



GERGELY László Zsolt

# **Terhelésillesztési mutatók háztartási méretű kiserőműves rendszerek esetében**

Témavezető:

Dr. Csoknyai Tamás

---

# ELŐADÁS TARTALMA

- Terhelésillesztési mutatók általánosságban
- Új mutatók napelemes rendszerek méretezésére
- Kitekintés - Elszámolási rendszer változása & bevezetett mutatók
- Fogyasztóoldali befolyásolás - DSM

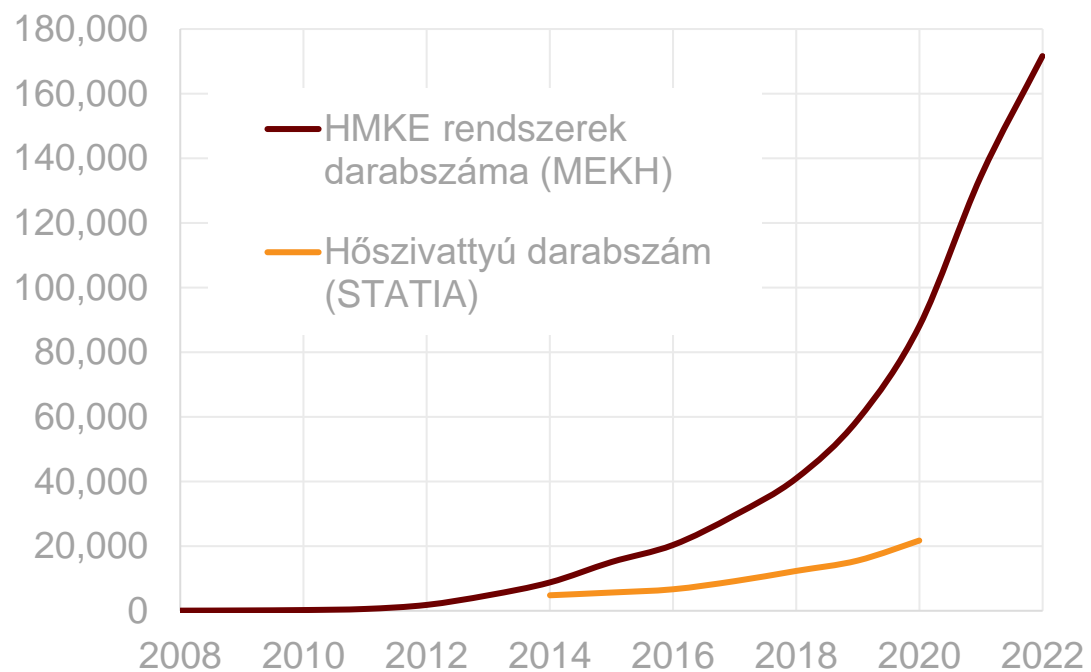
# ELŐADÁS TARTALMA

- Terhelésillesztési mutatók általánosságban
- Új mutatók napelemes rendszerek méretezésére
- Kitekintés - Elszámolási rendszer változása & bevezetett mutatók
- Fogyasztóoldali befolyásolás - DSM

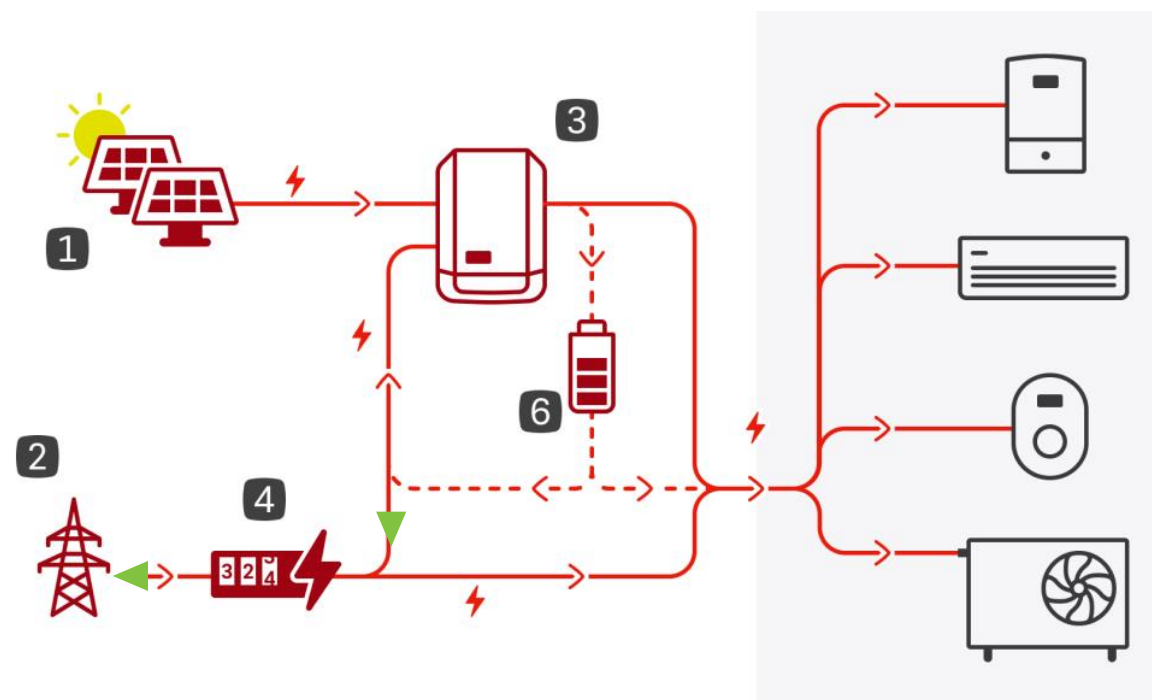
# KERETRENDSZER

Energiaátmenet

## Változó épületenergetika



## Változó fogyasztói szokások



# EGYIDEJŰ(TLEN)SÉG JELLEMZÉSE

Termelési és fogyasztási időszakok eltéréseinek problémarendszere

## Termelés

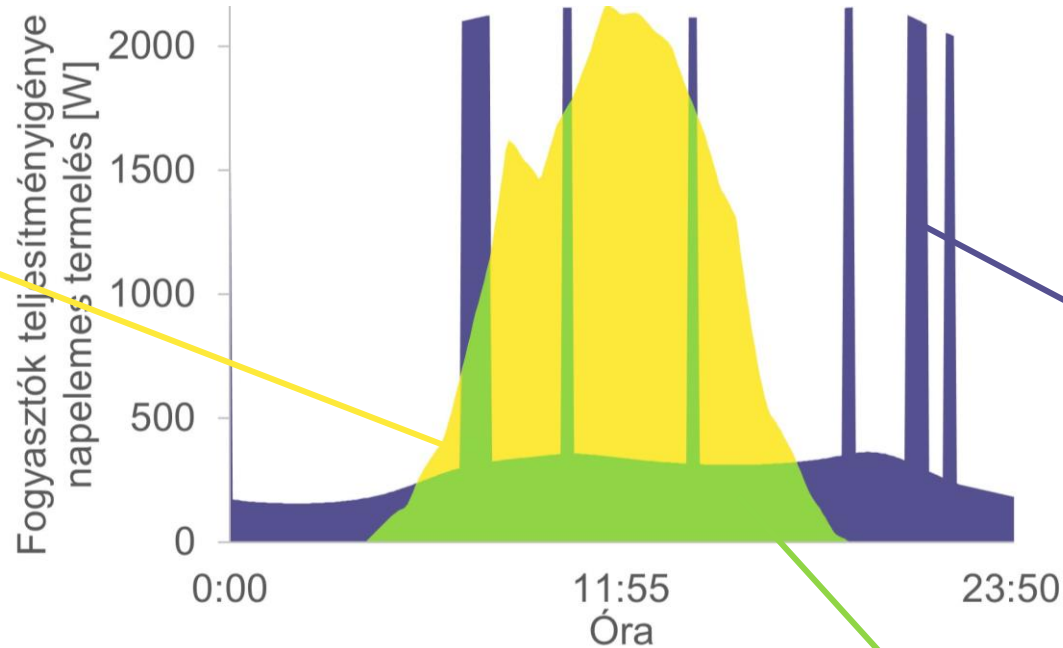
- Napelemes termelés
- Napon belüli ingadozás
- Éven belüli ingadozás

**egyidejűség**

## Felhasználás

- Villamosenergia berendezések felhasználásának időszakossága (esti csúcs)
  - Évszaki sajátosságok (hőszivattyús fűtés/hűtés)

**Visszatáplálás a hálózatba**



**Hálózathoz vett energia**

**Napelem közvetlen felhasználása**

# TERHELÉSILLESZTÉSI ÉS HÁLÓZATHASZNÁLATI MUTATÓK

Termelési és fogyasztási időszakok eltérésének problémarendszere

	<u>Terhelésillesztési mutatók</u>	<u>Hálózathasználati mutatók</u>
<u>Helyi adatok alapján</u>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Terhelés és felhasználás egyidejűségének jellemzésére<ul style="list-style-type: none"><li>• Önfogyasztás</li><li>• Önellátás</li></ul></li><li>• <i>Loss-of-load probability</i></li><li>• <i>Generation-to-demand ratio</i></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Termelés és felhasználás „párosítatlan” részének jellemzésére<ul style="list-style-type: none"><li>• Grid interaction index</li><li>• Capacity factor</li><li>• <i>Peak power indicators</i></li><li>• <i>Dimensioning rate</i></li></ul></li></ul>
<u>További adatigénnyel</u>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Mismatch compensation factor</i></li><li>• <i>Market matching</i></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Profile addition indicators</i></li><li>• <i>Coincidence factor</i></li></ul>

