

# ENERGIAKÖZÖSSÉGEK SZEREPE A MEGÚJULÓK ELOSZTÓHÁLÓZATI KIHÍVÁSAINAK MÉRSÉKLÉSÉBEN

MEE Vándorgyűlés, Siófok

Dr. Raisz Dávid

Dr. Szolnoki Pálma

Polgári Beáta

2023. szeptember 21.



# Tartalom

Energiaközösségek: egy lehetséges eszköz az időjárásfüggők hatékonyabb integrálására?

Szabályozási háttér

Műszaki  
modellezés

## Európai Bizottság:

Az energiaközösségek kollektív és polgárok által kezdeményezett energiaellátási tevékenységeket szerveznek, úgy segítik a tiszta energiára való átállás útját, hogy közben a polgárokat helyezik előtérbe:

- Megújuló energia elfogadottságát támogatják
- Plusz magántőkét hoz
- Közvetlen előnyök: energiahatékonyság, alacsonyabb rezsi
- Keresleti válasz – rugalmasság nyújtása
- Az energiaellátási rendszer átstrukturálása, demokratizálódása

EMD:  
Tovább erősíti  
a folyamatot

2030-ra:

- 17%-a a szélerőművi kapacitásoknak
  - 21%-a a naperőművi kapacitásoknak
- Energiaközösségi tulajdonban.

NES célszám 2030-ra:

Járásonként legalább 1 jól működő példaértékű EK, 197 járás van (23 Bp, 174 vidéken)

# Magyarországi implementáció

VET 2021 január 1.

ESZB, EM, MEKH

Pilotok

Megosztás

Továbbadás

RHD, ösztönzések

NEKT vállalás:  
2024

Javaslatcsomag EM  
előtt

## Jelenlegi helyzet

A PV-k tervezésekor és termelésükkor sincsenek a helyi viszonyok figyelembe véve.

## „Optimális” energiaközösség esetén

A termelés a helyi fogyasztásnak helyben történő ellátására jön létre  
A termelés helyi felhasználásának maximalizálása a cél

# ZKK javaslat: ‚Optimális’ energiaközösség

**Az energiaközösség több kell, hogy legyen, mint az önálló helyi termelés és fogyasztási egységek jogilag egy szervezetbe terelése, olyan irányba érdemes ösztönözni, hogy kifejezetten az időjárásfüggők integrációját támogassa!!!**

- Tagsága széles körből merít (lakosság, helyi kkv-k, önkormányzat)
  - eltérő felhasználói profilok, rugalmasan vezérelhető felhasználási helyek is
- Segítik: tárolók (akkumulátorok, és elektromos autó töltők)
- Az energiamenedzsment okos mérésen (közel valós idejű adattovábbítási, kiolvasási lehetőséggel) és távvezérlésen alapuló rendszer révén történik
  - támogatja **a termelés maximális helyben felhasználását, a menetrendezést, menetrend tartást, rugalmassági szolgáltatás nyújtását**, és az energiaközösségen belüli elszámolást, a tagok felé intelligens, energiatudatosságra ösztönző kimutatások, felület elérhetőségét.
- Mindezek mellett és eredményeként a tagok számára egy pénzügyileg is vonzó alternatívát nyújt,
- **Miközben a VER számára hasznos: jobb menetrendtartás; helyben fogyasztás; új rugalmassági potenciálok kiépítése, feltárása; hatékony hálózathasználat**

# Dilemma: Ösztönzés szükséges

Ha pusztán az energiadíjat lehet megspórolni, nem érdemes a fogyasztást integrálni, és valós energiaközösséget létrehozni. Ezt a hasznot kevesebb ráfordítással az egyszerű termelői energiaközösséggel is el lehet érni

Ahhoz, hogy a VER számára értékes energiaközösségek jöjjenek létre, olyan (pénzügyi) ösztönzők kellene, amelyek a magas önfogyasztást, a kiegyenlítettséget, rugalmasság nyújtását díjazzák.

A transzformátorállomási körzeten túli hálózatrész csökkentett használata

Kiegyenlítettség, simított profil

Rugalmasság nyújtása

Piaci alapon nem realizálható

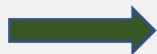
Piaci alapon részben realizálható

Piaci alapon (később) realizálható

Önfogyasztási  
részre rakódó  
hálózathasználati  
díjelemek

## Általános rendelkezések a rendszerhasználati díjakkal kapcsolatban

- Nem lehet távolságfüggő
- Tükrözniük kell a költségeket,
- Figyelembe kell venniük az aktív felhasználók általi igénybevételt



Időben differenciált rendszerhasználati tarifák

Mindkét végre benne van a lehetőség

Hatósági költség-haszon elemzés a kulcs

## CEC és REC

- Méltányos és arányos díjak, az önálló termelő-fogyasztókhöz képest lehet különbségtétel, de csak arányos és indokolt

