

E-mail: [bereczkib@infoware.hu](mailto:bereczkib@infoware.hu)





**INFOWARE ZRT.**

**Köszönöm a figyelmet!**