Az e-mobilitáshoz kapcsolódó közép- és hosszútávú villamos hálózati hatások

A villamos hajtású járművek (e-mobilitás) jelene és jövője (MEE Szakmai nap, 2017. május 3)

Prikler László, dr. Farkas Csaba, dr. Dán András

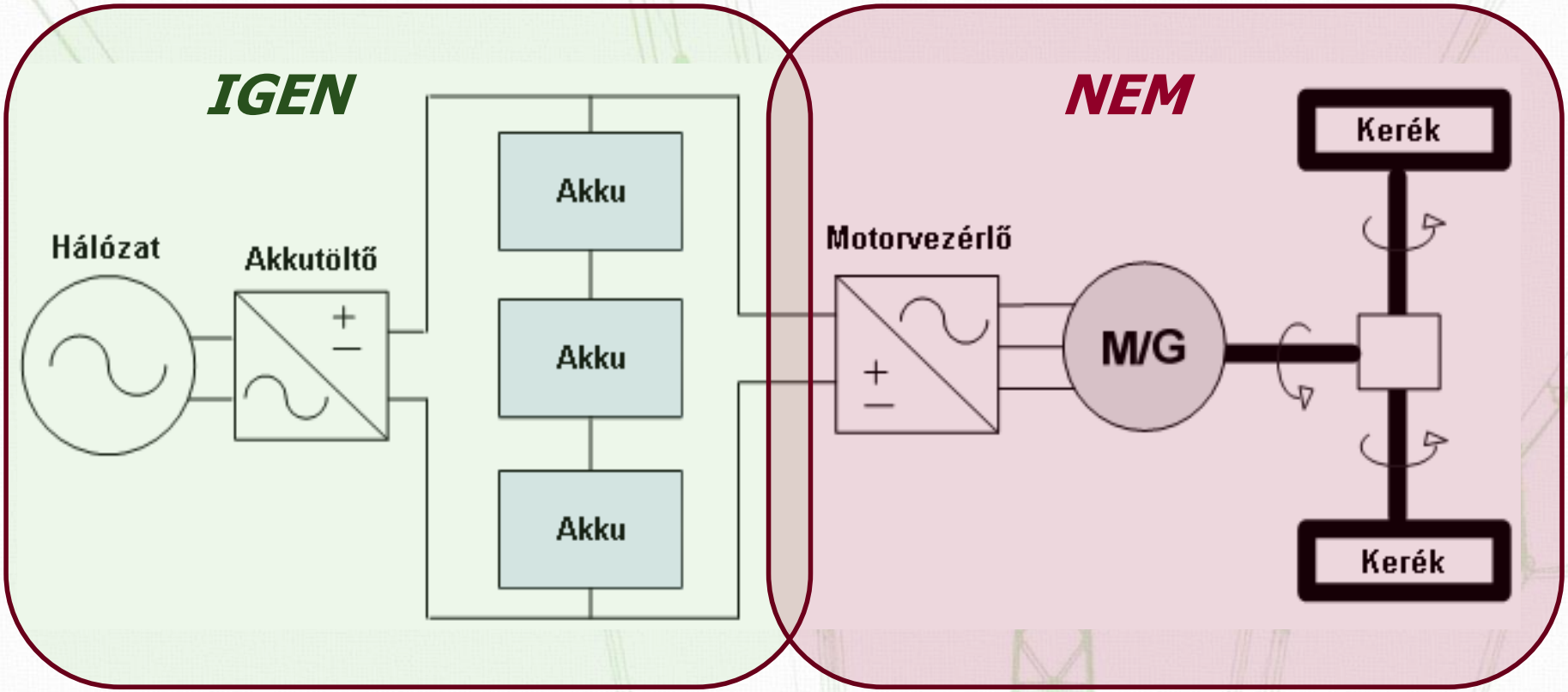
MŰEGYETEM 1782

BME VILLAMOSMÉRNÖKI ÉS INFORMATIKAI KAR

Villamos Energetika Tanszék
Villamos Művek és Környezet Csoport

Miről lesz szó és miről nem?