### • CEC:

- Megfelelő és kiegyensúlyozott módon vegyék ki a részüket a rendszer általános költségmegosztásából
- A megosztás nem érintheti az alkalmazandó hálózati díjakat

**Összhangban az elosztott energiaforrásoknak a hatóság által kidolgozott átlátható költség-haszon elemzésével**

### • REC:

- A tagokat nem célszerű mentesíteni azon díjak alól, amelyek a közösségekhez nem tartozó tagok számára is megfizethetőek, amennyiben az átvitel során bármilyen közüzemi energiahálózatot használnak
- A releváns költségeknek megfelelő hálózati díjszabás
- Megfelelő, méltányos és kiegyensúlyozott módon vegyék ki a részüket a rendszer általános költségmegosztásából

**Összhangban az elosztott energiaforrásoknak a hatóság által kidolgozott átlátható költség-haszon elemzésével**

Külföldi példák:  
A magasabb feszültség szintek díjaiból engednek el:  
Portugália, Olaszország  
Ex ante vs. Ex post kedvezmény



# Unió gyakorlat: a közösségben megosztott energiára vonatkozó kedvezmények alkalmazása

## Közösségi önfogyasztók

## REC-ek

	Keret	Rhd kedvezmény	Egyéb	Keret	Rhd kedvezmény	Egyéb
Spanyolország	Közcélú hálózat is 500 m v. ua. KIF körzet, max 100 kW	Órás nettósítás, változtatható arányossággal	Az egyéb díjakra is vonatkozik a nettósítás. Rhd időben differenciált.		Még nincs	
Olaszország	Társasházi szint	A közcélú hálózat használata esetén is kedvezmény: Átviteli díj és a kőf és kif hálózati veszteség díjlembő; Órás elszámolás, aggregált termelés és aggregált fogyasztás minimuma alapján	Az Rhd kedvezmény visszaigényléses rendszerben. Önfogyasztásra is 20 éves támogatás: 100 euro	Max 200 kW/erőmű KIF v. KÖF csatlakozás, de csak egy transzformátor körzeten belül	Kedvezmény az átviteli díjból; Órás elszámolás, aggregált termelés és aggregált fogyasztás minimuma alapján	Az Rhd kedvezmény visszaigényléses rendszerben. Önfogyasztásra is 20 éves támogatás: 110 euro
Portugália	Társasházi szint, de lehet közcélú hálózaton is.	A közcélú hálózat használata esetén is kedvezmény: Csak az LV komponenst kell megfizetni.	Az egyéb díjakat sem terhelik rá a megosztott részre.	Tág	A magasabb feszültség szint díjkomponenseit nem kell megfizetni.	Az egyéb díjakat sem terhelik rá a megosztott részre.
Ausztria	Társasházi szint, közcélú hálózat igénybevétele nélkül	Negyedórás nettósítás, Profil szerint	Az egyéb díjakra is vonatkozik a nettósítás.	Tág	A magasabb feszültség szint díjkomponenseit nem kell megfizetni.	A megújuló adó és a környezeti adóból kedvezmény

# Unió gyakorlat: a közösségben megosztott energiára vonatkozó kedvezmények alkalmazása

## Közösségi önfogyasztók

## REC-ek

	Közösségi önfogyasztók			REC-ek		
	Keret	Rhd kedvezmény	Egyéb	Keret	Rhd kedvezmény	Egyéb
Franciaország	Társasházi szint, közcélú hálózat igénybevétele nélkül, külön jogi személy kell	30 perces nettósítás, Dinamikus v. fix arányosítással, min 50% az önfogyasztás annál kedvezőbb, minél magasabb az önfogyasztás, büntet, ha alacsony		Standard (2 km-en belül, max 3 MW), és térségi kiterjesztett közösségi önfogyasztás	Egy KÖF/KIF transzformátor körzetben, 30 perces nettósítás, Dinamikus v. fix arányosítással, min 50% az önfogyasztás annál kedvezőbb, minél magasabb az önfogyasztás, büntet, ha alacsony	
Görögország	Lokáció tekintetében tág, max 1 MW, szereplők tekintetében szűk	Havi nettó szaldó, havi fix arányosítással, havi fix adminisztrációs díj				
Szlovénia	Társasház, a termelési kapacitás a fogyasztás max 80%-a lehet	Éves nettó szaldó		Egy KIF körzetben	Éves nettó szaldó	

# Hazai vélemények

## Pilotok

Indokolt kedvezmény az alábbi díjtételeken:

- Elosztói menetrend kiegyensúlyozási díj
- Elosztói veszteség díj
- Elosztói forgalmi díj egy része
- Átviteli díj

MEKH készítse el a költség-haszon elemzést

Szabályozói Tesztkörnyezet

EU Rhd elvek: arányos és igénybevételt, költségeket tükröző

## DSOK

Tarifaközösség

Közcélú hálózat igénybevétele

A magasabb szintek biztosítják az alacsonyabb szintek rendelkezésre állását

Ez csak egy új szerveződési forma

Nincs információ a hasznokról, ezért nem meghatározható, hogy mi lenne indokolt.

