

# Kisfeszültségű hálózat feszültségszabályozása akkumulátoros energiatároló segítségével

---

IX. Mechwart András Ifjúsági Találkozó  
2019.09.17.  
Kölcsey Központ, Debrecen

Bereczki Bence, Dr. Hartmann Bálint

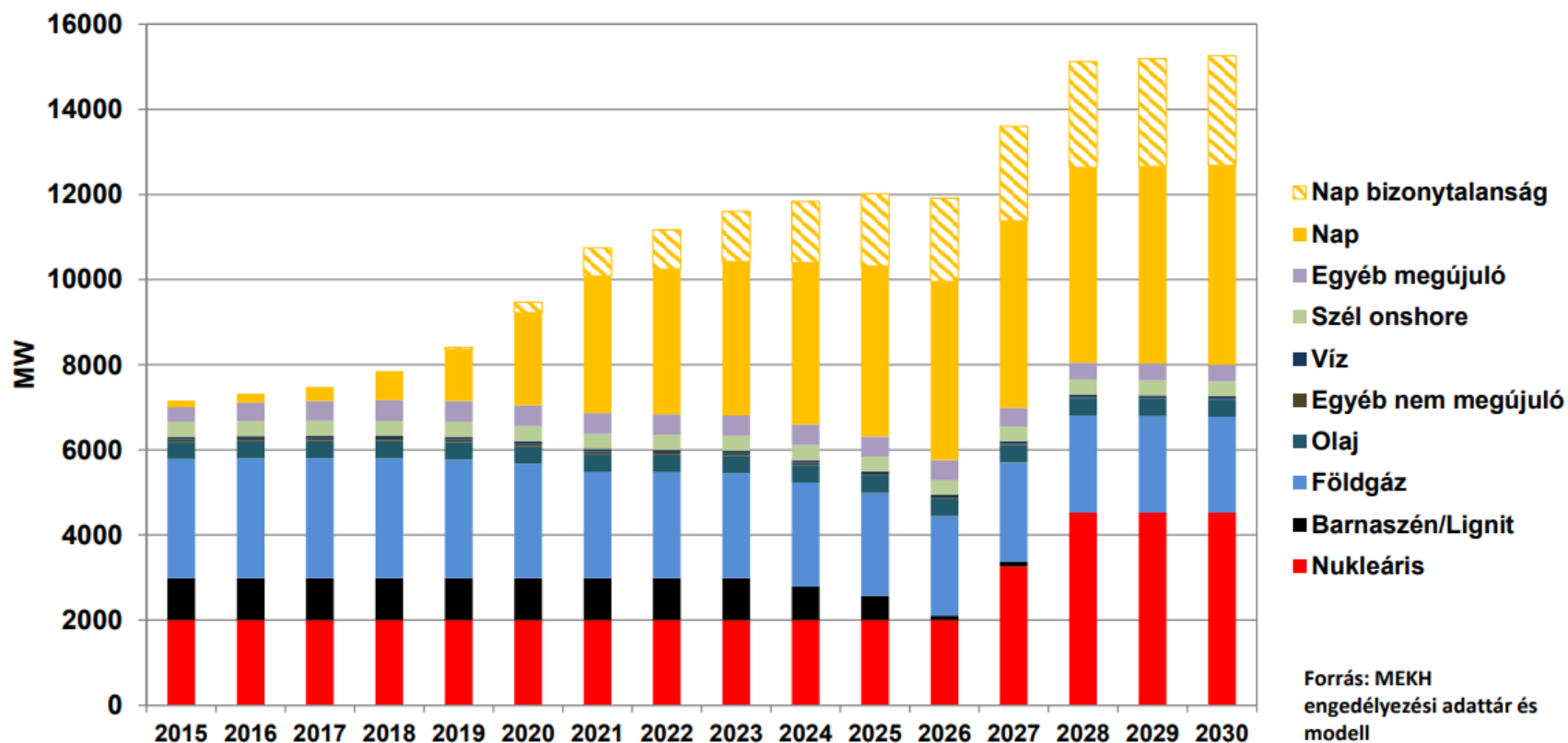


Villamos Energetika Tanszék  
Villamos Művek és Környezet Csoport

# Tartalom

- KIF elosztóhálózatra csatlakozó napelemek által okozott problémák és kezelési módjaik
- Akkumulátoros szabályozás: esettanulmány
  - A vizsgált körzet bemutatása
  - Modellalkotás
  - Szimulációs módszertan
- Eredmények
- Konklúzió