# TERHELÉSILLESZTÉSI MUTATÓK

Önfogyasztás és önellátás

## Önfogyasztás – self-consumption

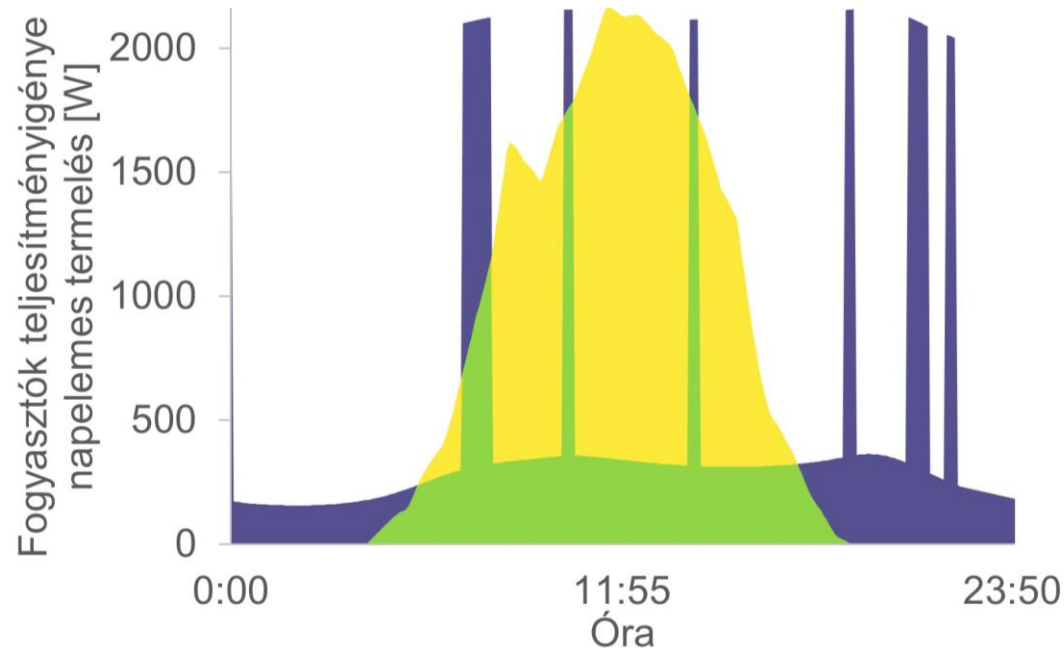
- Megmutatja, hogy a napelemes termelés mekkora hányadát használja fel közvetlenül az épület

$$SC = \frac{C}{B+C}$$

*Közvetlenül hasznosított napelemes termelés*

---

*Összes napelemes termelés*



- 'A' Hálózatról fedezett energiaigény
- 'B' Hálózatba táplált PV többlettermelés
- 'C' Saját napelemből fedezett energiaigény

## self-sufficiency – Önellátás

- Megmutatja, hogy a napelemes termelés mekkora hányada fordítódik közvetlenül az épület energiaigényének fedezésére

$$SS = \frac{C}{A+C}$$

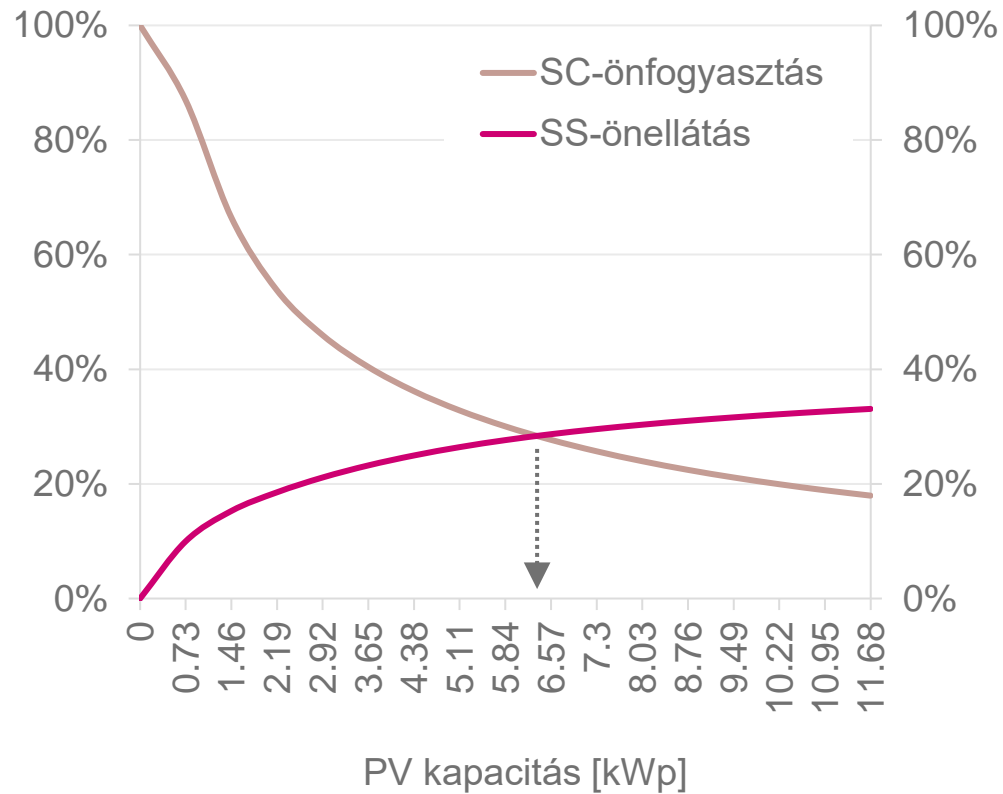
*Közvetlenül hasznosított napelemes termelés*

---

*Összes felhasználás*

# MÉRETEZÉSI PROBLÉMA

A megszokott terhelésillesztési mutatók nem segítenek a napelemes kapacitás kijelölésében



$$SC = \frac{C}{B+C} = SS = \frac{C}{A+C}$$

## Terhelésillesztési mutatók problémarendszere

- Vagy csak a napelemes termelést (B+C)
- Vagy csak a felhasználást (A+C) veszik figyelembe
  - Emiatt **monoton trendet** adnak **a** mutatók a beépített **napelem kapacitás függvényében**
- **Nem szolgáltatnak műszaki optimumot a méretezéshez**
- Tulajdonképpen gazdasági méretezés
  - **„Nettó nulla”** épületek



# ELŐADÁS TARTALMA

- Terhelésillesztési mutatók általánosságban
- Új mutatók napelemes rendszerek méretezésére
- Kitekintés - Elszámolási rendszer változása & bevezetett mutatók
- Fogyasztóoldali befolyásolás - DSM

## ÚJ, MÉRETEZÉSRE ALKALMAS MUTATÓK

**Vezessünk be új,  
méretezést segíteni képes  
mutatókat!**

### **„Öntermelés”**

Mutassa meg, hogy mekkora a helyben  
felhasznált energia aránya az épület összes  
energiaforgalmához képest

# ÖNTERMELÉS MUTATÓ

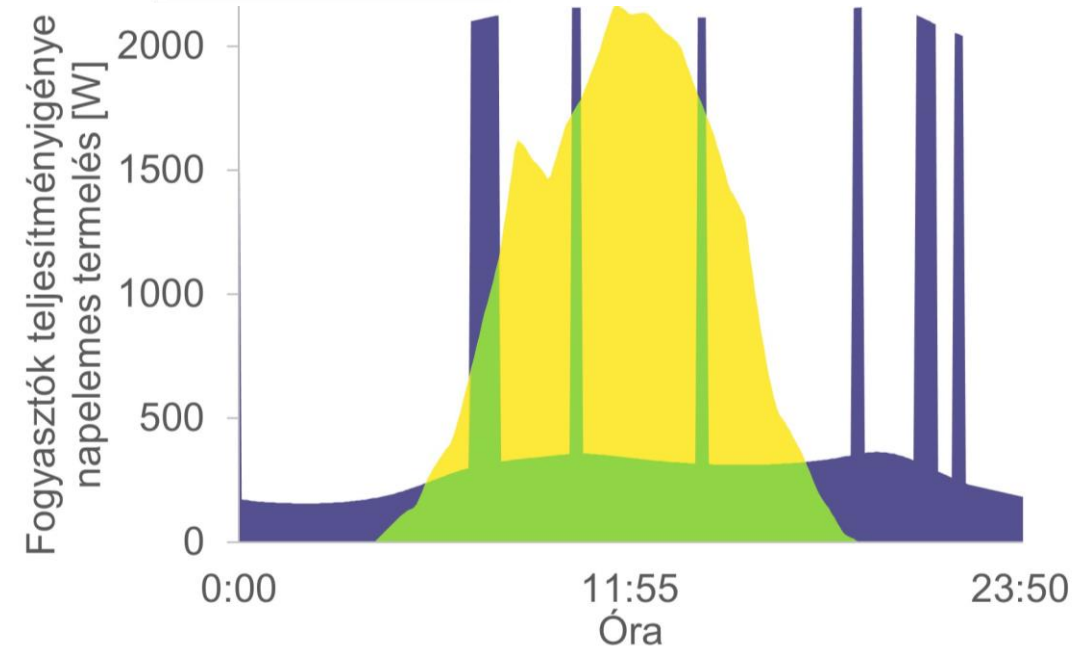
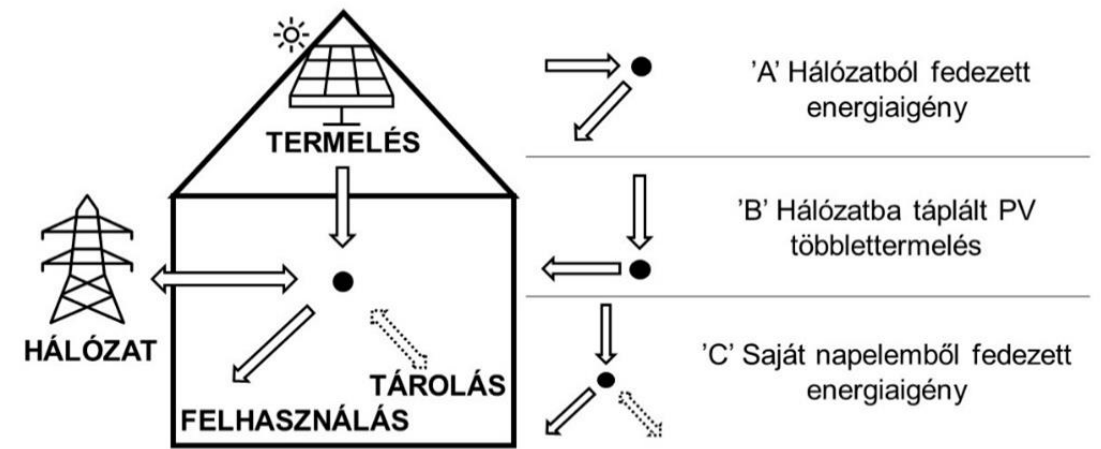
Termelés helyben felhasználásának maximalizálására