EU elvek: nem érintheti a megosztás az RHD-t, a díjak nem lehetnek távolságfüggők

## MEKH

EK készítsenek számszaki indoklást:

- Tarifaközösség
- Hálózathasználat a lényeg, nem a szervezeti forma
- Nagyon kis mértékű kedvezmény lehet
- Külföldi példák...

RhD helyett inkább más tételeken keressék a kedvezményt

- Szükséges a hatékony hálózathasználatra ösztönzés, ebből a szempontból érdemes tekinteni erre a kérdésre
- Az EK-k egy nagyon jó lehetőség ebben az irányban
  - Az EK-k lehetnének az elsők, akiken kipróbálják a DSO-k, kevesen vannak, így kicsiben tesztelhető
- Olyan EK RHD tarifa, amely a rendszer szempontjából ,hasznos' EK tevékenységre ösztönöz (pl: magas önfogyasztás, menetrendtartás, stb), pl:
  - Ex post
  - Az önfogyasztási aránnyal sávosan csökkenő
- Szabályozói tesztkörnyezet:



Több tarifaverzió tesztelése  
Okosmérés, különböző elszámolások tesztelése  
A rendszer igénybevételeinek, hasznok, költségek vizsgálata

Átfogó költség-haszon elemzéshez input

**A jelenlegi random, koordinálatlan PV telepítéshez képest mit nyerhet a VER, ha a PV-eket „Optimális energiaközösségek” telepítik?**

# Összehasonlítások

## Nem energiaközösségi működés

Alapeset

- Inverterek kötelező P(U) szabályozása
- Elosztott villamos energia tárolók egyéni vezérlése
- Nincs DSM (illetve meglévő vezérelt)
- PV-k és tárolók nem ideális elhelyezése

## Lehetséges energiaközösségi koordináció

Egy energiaközösség ösztönözheti az alábbiakat:

- Energiatárolók fejlett szabályozása
- Feszültségszabályozás inverter meddőzéssel
- DSM
- Központi PV-k és akkumulátorok ideális elhelyezése (hálózati csatlakoztatása)

## Alternatív hálózati megoldások

- KÖF/KIF transzformátor cseréje
- Táppont sűrítés
- Vezetékek keresztmetszetének növelése a hálózat kritikus részein
- Új vonalak építése
- Vonali feszültségszabályozó
- Hálózati tároló
- OLTC

Kulcskérdés: PV befogadó képesség

Mennyivel növelhető a PV befogadó képesség energiaközösségi működés által?

Mely hálózati beruházások kerülhetnek el vagy késleltethetők? Mekkora költségűek ezek?

# Összehasonlítás KPI-k mentén

KPI #	KPI
I.	A megtermelt zöld energia mennyisége (kWh) <b>PV befogadó képesség (kW)</b>
II.	Önellátás mértéke (helyben elfogyasztott helyi termelés) (kWh) (%)
III.	Az inverterek működési ideje (h) # inverter lekapcsolások száma (db)
IV.	Túlfeszültség időtartama (h) # túlfeszültségű csomópontok száma (db)
V.	Hálózati veszteség (kWh)
VI.	Teljesítmény tényező (cosφ)

# Szenáriók – több közösség típus vizsgálata

Miben térnek el a szenáriók?

- Különböző eszköz penetrációk:
  - Háztartási méretű PV
  - Elektromos autó (és töltő)
  - hőszivattyú
  - Egyéb hőtároló berendezések (pl. bojler)
  - Elosztott villamosenergia-tároló
- Nagyfogyasztók eltérő számban, pl.
  - Önkormányzati épületek (iskolák, városháza/faluház)
  - Kis-és középvállalkozások: boltok kereskedelmi és szolgáltatási szektor  
Eltérő fogyasztási profilok, éves fogyasztások és DSM képességek  
→ hatással van a közösség flexibilitás képességére
- KSH adatok alapján
- Paraméter: a fogyasztók mekkora aránya tagja az energiaközösségek
- A magyar eredmények összevetése nemzetközi benchmarkkal