# Megújuló trendek Magyarországon



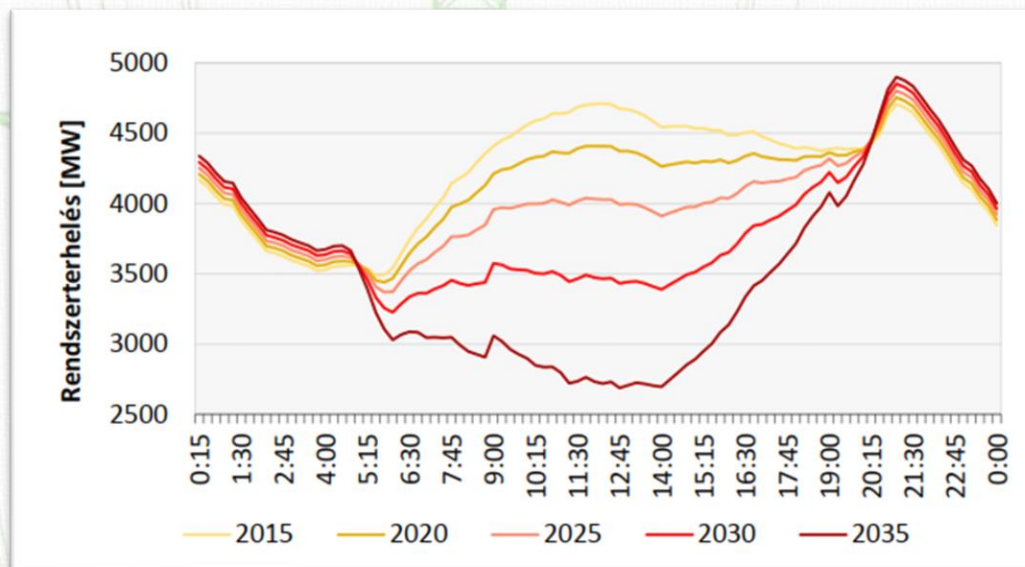
# Napelemek által okozott problémák

- Lokális

- Felharmonikusok
- Aszimmetria
- Vétlen szigetüzem
- Ellentétes irányú teljesítményáramlás
- Feszültségemelkedés
- Volatilis termelés
- Flicker