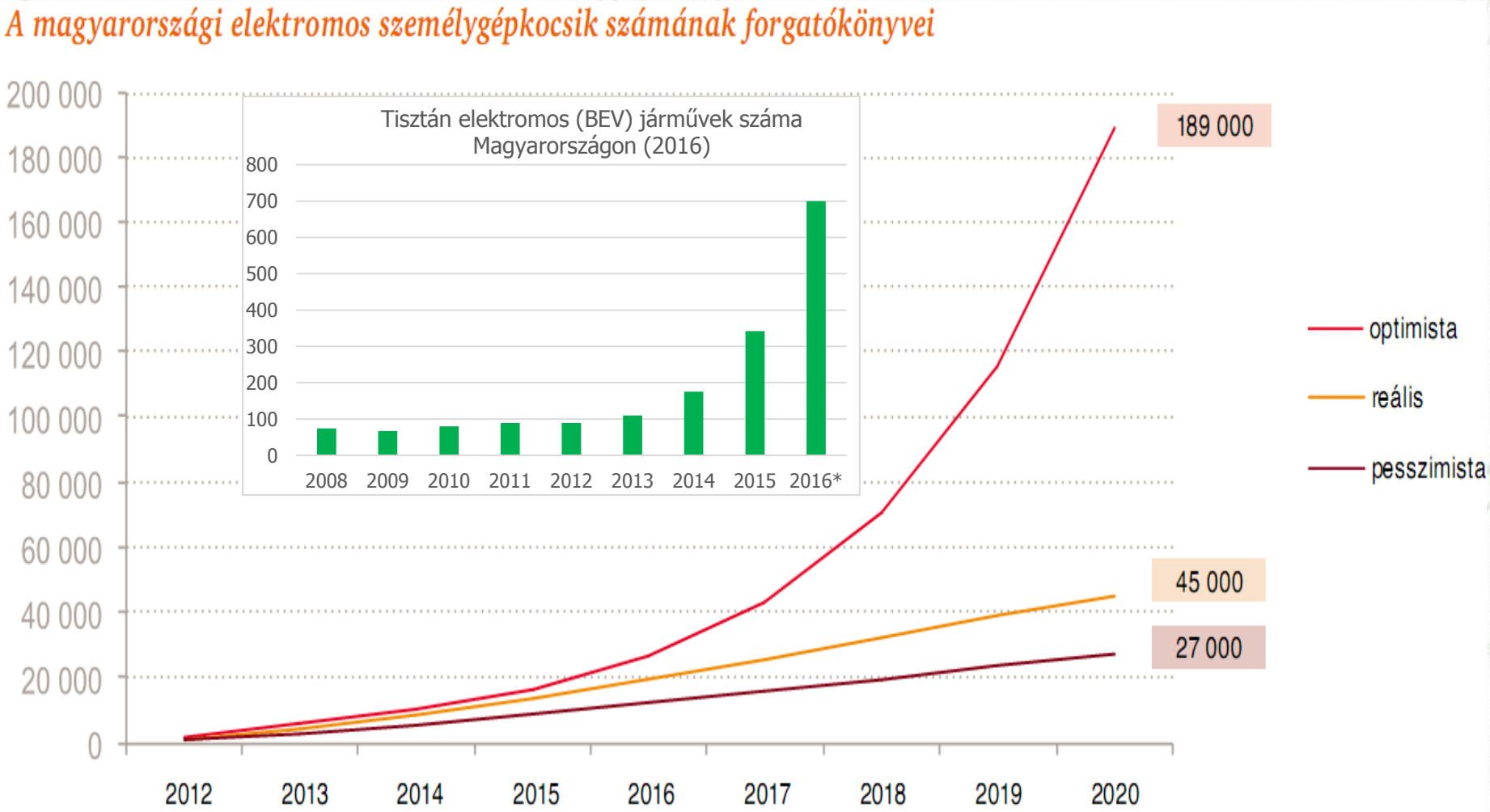
(Egy BEV felépítése)