Tehetős városi  
agglomeráció

Szegényebb  
városi  
agglomeráció

Szegény falu

Lakópark

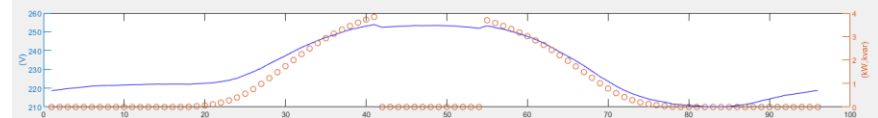
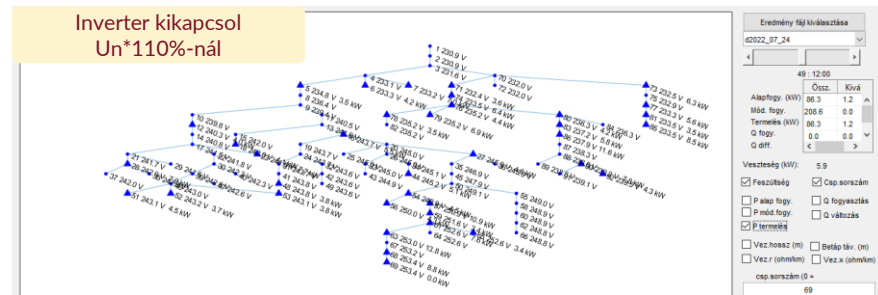
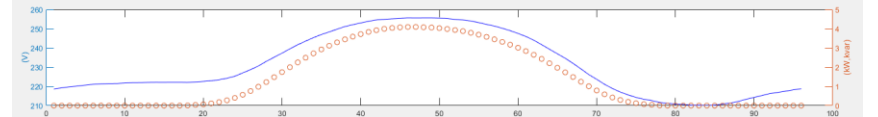
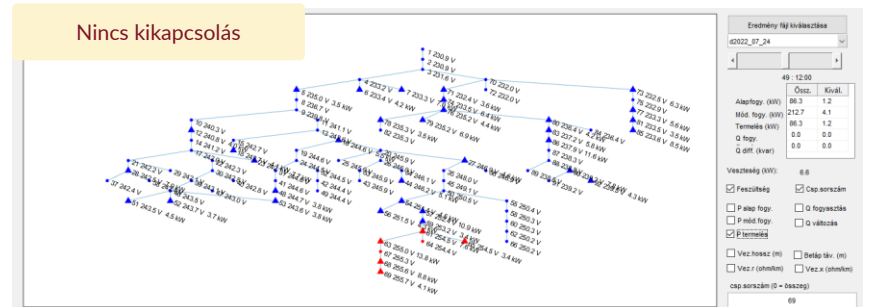
CIGRÉ  
nemzetközi  
benchmark  
hálózat



# Alapesetek

70% PV penetráció, nyári déli negyedóra

2 db inverter kikapcsolna a valóságban a PV betáplálás okozta feszültségemelkedésre reagálva



# Eddigi eredmények – DSM alkalmazása

# DSM forgatókönyv

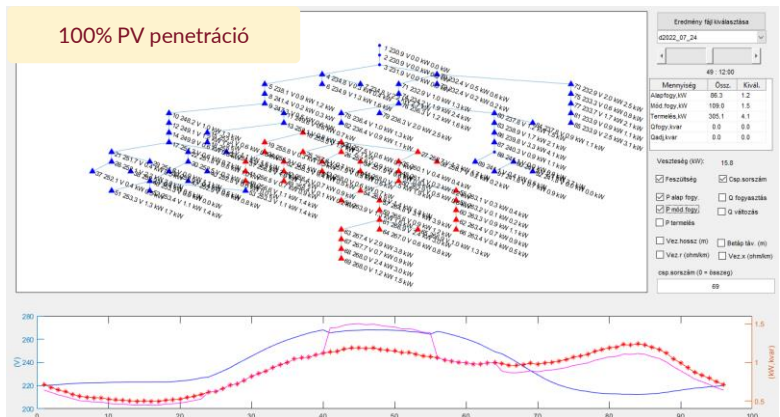
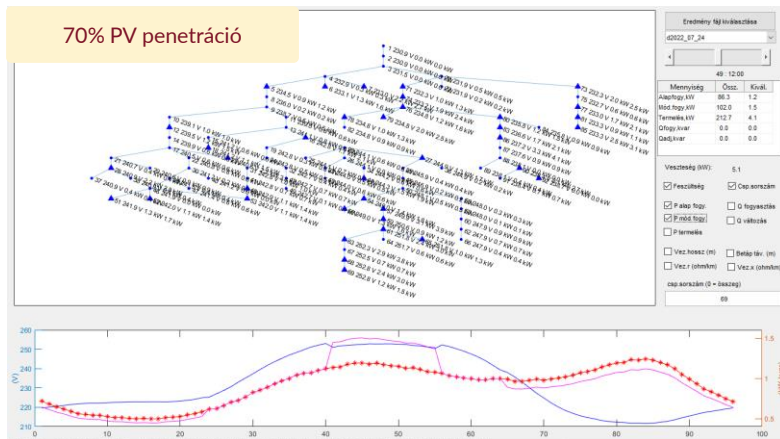
## Egyéni DSM

- Csak a PV-vel rendelkező csomópontban van DSM
- Intervallum: 0-6 és 16-24 órától áthelyezés 10-14-re
- Súlyozás: 10%
- 70% HMKE penetráció:

Megoldódik a feszültségprobléma a DSM segítségével a déli negyedórán és a teljes vizsgált nyári nap folyamán.