## Öntermelés – self-production

- Megmutatja, hogy a napelemes termelés mekkora hányadát használja fel közvetlenül az épület

$$\text{ÖT} = \text{SP} = \frac{C}{A+B+C}$$

***Közvetlenül hasznosított  
napelemes termelés***  
***Épület összes energiaforgalma***



- 'A' Hálózattól fedezett energiaigény
- 'B' Hálózatba táplált PV többlettermelés
- 'C' Saját napelemből fedezett energiaigény

**Vezessünk be új,  
méretezést segíteni képes  
mutatókat!**

**„Hálózathasználati tényező”**

Mutassa meg, hogy a napelemes rendszer telepítésével valójában csökken vagy növekszik a hálózattal folytatott energiaforgalom

# ÖNTERMELÉS MUTATÓ

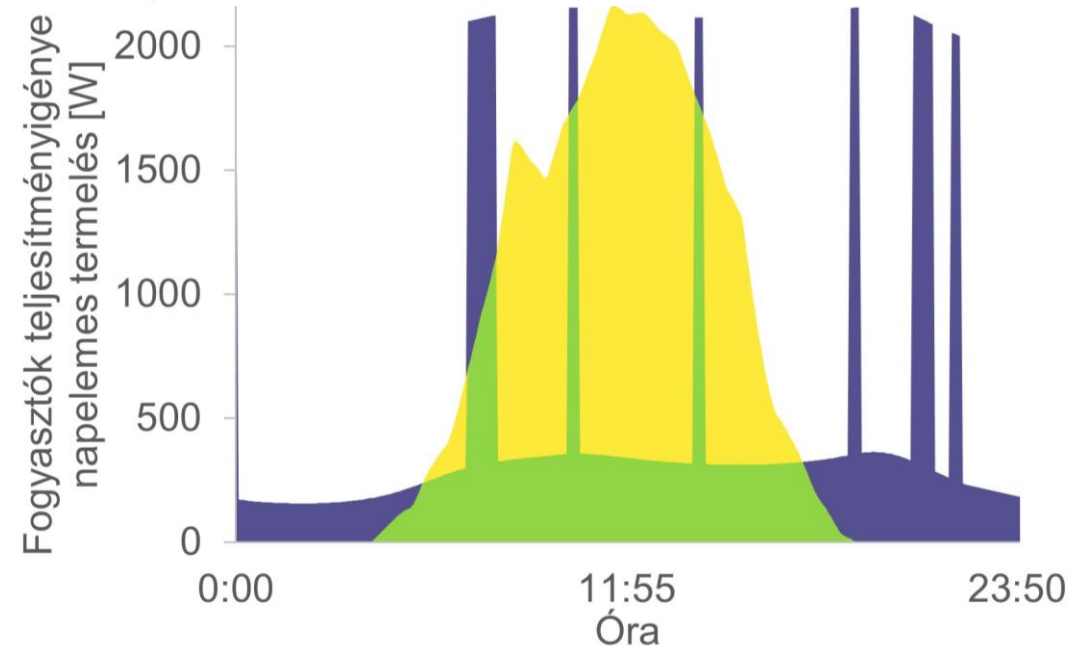
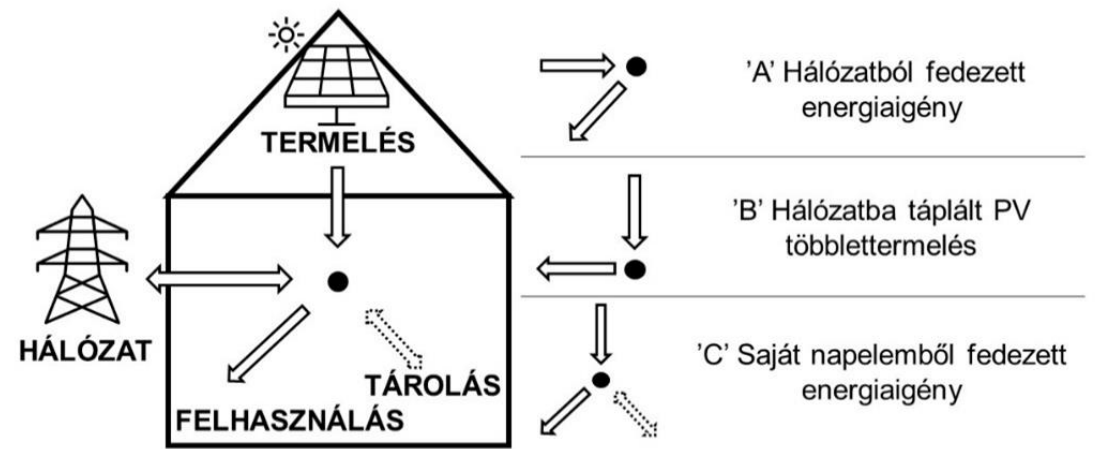
Termelés helyben felhasználásának maximalizálására

## Hálózathasználati tényező – grid-liability

- Megmutatja, hogy a napelemes rendszer alkalmazásával milyen mértékben változik – növekszik vagy csökken az interakció a hálózattal

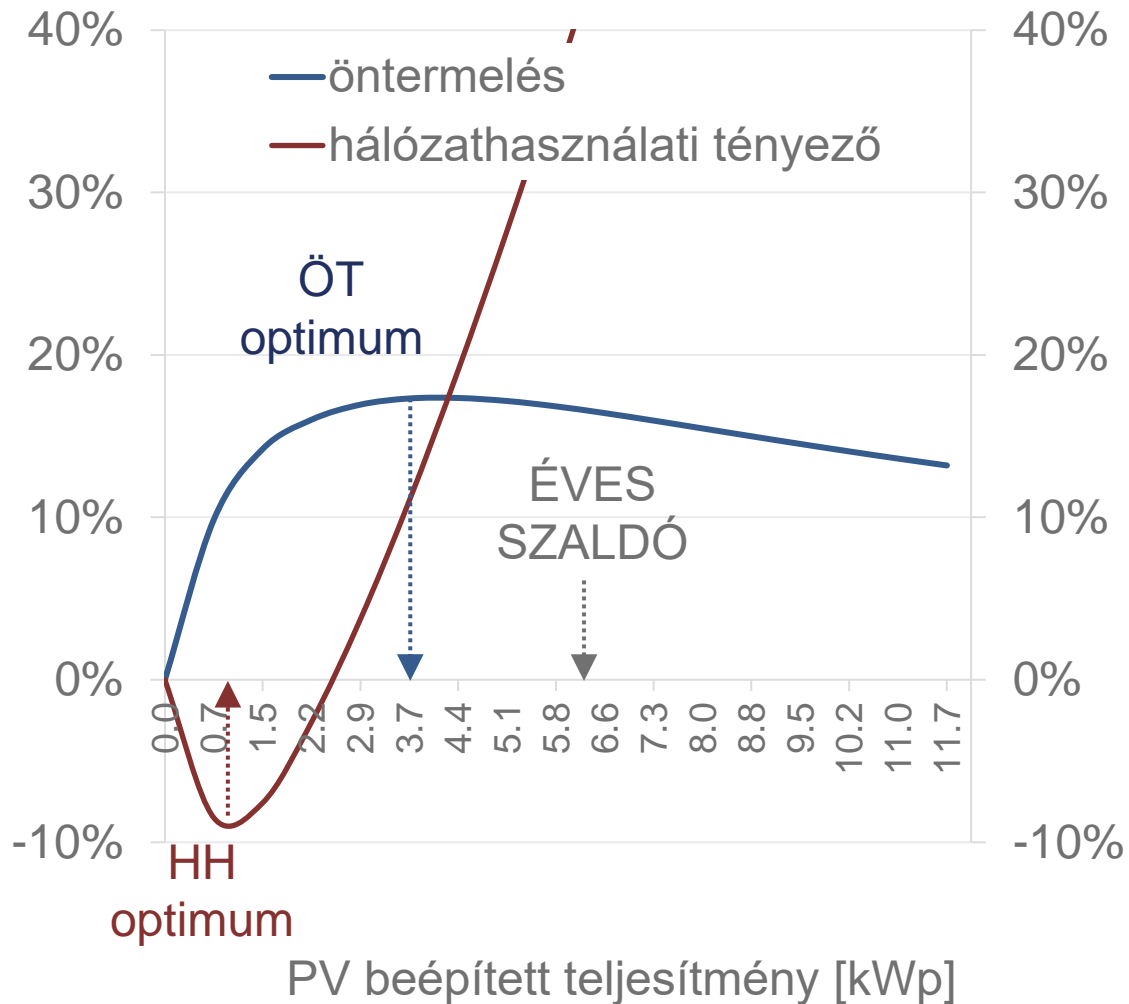
$$HH = GL = \frac{A+B}{A+C} - 1$$

Hálózattal folytatott energiaforgalom  
Energiaforgalom a napelemes rendszer nélkül – 1



- 'A' Hálózattól fedezett energiaigény
- 'B' Hálózatba táplált PV többlettermelés
- 'C' Saját napelemből fedezett energiaigény

# MUTATÓK OPTIMUM ÉRTÉKEI



## Öntermelés mutató

- 0 – 1 közötti értékeket vehet fel
- Maximuma a legkedvezőbb

Mindkét mutató lényegesen **kisebb PV kapacitásra ad optimumot, mint az éves szaldó megközelítés!**