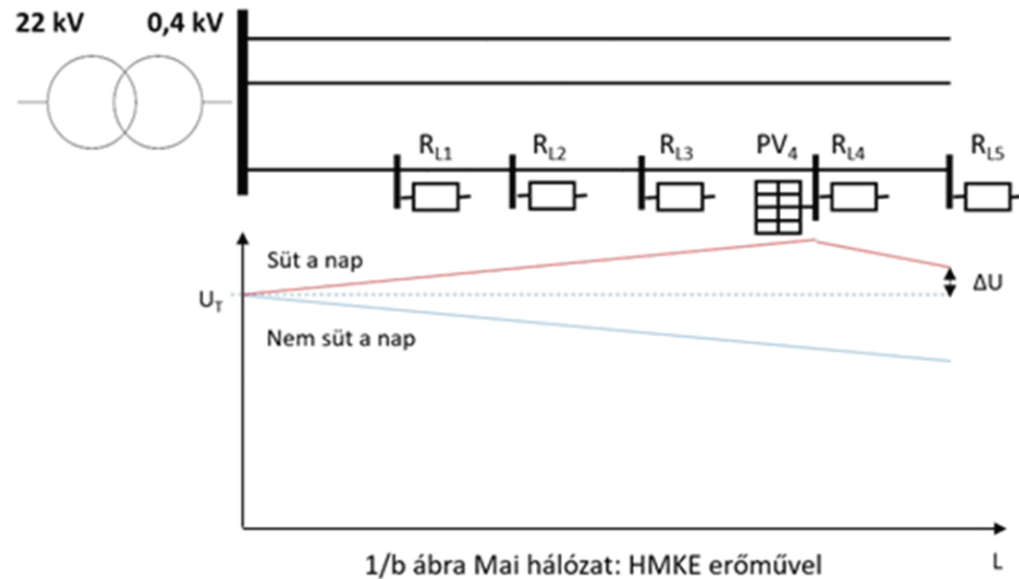
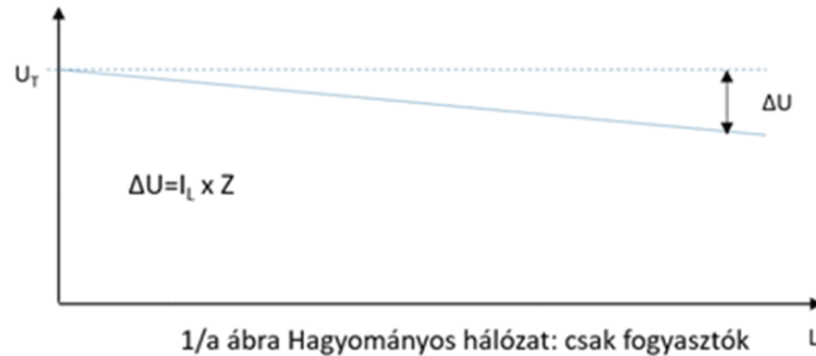
- Globális

- Csökkenő rendszerinercia
- Rendszerterhelésre való hatás (duck curve)



# Feszültségproblémák 0,4 kV-on

- Sugaras
- Vonalvégi csapolás
- PV termelés
- $\Delta V = \frac{(P_L - P_{PV}) \cdot L}{U \cdot S}$