- 100% HMKE penetráció:

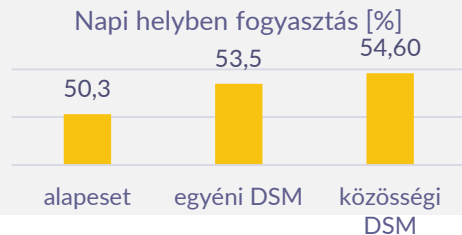
Nem oldódik meg a feszültségprobléma a DSM segítségével a déli negyedórán. Még 4 db inverter kikapcsolna.



**A saját termeléshez átütemezett fogyasztás 70% PV penetrációnál, 10% rugalmas fogyasztást feltételezve, képes kiküszöbölni a feszültségproblémát, 100% PV penetrációnál nem.**

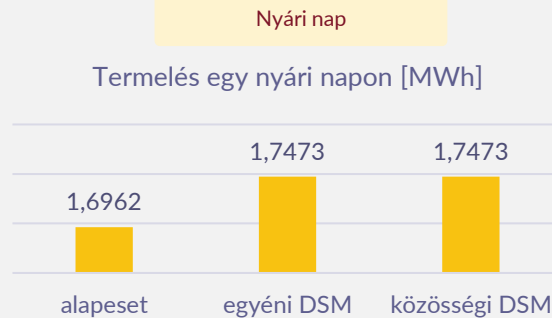
# Összehasonlítás - 70% PV penetráció

- DSM-mel nő a termelés (nincs inverter lekapcsolás).
- Csökken a hálózati veszteség.
- A napi helyben fogyasztás minimálisan nő.

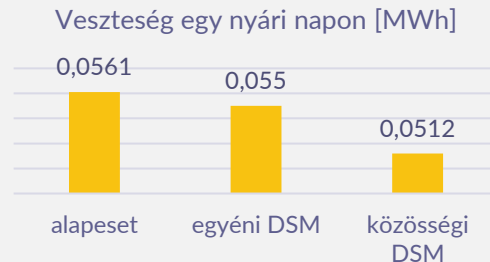


2024. 01. 15.

Termelés



Veszteség



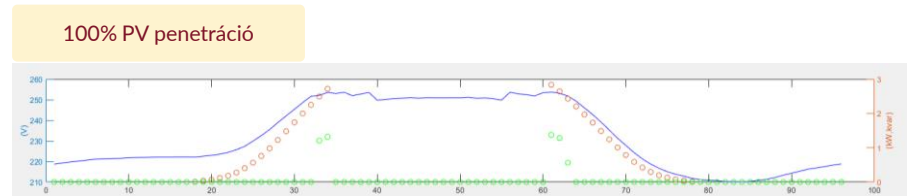
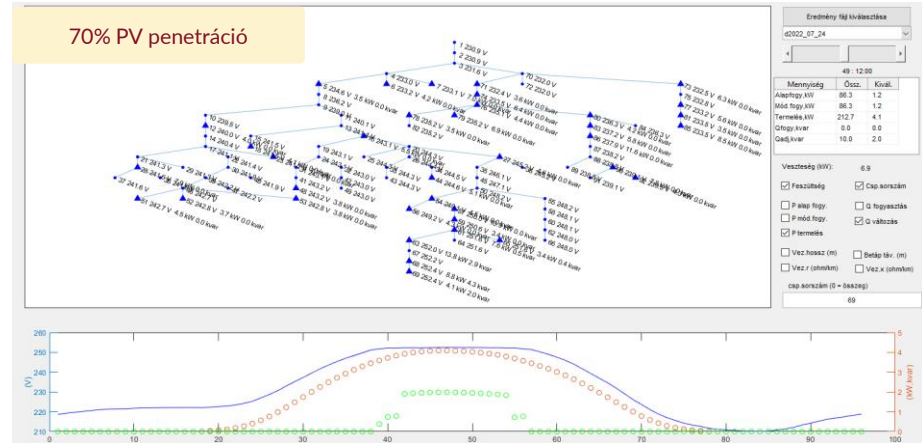
Inverter lekapcsolás



# Eddigi eredmények - $Q(U)$ alkalmazása

# Meddőzés

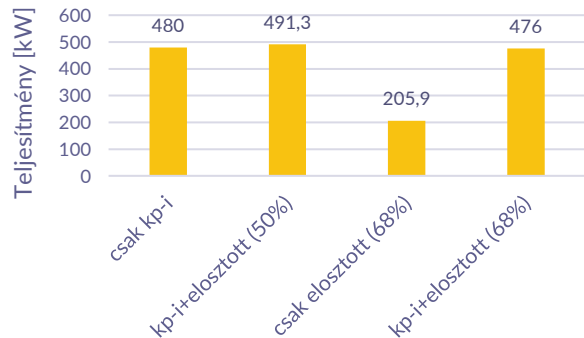
- Q(U) karakterisztika töréspontok: 109...110%\*Un között lineáris
- 70% PV penetráció esetén megoldja a feszültségproblémákat inverter lekapcsolás nélkül
- (Termelés – veszteség): 203 kW → 206 kW
- 100% PV penetráció esetén nem elegendő
- délben 8 helyett csak 3 inverter kapcsol le
- egész nap a 157 lekapcsolás redukálható 65-re
- (Termelés – veszteség): 248 kW → 263 kW
- Inverter túlméretezése szükséges: többletköltség – EK lehet motiváció