## Hálózathasználati tényező

- Minimuma -1, felülről nem korlátos
- Minimuma az optimum

# TERHELÉSILLESZTÉSI MUTATÓK TULAJDONSÁGAI

Különböző tényezők hatása a mutatókra

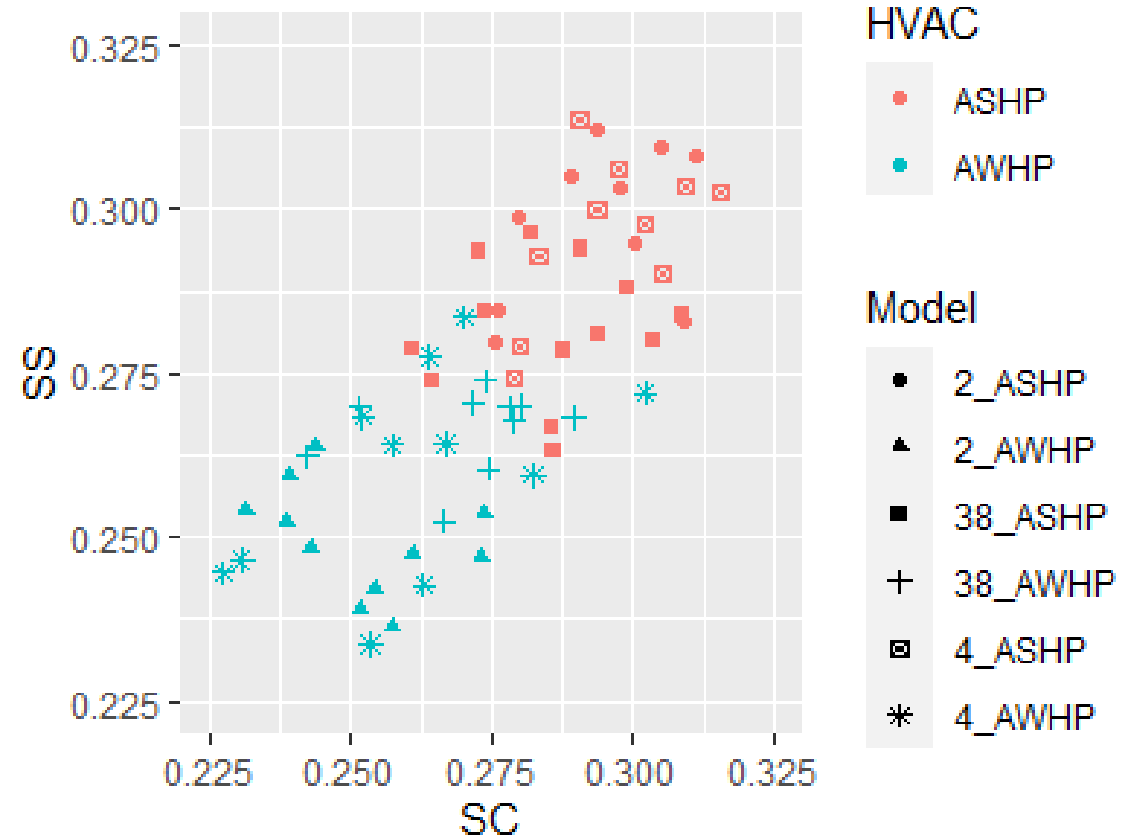
- Épülettípus hatása
- Épületgépészeti rendszer típusa
- Napelem tájolásának hatása
- Napelemes teljesítmény hatása

# TERHELÉSILLESZTÉSI MUTATÓK TULAJDONSÁGAI

Különböző tényezők hatása a mutatókra

- Épülettípus hatása
- **Épületgépészeti rendszer típusa**
- Napelem tájolásának hatása
- Napelemes teljesítmény hatása
- ASHP – levegő-levegő hőszivattyú + villanybojler
- AWHP – levegő-víz hőszivattyú

A nagyobb felhasználás ellenére egyidejűségek szempontjából a villanybojleres rendszerek kedvezőbben teljesítenek.





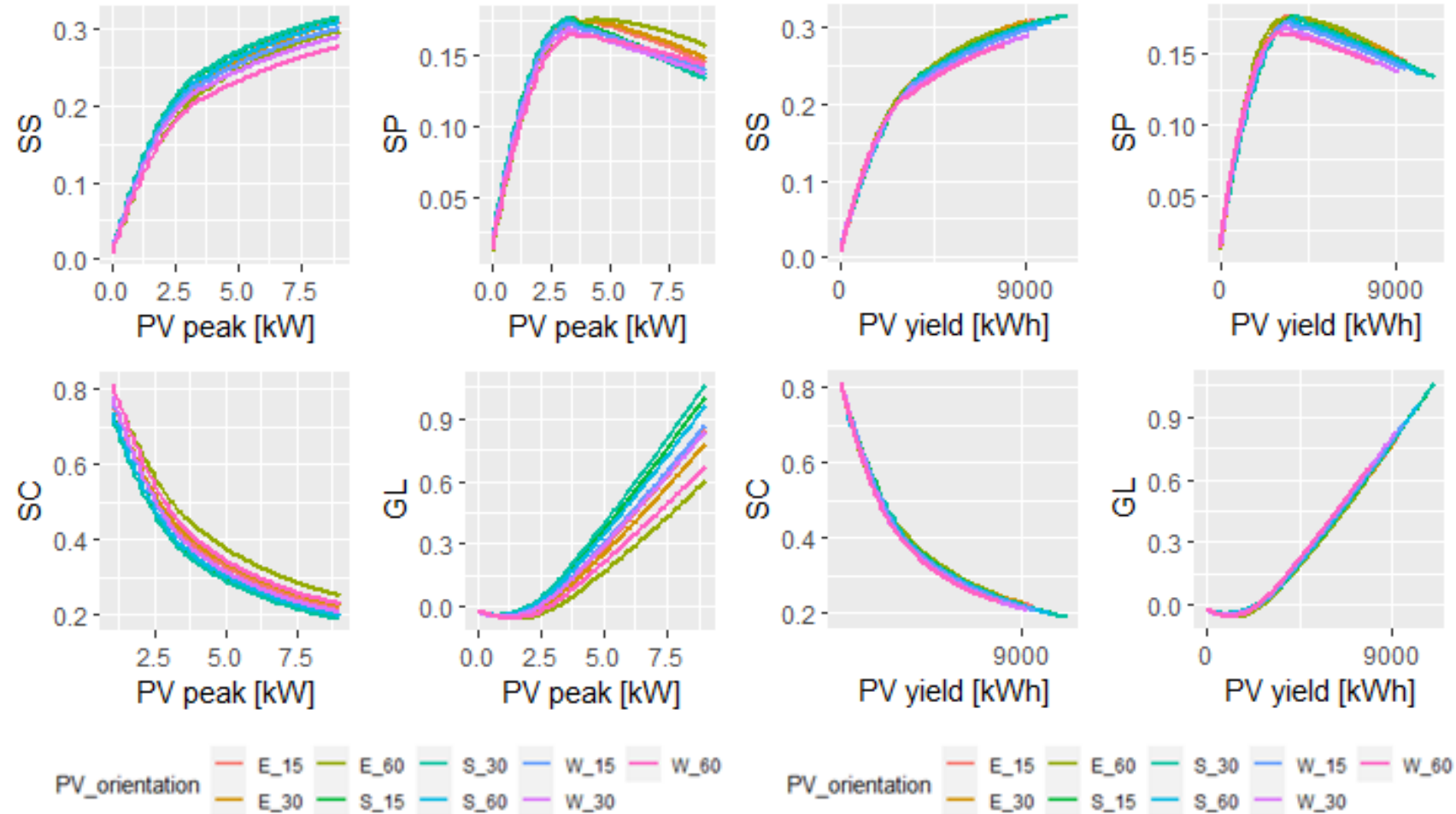
# TERHELÉSILLESZTÉSI MUTATÓK TULAJDONSÁGAI

Különböző tényezők hatása a mutatókra

- Épülettípus hatása
- Épületgépészeti rendszer típusa
- **Napelem tájolásának hatása**
- **Napelem teljesítménye**

A terhelésillesztési mutatók szempontjából az éves termelés beszédesebb, mint a kapacitás.

Tájolás szempontjából a keleti tájolású rendszerek a legkedvezőbbek.



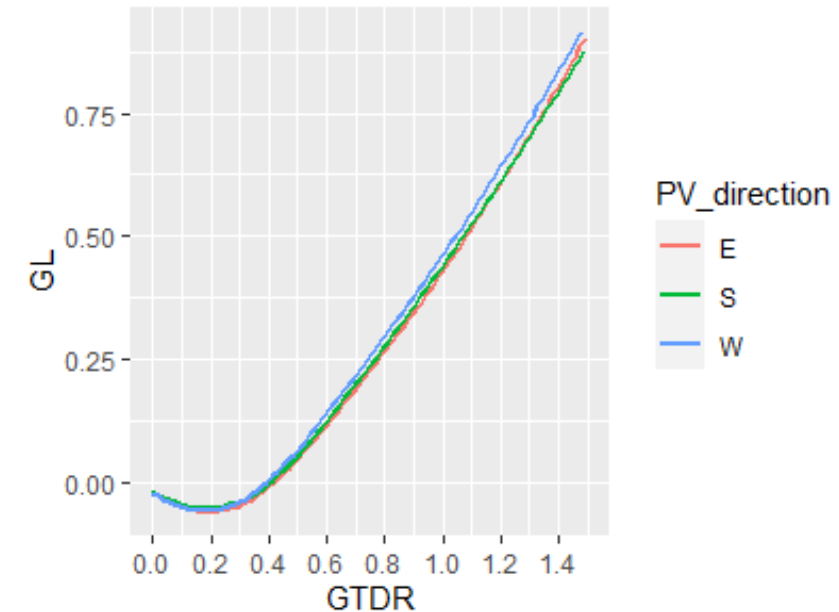
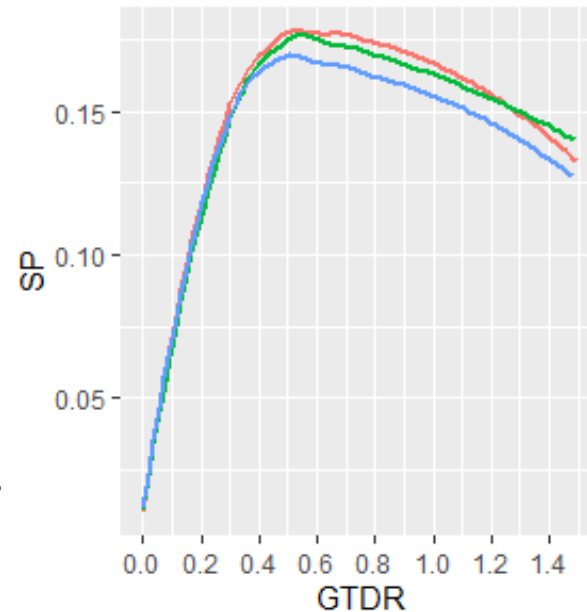
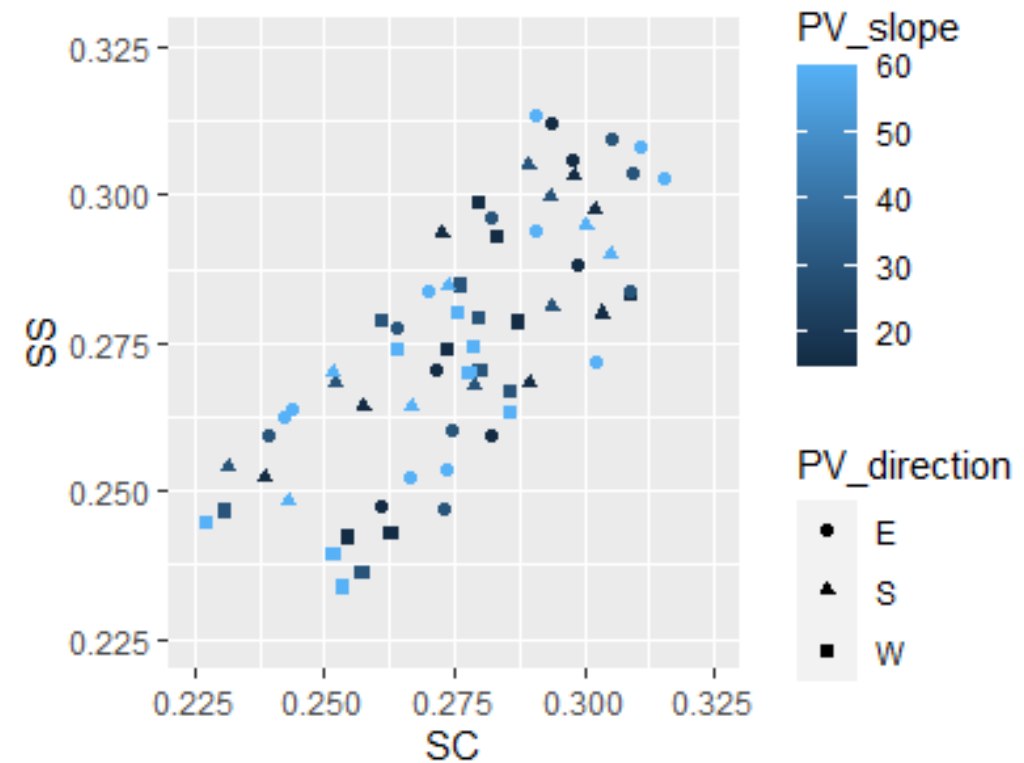
# TERHELÉSILLESZTÉSI MUTATÓK TULAJDONSÁGAI