ermátor

# Feszültség szabályozás 0,4 kV-on

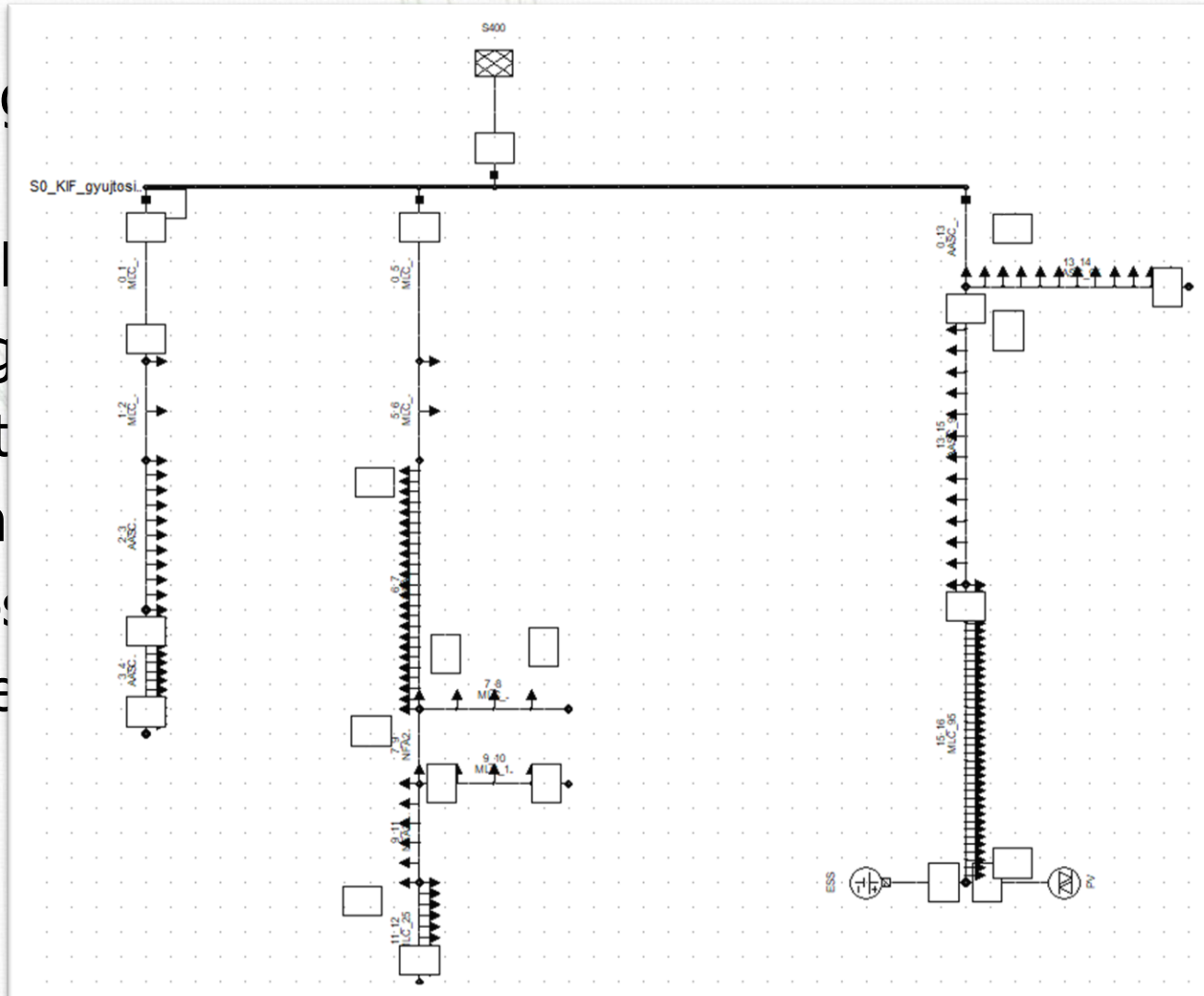
- Hálózat megerősítése
  - Vezeték-keresztmetszet növelés:  $R_v$  és  $X_v$  csökkentése
  - Hátrány: drága
- OLTC transzformátor
  - Terhelés alatt állítható fokozatkapcsoló
  - NAF/KÖF alállomásokon használt
  - Fejlett kommunikációs infrastruktúra
  - Hátrány: drága, több áramkör esetén más-más az ideális induló feszültség

# Feszültség szabályozás 0,4 kV-on

- P-korlátozás
  - KIF hálózat: magas R/X arány  $\rightarrow U \sim P$
  - Cél: inverter visszaszabályozása, ha  $U_{csp} > U_{meg}$
  - Hátrány: termelés kiesés, zöld energia szabályozásra
- Elosztott energiatárolás
  - Flexibilis, gyors
  - $P_{PV}$  és  $Q_{PV}$  időben való allokálása  $P_f$  és  $Q_f$  szerint
  - Hátrány: magas beruházási költség, kiforratlan technológia

# A vizsgált körzet

- Dél-Magyarországi
- 0,4 kV, 3 fázisú
- 3 áramlási
- 140 foglalkoztató
- Hálózati
- N16-on
- Jelentős
- Nagy fe