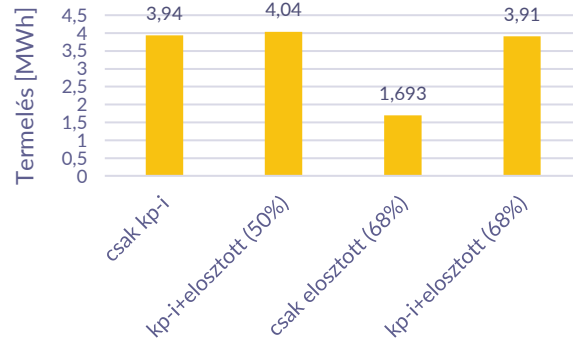
# Naperőművek koordinált méretezése, elhelyezése

# A legjobb esetek összehasonlítása

Max. beépíthető PV



Napi termelt energia



	Központi PV teljesítmény (kW)	Elosztott PV teljesítmény (kW)	Teljes beépített PV (kW)	Napi fogyasztás (MWh)	Napi termelés (MWh)	Napi hálózati veszteség (MWh)
Csak kp-i PV	480	0	480	0,405	3,94	0,011
50% elosztott + kp-i	340	151,3	491,3	0,405	4,04	0,062
Csak elosztott (68%)	0	205,9	205,9	0,405	1,6925	0,058
68% elosztott + kp-i	270,1	205,9	476	0,405	3,91	0,078

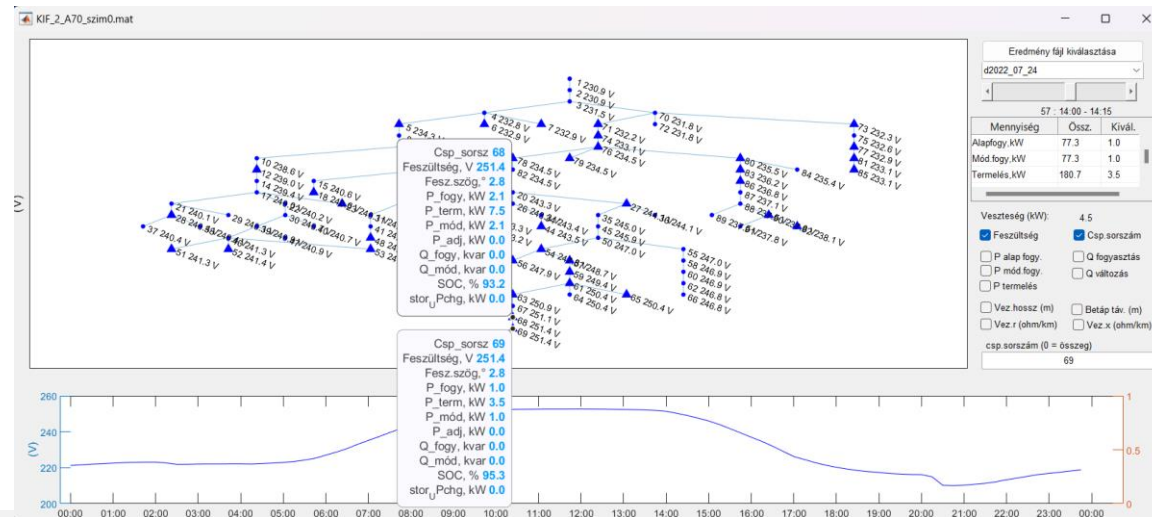
Tehát optimális elrendezés az elosztott + központi PV a **betápnál**, de már utóbbival is jól közelíthető az optimum.



# Tárolók alkalmazása

# Tárolók alkalmazása

- Központi tároló elhelyezése és méretezése
- Elosztottan elhelyezett tárolók méretezése – minimálisan szükséges teljesítmény és kapacitás
- Ököl szabályok alapján méretezett tárolók nem elégségesek ( $2/3 \cdot P$ , 2h)
- Feszültségfüggő tárolási/kisütési karakterisztika



Eredmény fáj kiválasztása

d2022\_07\_24

57: 14:00 - 14:15

Mennyiség	Ossz.	Kivált.
Alapfogy, kW	77.3	1.0
Mód fogy, kW	77.3	1.0
Termelés, kW	180.7	3.5

Veszteség (kW): 4.5

Feszültség  Csp sorszám

P alap fogy  Q fogyasztás

P mód fogy  Q változás

P termelés

Vez hossz (m)  Betáp táv. (m)

Vez r (ohm/km)  Vez x (ohm/km)

csp\_sorszám (0 = összeg)