Különböző tényezők hatása a mutatókra

- Épülettípus hatása
- Épületgépészeti rendszer típusa
- **Napelem tájolásának hatása**
- **Napelem teljesítménye**

Tájolás alapján a nyugati tájolásúak mutatkoztak a legkedvezőtlenebbnek, a keleti és déli tájolásúak hasonlóan viselkedtek

Dőlésszöget tekintve nem mutatkozott szignifikáns különbség a rendszerek között.



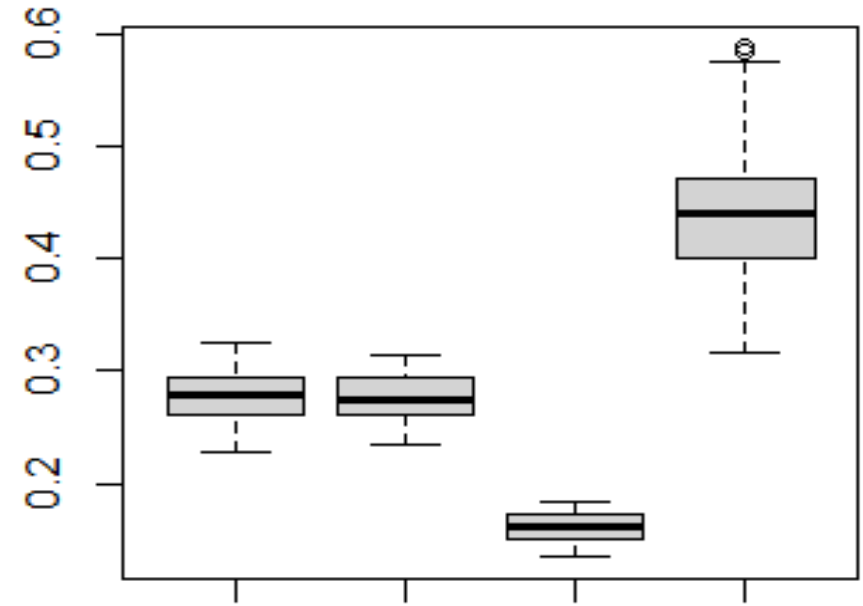
# ELŐADÁS TARTALMA

- Terhelésillesztési mutatók általánosságban
- Új mutatók napelemes rendszerek méretezésére
- Kitekintés - Elszámolási rendszer változása & bevezetett mutatók
- Fogyasztóoldali befolyásolás - DSM

# HAZAI „NETTÓ NULLÁK”

Különböző tényezők hatása a mutatókra

- A hazai „nettó nullák” átlagosan energiaigényük mindössze 28%-át fedezik közvetlen saját napelemes rendszerükből
- Kiemelendő, hogy ezek az épületek 45%-kal nagyobb energiaforgalmat bonyolítanak le a hálózattal, mint a napelem nélküli társaik.

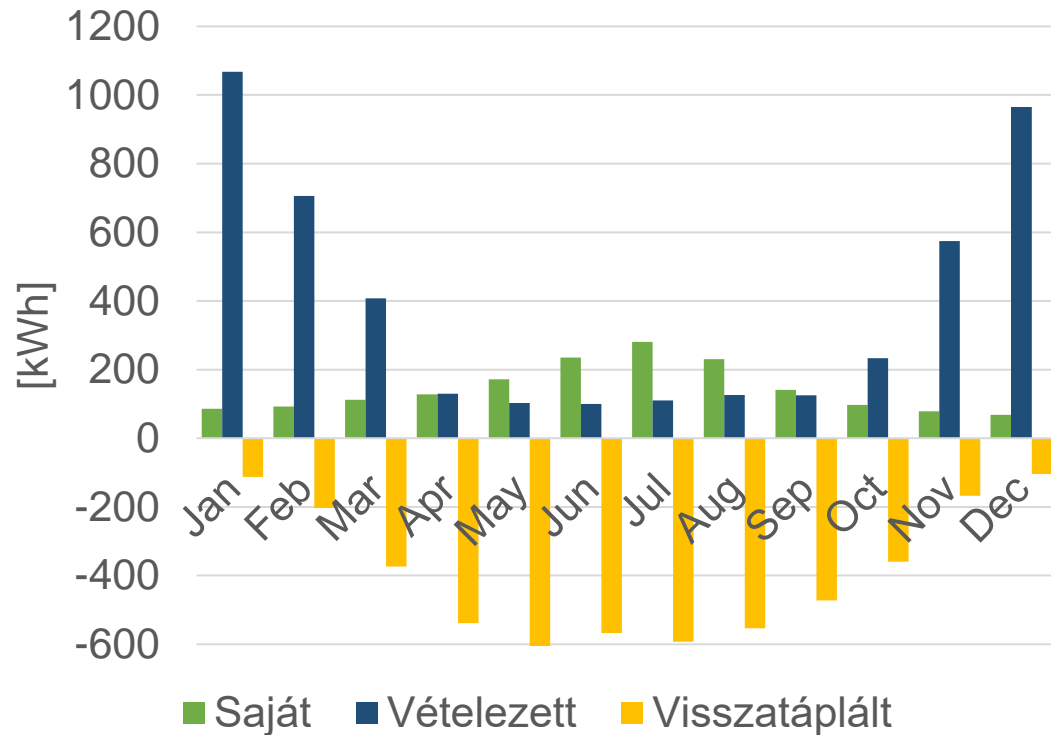


	SC	SS	SP	GL
<b>Átlag</b>	0.2768	0.2752	0.1601	0.4456
<b>Minimum</b>	0.2274	0.2337	0.1336	0.3166
<b>Maximum</b>	0.3263	0.3137	0.1842	0.5889
<b>Szórás</b>	0.0228	0.0209	0.0137	0.0623