# Előzmények

- Fesz
- Tr
- 20
- fe
- A D
- 201
- Be
- N
- 20
- 2



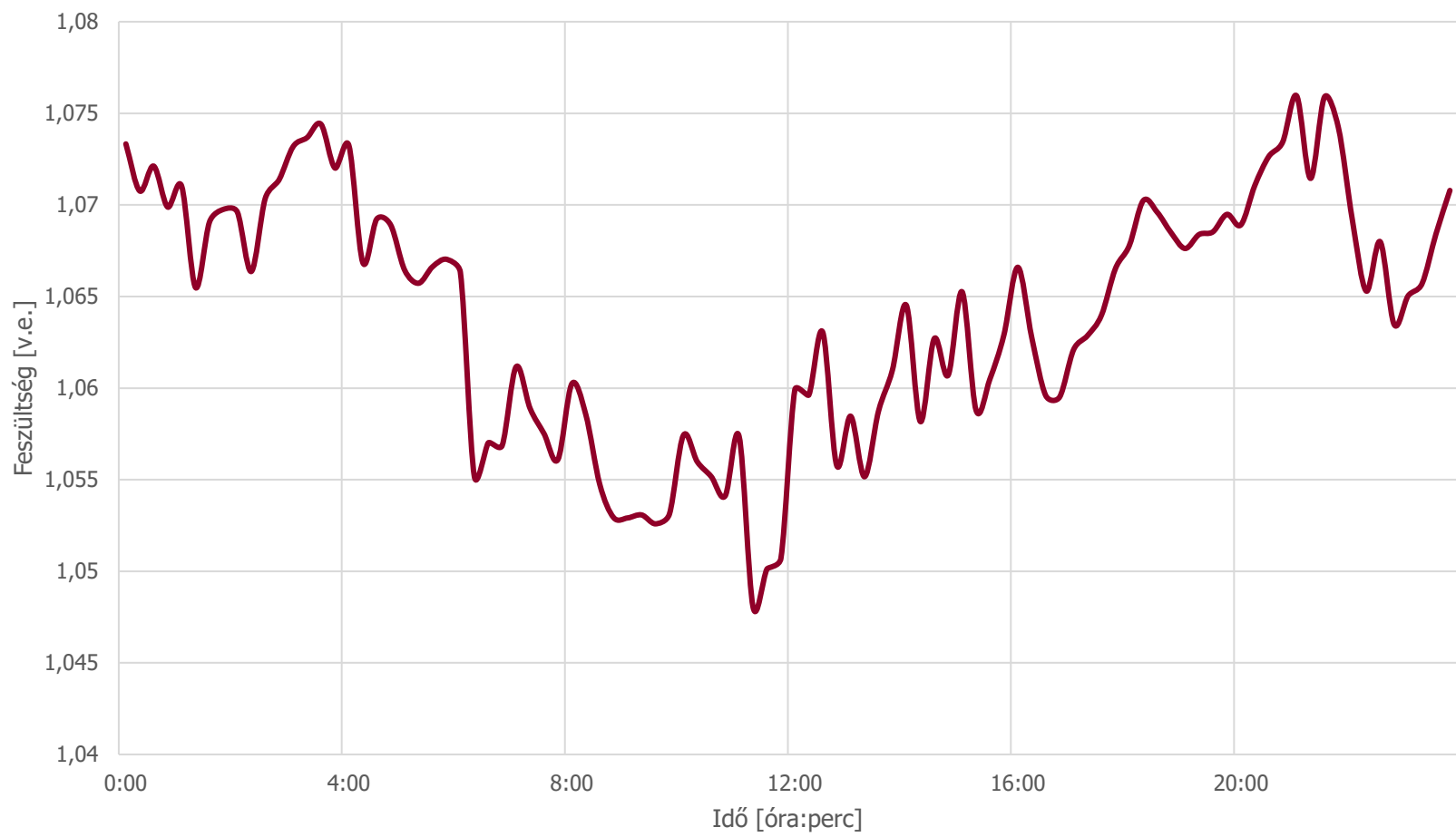
# Modellalkotás

- DIgSILENT Power Factory, dpl scriptek
- DSO adatszolgáltatás: érintésvédelmi rajzok
- Vezetékimpedanciák: katalógus
- Munkapont, ami a megadott áramterhelések mellett visszaadja a mért értékeket
- Fogyasztók a vezetékek mentén egyenletesen elosztott terhelésként ->  $\Delta U$  vizsgálható
- Szimmetrikus, 3F elemek -> aszimmetria nem vizsgálható
- TR KIF oldala mögöttes hálózatként
- Negyedórás bontás