69

# Összefoglalás

# Tapasztalatok

- Optimális elhelyezések hatásai:
  - PV: jóval nagyobb befogadóképesség a betáplálásnál
  - Akkumulátor: a hálózat végpontja, a feszültségproblémás területen hatékony
- Q(U)
  - Hatékony
  - Nehézség: épp a napsütéses órákban lehet hogy nincs elegendő inverter teljesítmény a meddőzéshez vagy túl kell méretezni.
  - A hálózati veszteséget növeli.
- DSM
  - Jelen flexibilitási képességek mellett magában bizonyára nem elégséges, de segíthet a feszültségproblémák mérséklésén.
  - Új szemlélet, amennyiben a PV termelés meghatározó: a napsütéses órákban fogyasztani a mélyvölgy helyett (ez egyben növeli a helyben fogyasztást is)
- Akkumulátor: elhelyezés, méretezés, vezérlés

# Konklúzió

- > Az energiaközösségek megfelelően megválasztott szabályozási környezetben képesek a megújuló kapacitások ösztönzésén túlmenően hálózati problémák kezelésére is.
- > A jelenlegi 'telített' hazai hálózatokon az energiaközösségek elősegíthetik a megújuló kapacitások további növelését.



# Köszönjük a figyelmet!

## Dr. Szolnoki Pálma, Polgári Beáta, Dr. Raisz Dávid



**Raisz Dávid, PhD**

Egyetemi docens  
Laboratóriumvezető

[raisz.david@vik.bme.hu](mailto:raisz.david@vik.bme.hu)

+36-30-4127212



BME Villamos Energetika Tanszék  
Villamos Művek és Környezet Csoport  
1111 Budapest, Egry József u. 18  
+36 1 463 1111/5311

# Hátrasorolt diák

# A hálózat leképezése

---

- > Reprezentatív hálózati topológiával
  - > A felépítés és a méret illeszkedik a különböző hálózatrészekhez (városi/vidéki, tehetős/szegény)
- > Méret
  - > Néhány KÖF betáplálás KÖF/KIF transzformátorokkal (KÖF szárnyvonal), KIF vonalak és kisebb KIF területek
- > Vezetékek
  - > Valós vezeték keresztmetszetek, hosszak és hosszegységre eső impedanciák ( $r+x$ )
- > Fogyasztók
  - > Valós terhelési profilok a csatlakozási pontokban (vezetékszakaszok között)
  - > Különböző terhelési profilok valós arányban (háztartási, ipari, kereskedelmi, önkormányzati)
  - > Valós vezérelhető fogyasztás penetráció (bojlerek, e-autó töltő, hőszivattyú, HVAC)
  - > Valószerű akkumulátor penetráció
- > Termelők
  - > Valós PV termelési profilok



# Modellezési paraméterek

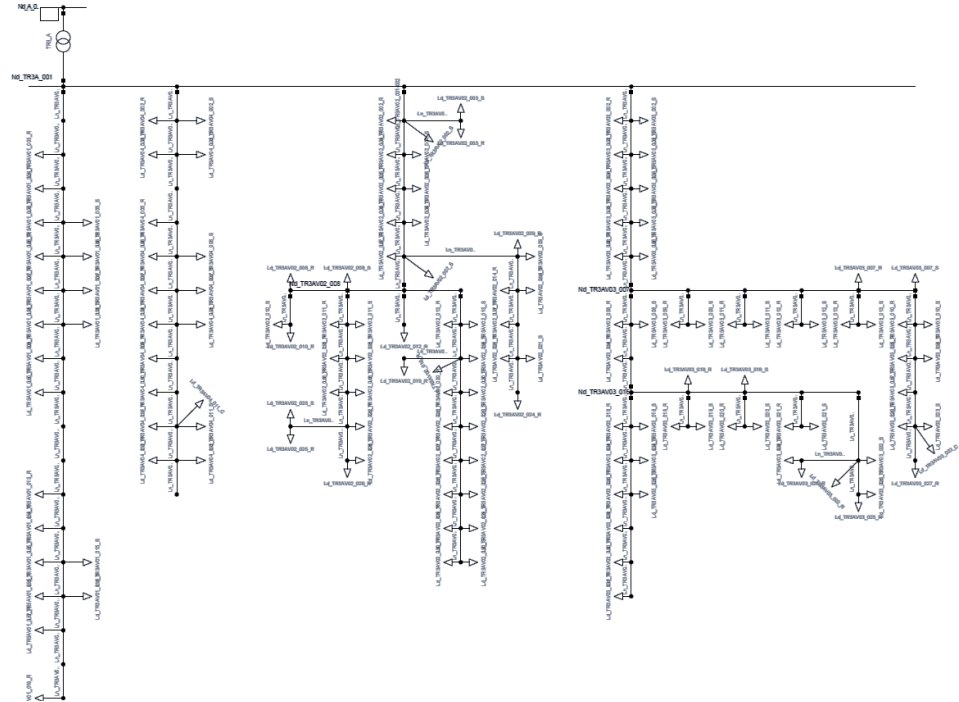
---

- > Időlépték:
  - > 1 hétköznapi és 1 hétvégi nap mind a 12 hónapból → 24 nap reprezentál egy évet  
különböző termelési és terhelési görbék ezeken a napokon
  - > 15 perces felbontás
- > Load-flow modell  
vizsgálható a feszültség statikus és dinamikus változása, valamint a hálózati veszteség
- > Az egyes energiaközösségi funkciók hatékonyságát külön-külön és együttesen is teszteljük.
- > Programozási nyelv: Python