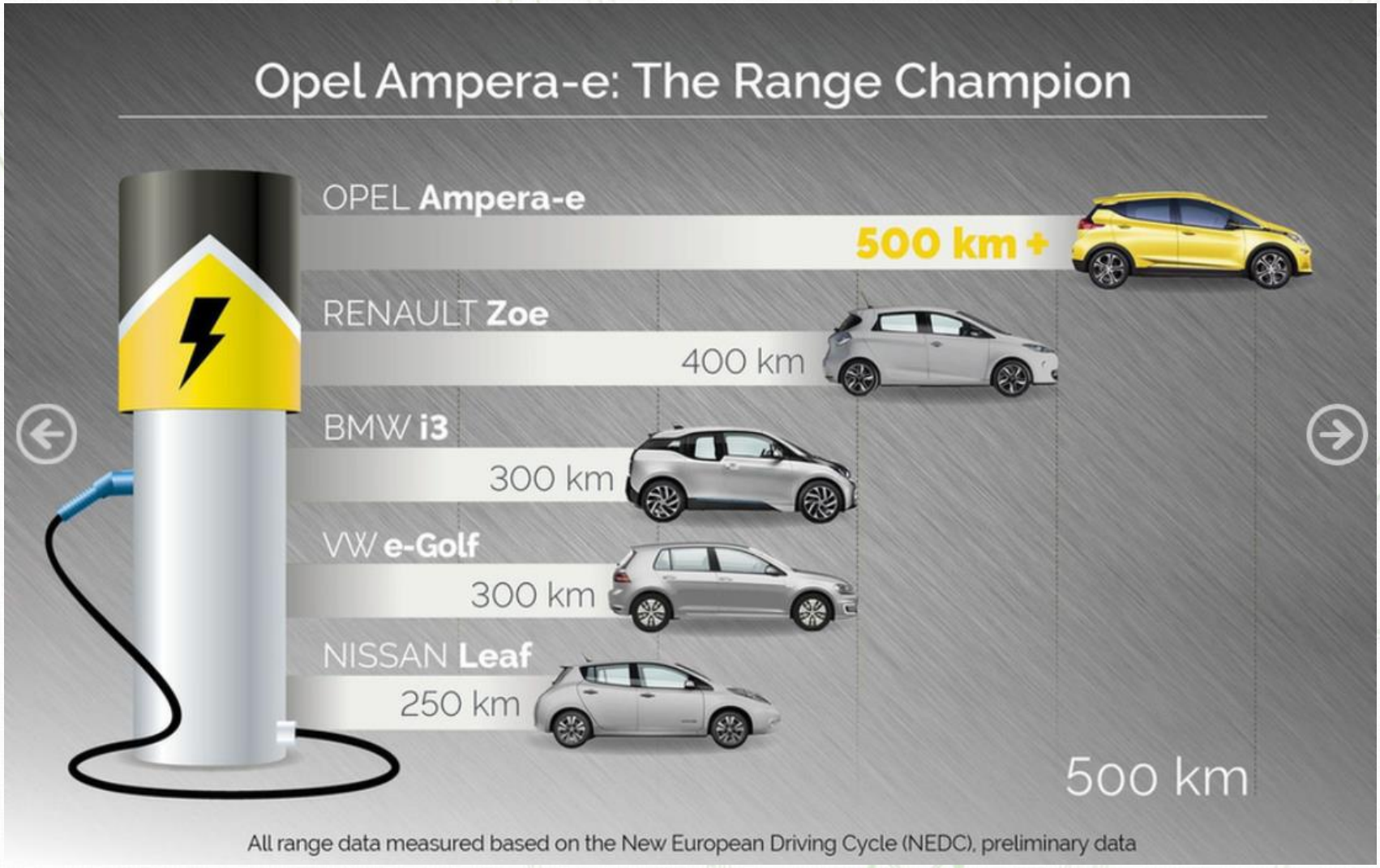
Miről lesz szó?

- Hálózati hatások: Ma, **holnap, holnapután**
- Akkumulátorok, akkumulátortöltési módok
  - Otthoni lassú (AC), gyors (AC), villám (DC), Battery swap?
- Villamos autók felhasználása rendszerszabályozásra
- Töltőinfrastruktúra telepítési koncepció és hazai alkalmazási lehetőségei
- Az e-mobilitás kapcsolódásai, az okos hálózatok, az új generációs rendszerszabályozási és tárolókapacitás-menedzsment kérdéseihez