# Szimulációs módszertan

- Sztochasztikus szimuláció
  - Véletlenszerű változók segítségével projekciók
  - Nagy számú futtatás: az események valószínűségi eloszlása vizsgálható
- Paraméterek:
  - Determinisztikus: impedanciák, topológia, induló feszültség, fogyasztószám és névleges teljesítmény, BESS paraméterek
  - Sztochasztikus: idősoros fogyasztási és PV termelési adatok

# Bemeneti adatok

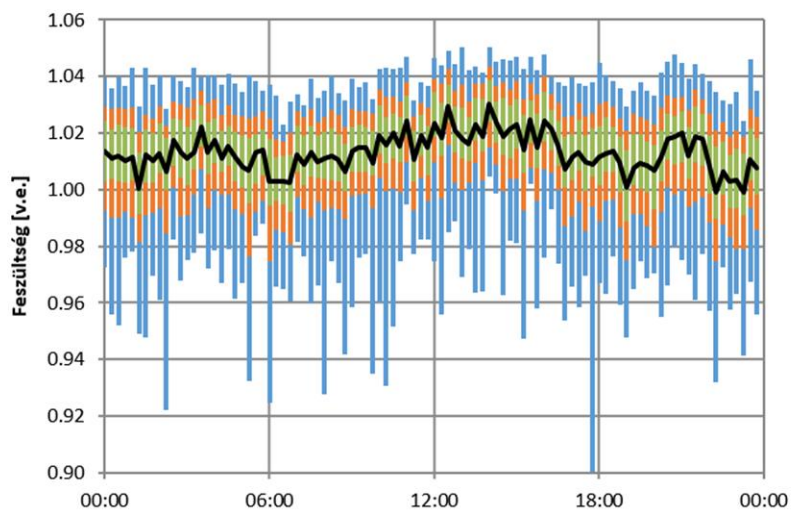


# Akkumulátorvezérlés

- Valós vezérlés alapján
- Szimmetrikus 3F modell és negyedórás bontás miatt jelentősen egyszerűsített
- Feszültség holtsáv beállítása
- $P_{BESS} = \Delta U \cdot D$
- SOC szerinti optimalálás:
  - Töltés-kisütés napi egyensúly -> SOC visszatér a nap eleji érték közelébe
  - $SOC_i = SOC_{i-1} - \frac{P_{BESS,i}}{4 \cdot E_{BESS,i}}$
  - határok beállítása: 1000 nap futtatás
    - 2% szimmetrikus szabályozás 1,022 v.e. körül