# Hálózati modell – példa (Tehetős városi agglomeráció)

# Áttekintés

- Város Budapest közelében
- 1 KÖF/KIF transzformátor (160 kVA)
- 4 KIF áramkör, 2586 m teljes hálózathossz
  - 1.: 488m, 2% kábel
  - 2.: 856m, 4% kábel
  - 3.: 734m, 11% kábel
  - 4.: 368m, 0% kábel



# Fogyasztók

- > 220 háztartási
- > 95 vezérelt (bojlerek)
- > 4 kereskedelmi

1. áramkör



25 csatlakozás  
62,2 MWh 83%



10 db  
13,0 MWh 18%

2. áramkör



70 csatlakozás  
138,6 MWh 69%



36 db  
60,9 MWh 31%

3. áramkör



104 csatlakozás  
241,8 MWh 78%



40 db  
64,63 MWh 21%

4. áramkör

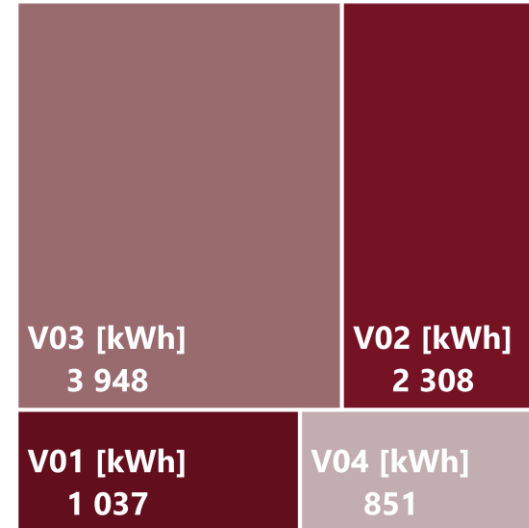
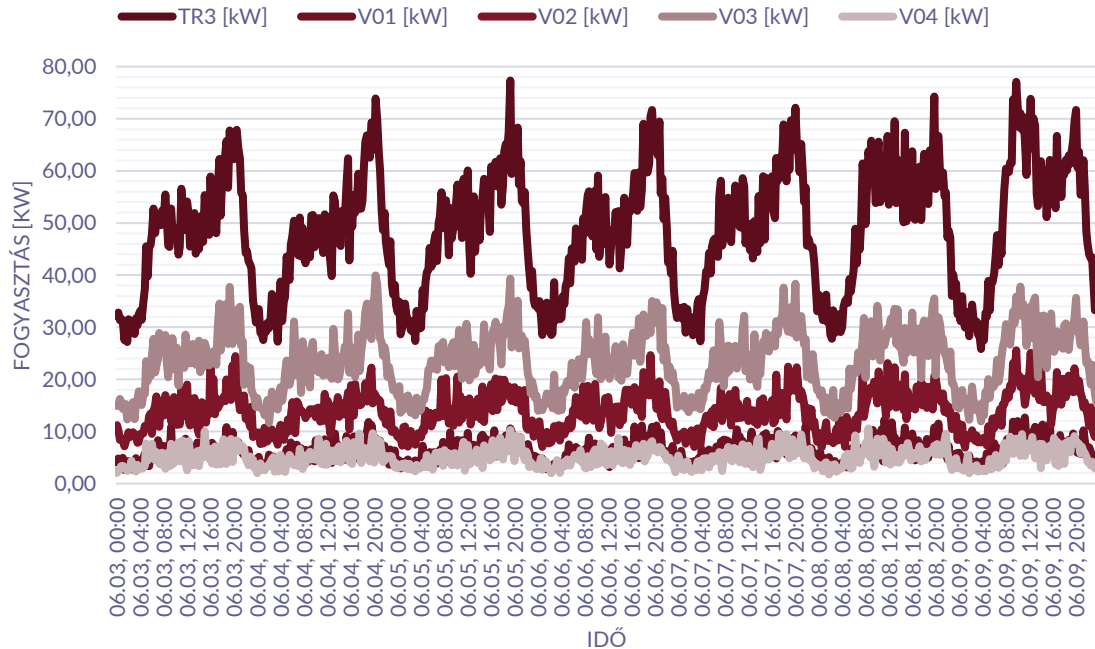


21 csatlakozás  
51,5 MWh 80%



9 db  
13,9 MWh 20%

# Heti terhelési profilok és fogyasztások



# Feszültség tartományok (termelés nélkül)

Csomóponti feszültségek (min-átlag-max)