**Mi lesz veled, szaldó  
elszámolás?**

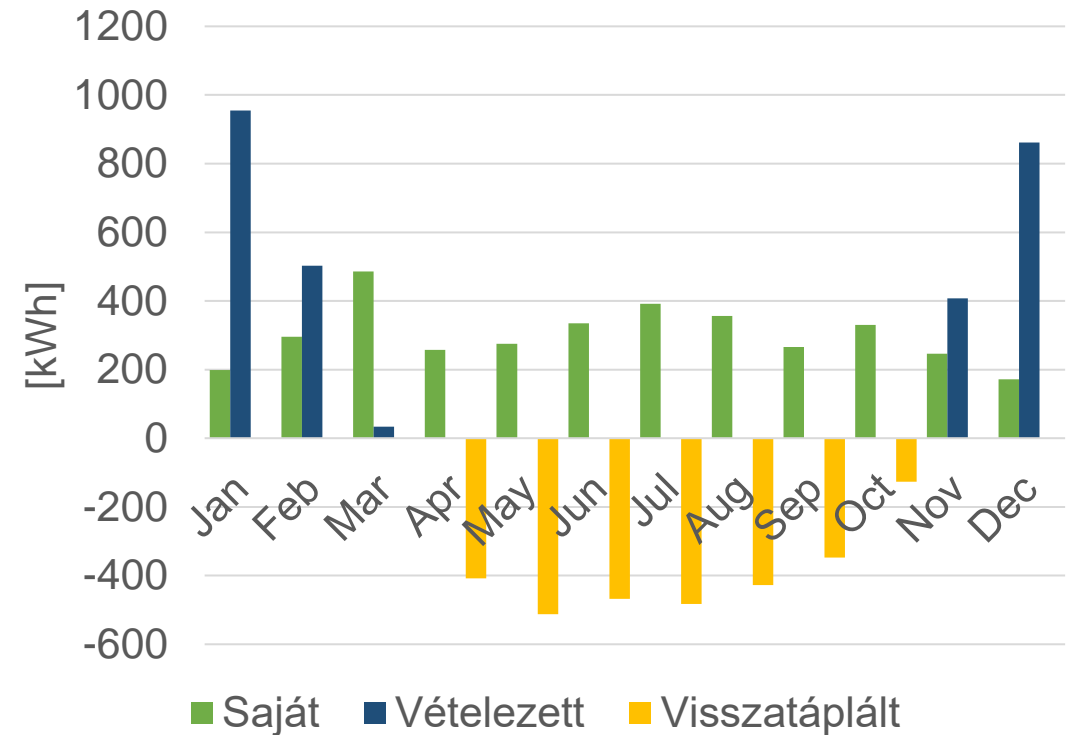
# ELSZÁMOLÁSI RENDSZEREK KÜLÖNBSÉGEI

## Bruttó elszámolás, nettó nulla PV



Saját	Vételezett	Visszatáplált
1720	4646	-4661

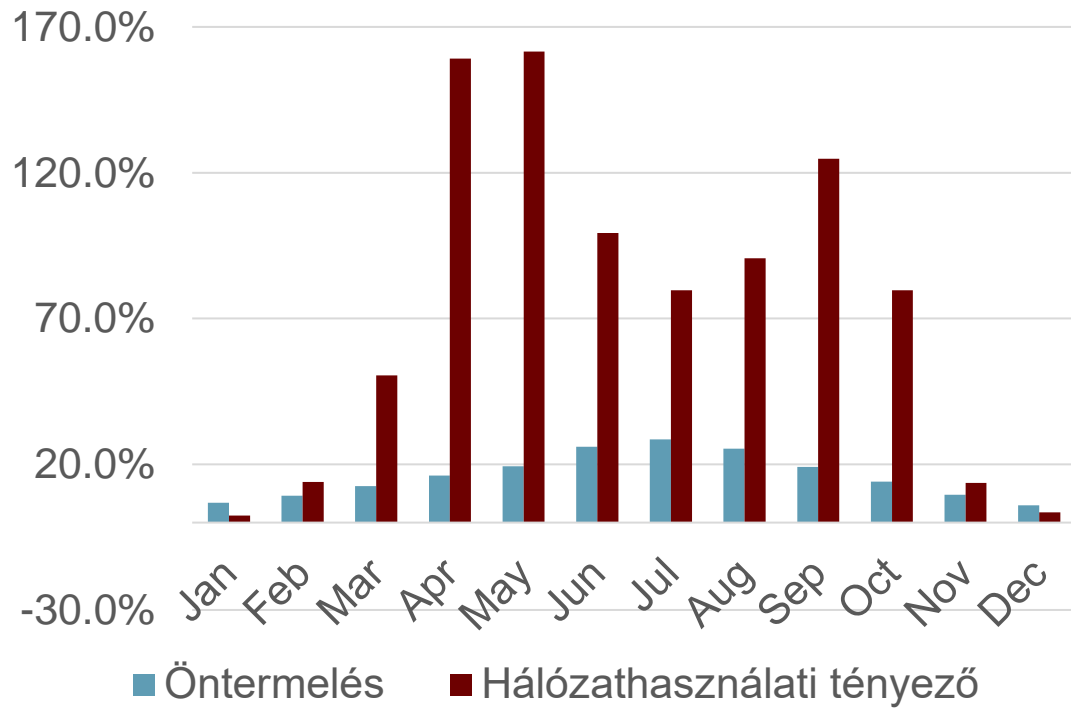
## Havi szaldó, nettó nulla PV



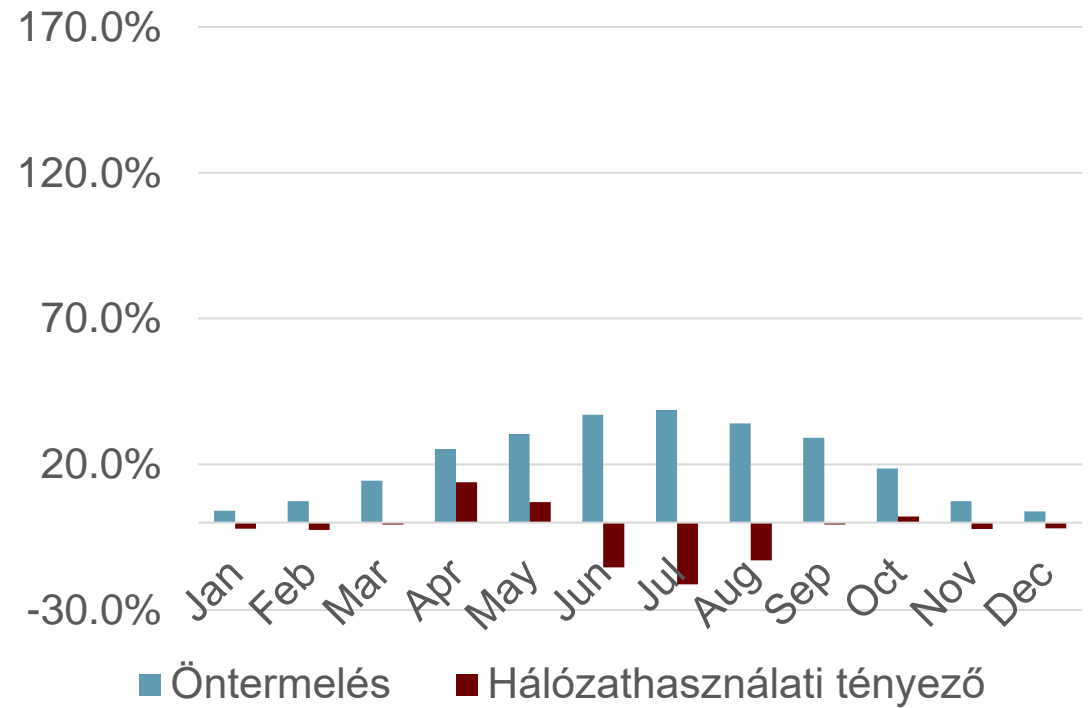
Saját	Vételezett	Visszatáplált
3608	2758	-2773