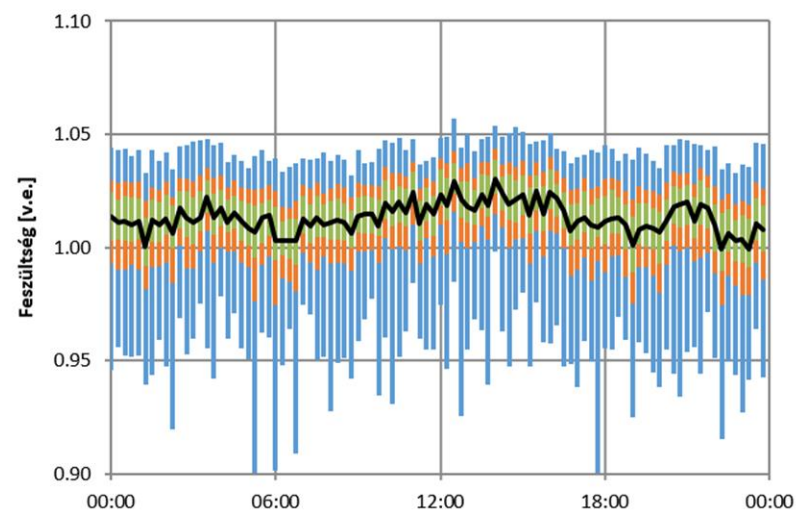
# Eredmények

Energiatároló nélkül



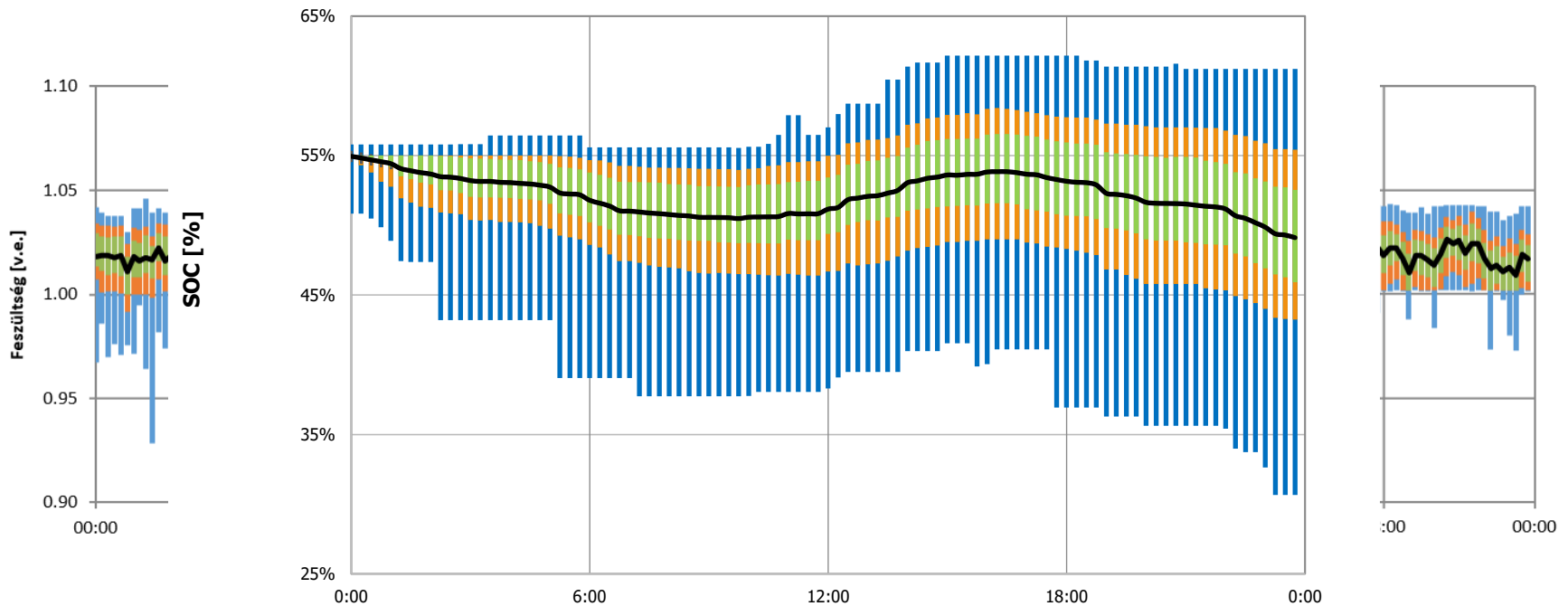
— N12

Energiatárolóval



— N12

# Eredmények



# Konklúzió

- Jó közelítéssel visszkapjuk a valós működést -> validáció
- Szűk sávba szorítható a feszültség
- Kis kihasználtság: SOC 40 és 75% között 55%-os kezdeti érték mellett
- Időnként szükséges és nem elégséges a 20 kW
- Továbbfejlesztési lehetőségek:
  - dinamikus modell: aszimmetria vizsgálata, pontosabb és további vezérlések

# Köszönöm a figyelmet!

---



Villamos Energetika Tanszék  
Villamos Művek és Környezet Csoport