# RENDSZER MÉRETEZÉSÉNEK KÜLÖNBSÉGE – HÁLÓZATHASZNÁLAT ÉS ÖNFOGYASZTÁS

## Nettó nullára méretezve

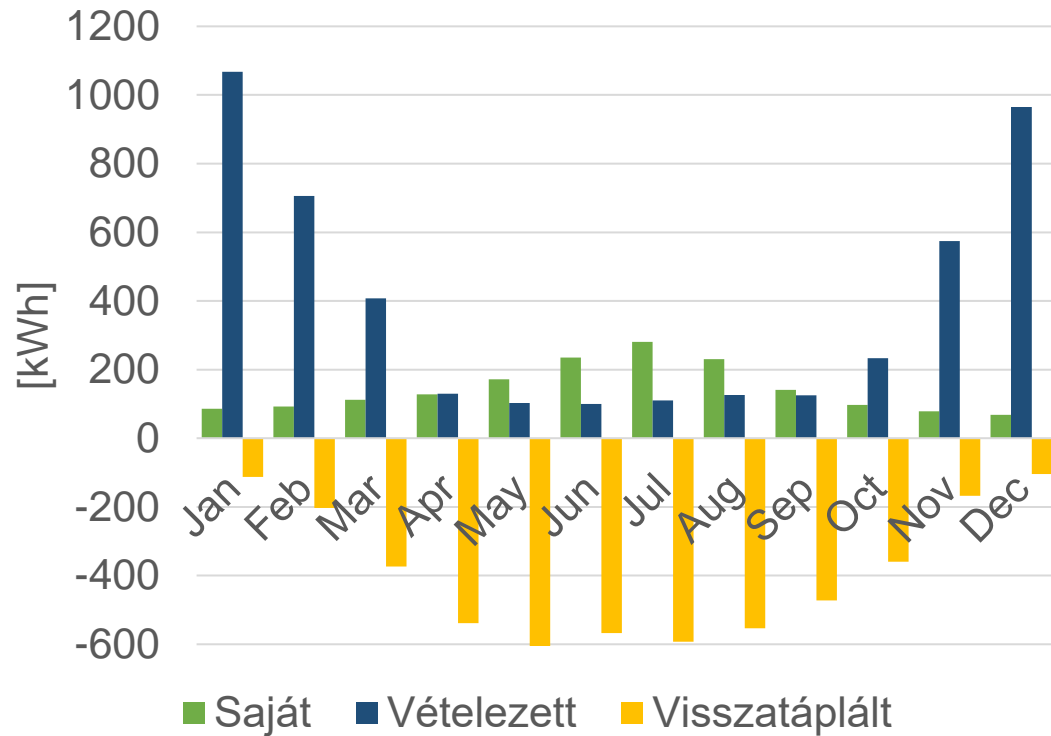


## Nettó nulla \* 35%-ra méretezve



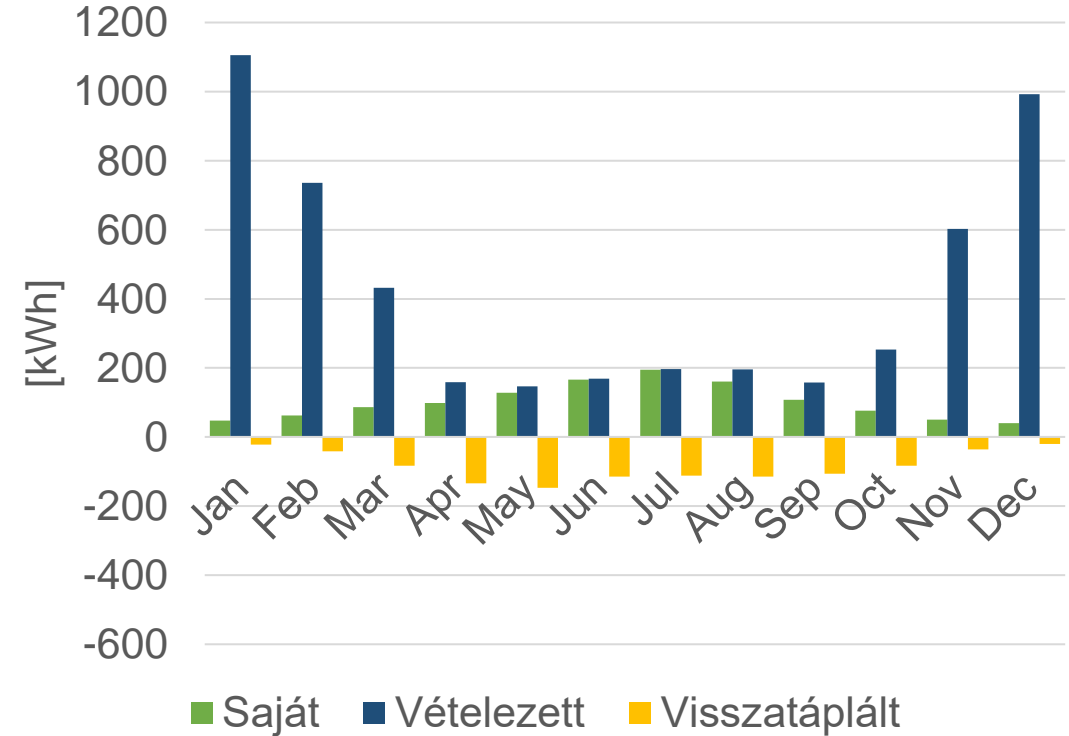
# RENDSZER MÉRETEZÉSÉNEK KÜLÖNBSÉGE

Bruttó elszámolás, nettó nulla PV



Saját	Vételezett	Visszatáplált
1720	4646	-4661

Bruttó elszámolás, 35% \* nettó nulla PV



Saját	Vételezett	Visszatáplált
1220	5148	-1015



# GAZDASÁGI ÁTTEKINTÉS

Méretezés	Nincs	Nettó nulla	Nettó nulla	Nettó nulla	Nettó nulla * 0.35
Elszámolás	-	Éves szaldó	Havi szaldó	Bruttó	Bruttó
Energia [kWh/év]	6 367	6 367	6 367	6 367	6 368
Saját		6 367	3 608	1 720	1 220
Vételezett	6 367	-	2 759	4 647	5 148
Visszatáplált		-	2 774	- 4 662	- 1 015
Egyszerű megtérülés [év]		6.98	9.37	17.37	9.67
Dinamikus megtérülés [év]		8	11	22	11
NPV 15		2 123 657 Ft	943 113 Ft	-642 981 Ft	293 264 Ft
IRR		14.90%	9.75%	1.16%	9.26%

# KUTATÁS ELÉRHETŐSÉGE

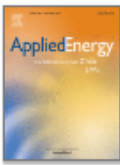
Publikációk

## A mutatókról és kutatásról bővebben:

- Angol nyelv folyóiratcikk:
  - <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261922013800>
- A magyar nyelv kivonatok a Magyar Épületgépészet és az E-gépész online kiadásaiban is elérhetőek:
  - [http://www.epgeponline.hu/online\\_cikkek/letoltes/31](http://www.epgeponline.hu/online_cikkek/letoltes/31)
  - <https://www.e-gepesz.hu/cikkek/18823-terhelesillesztési-mutatók-háztartási-méretű-napelemes-rendszer-méretezésére>



Applied Energy  
Volume 327, 1 December 2022, 120123



## Novel load matching indicators for photovoltaic system sizing and evaluation

László Zsolt Gergely  , Tamás Csoknyai, Miklós Horváth

### Terhelesillesztési mutatók háztartási méretű napelemes rendszer méretezésére



*Gergely László*  
PhD hallgató



*Dr. Csoknyai Tamás*  
egyetemi docens  
tanszékvezető



*Dr. Horváth Miklós*  
egyetemi adjunktus

BME Gépészmérnöki Kar, Épületgépészeti és Gépészeti  
Eljárástechnika Tanszék

A cikk megtalálható honlapunkon az online cikkek rovatban,  
ahonnan díjmentesen letölthető.

**Magyar Épületgépészet, Online cikk, 2022/12. hó**

**Köszönöm a figyelmet!**

GERGELY László

BME Épületenergetikai kutatócsoport



# ELŐADÁS TARTALMA

- Terhelésillesztési mutatók általánosságban
- Új mutatók napelemes rendszerek méretezésére
- Kitekintés - Elszámolási rendszer változása & bevezetett mutatók
- Fogyasztóoldali befolyásolás - DSM

# Fogyasztóoldali befolyásolás

## Demand Side Management

- DSM lehetőségek
- Megújuló-energia fókuszú
- Ár központú
- Hálózati paraméterekre koncentráló

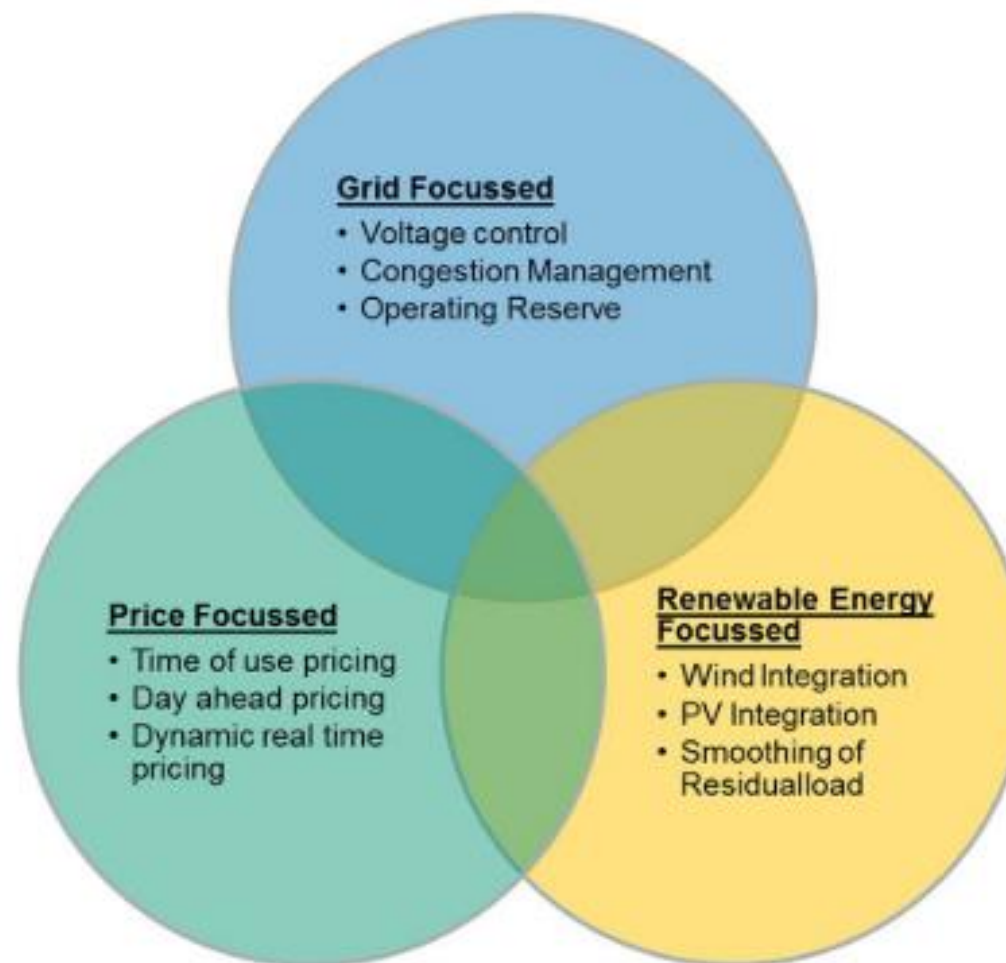
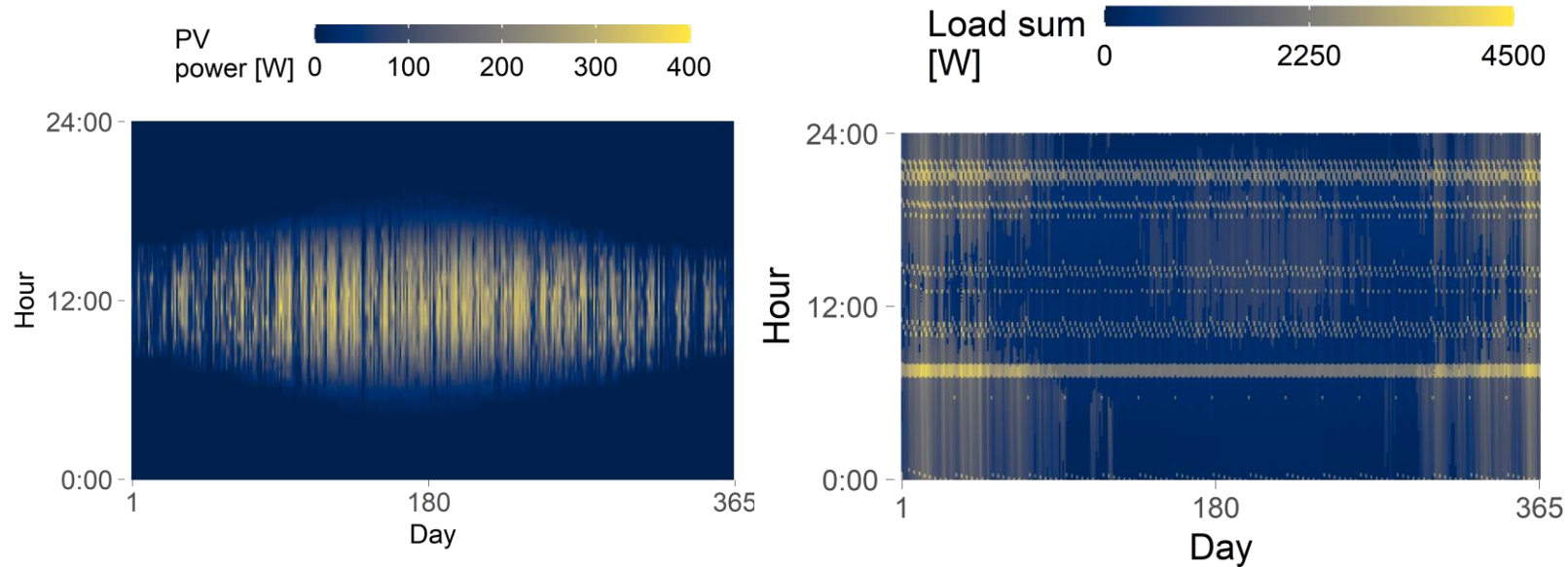


Figure 2 – DSM strategies

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.182>

# PhD III/II.

## Mutatók javítási lehetőségének feltárása

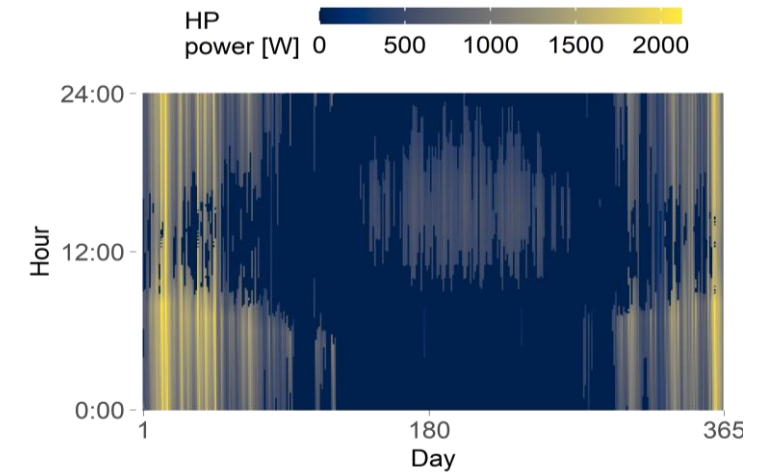
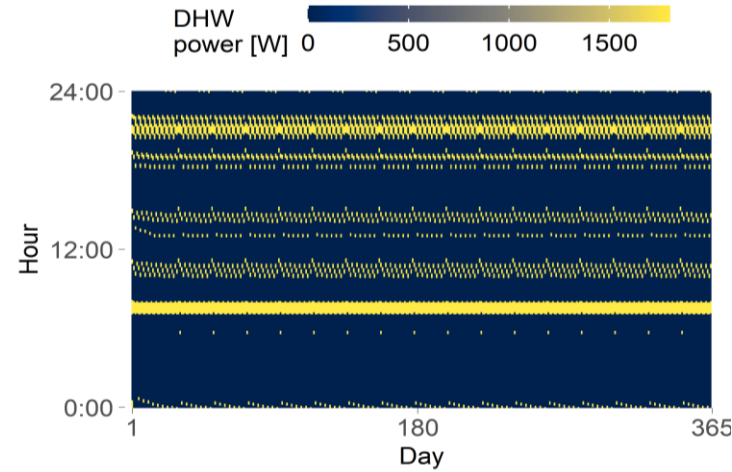
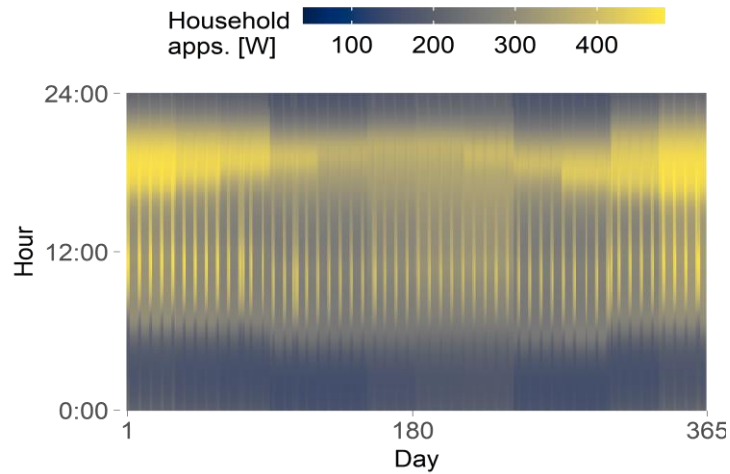
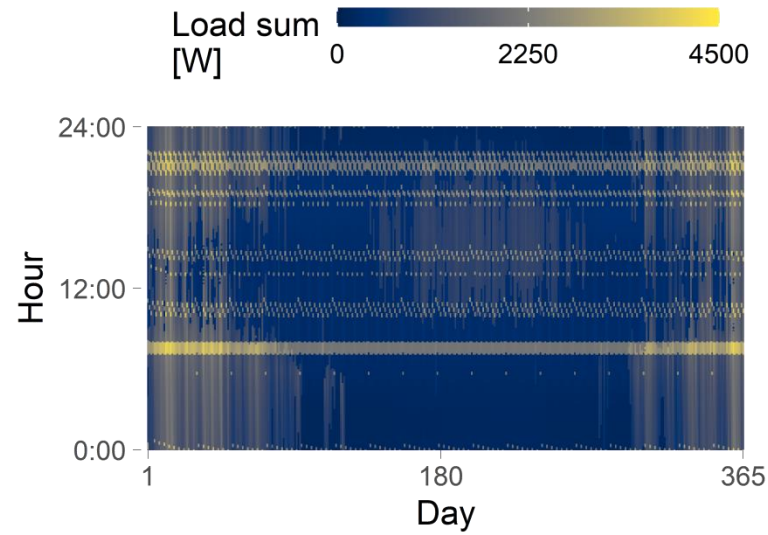


- **Beavatkozási lehetőségek feltárása**
- Fogyasztás elemzése
  - Háztartási berendezések
  - Fűtés - hűtés
  - Használati melegvíz termelés

## TERHELÉSILLESZTÉSI PROBLÉMA

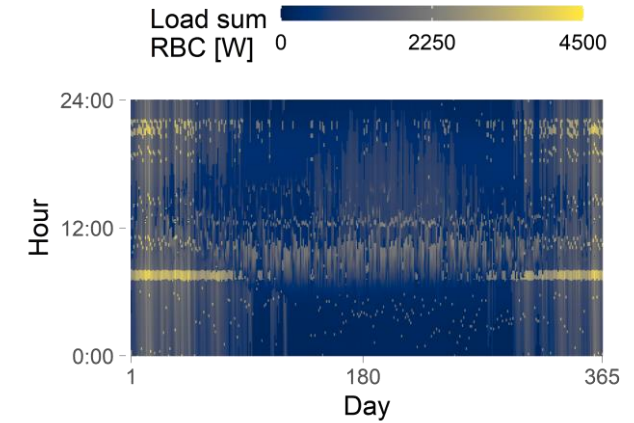
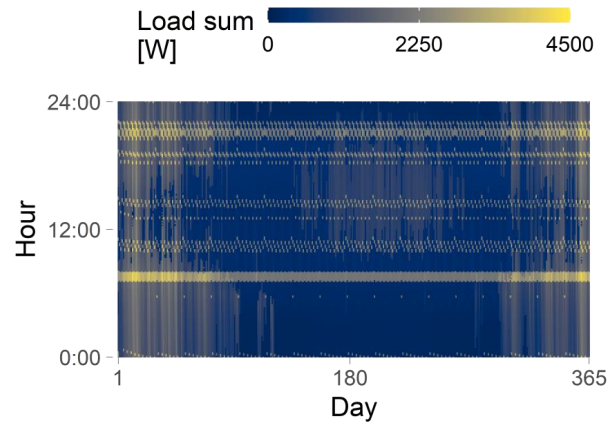
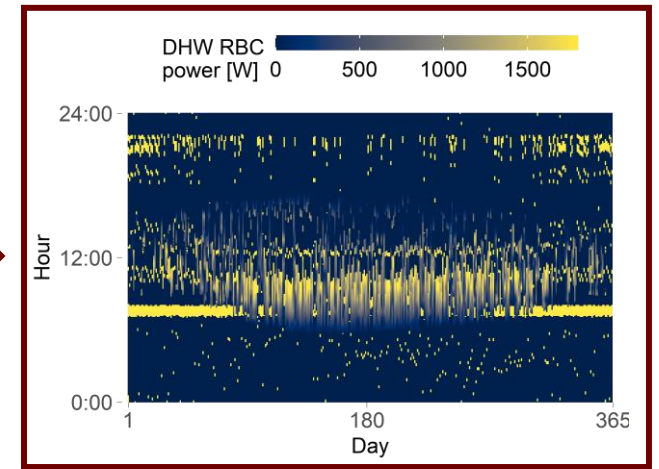
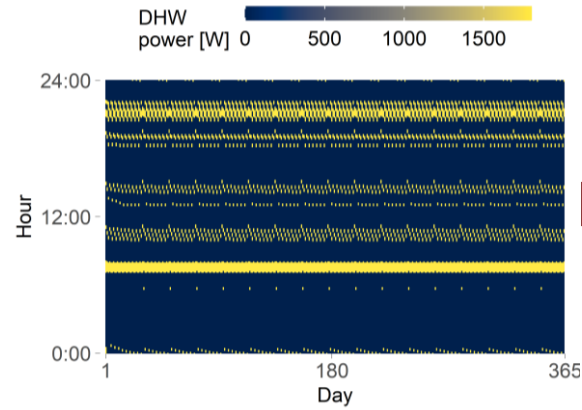
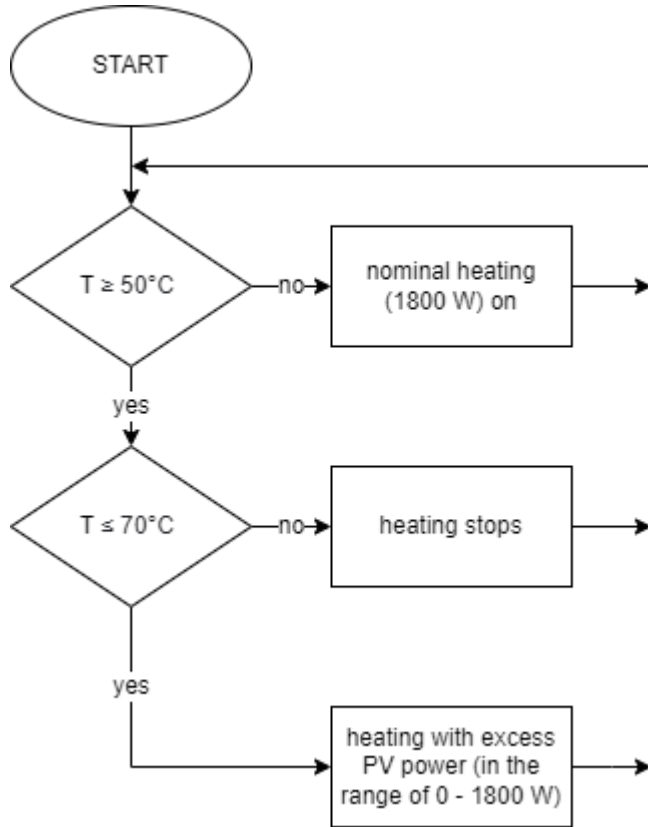
# EGYIDEJSÉG ELEMZÉSE

## Felhasználás részetezése



# DSM LEHETŐSÉGEK

HMV termelés módosított üzeme





# DSM ÉS A BEVEZETETT MUTATÓK