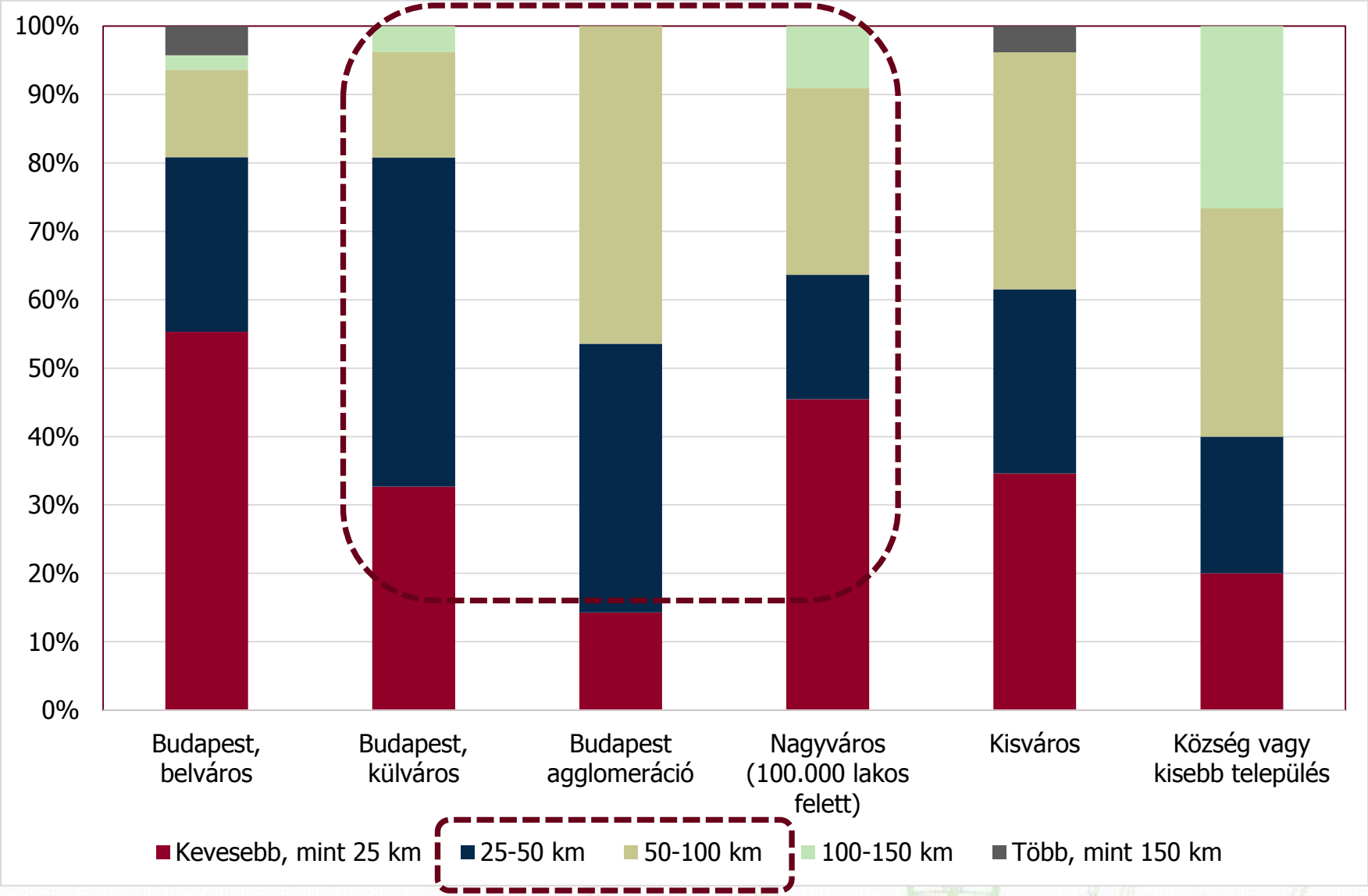
Előrejelzések Magyarországra (2012) és tényadatok (2016)



Hatótávolság növelés= +kWh akku, ++ kW töltő



NAPONTA AUTÓVAL MEGTETT ÁTLAGOS TÁVOLSÁG LAKÓHELY SZERINT (HU-2016)



VÁRHATÓ E-mobi ENERGIAFOGYASZTÁS A JÖVŐBEN (HU)

	PESSZIMISTA				OPTIMISTA			
	2017	2020	2025	2030	2017	2020	2025	2030
BEV [db]	1179	5732	21158	35791	1956	10023	44931	109161
PHEV [db]	1442	6463	17311	23861	2390	11302	36762	72774
BEV napi e-km	61	67.1	73.8	81.2	61	67.1	73.8	81.2
PHEV napi e-km	15	16.5	18.2	20.0	15	16.5	18.2	20.0
BEV nyilvános töltés %	30	30	30	30	30	30	30	30
PHEV nyilvános töltés %	10	10	10	10	10	10	10	10
kWh/100 km	16	16	16	16	16	16	16	16
Töltés hatásfoka %	95	95	95	95	95	95	95	95
BEV nyilvános töltőből vételezett energia [kWh/nap]	3633.8	19433.3	78905.5	146824.8	6028.6	33981.1	167563.3	447809.2
PHEV nyilvános töltőből vételezett energia [kWh/nap]	364.3	1796.0	5291.7	8023.3	603.8	3140.8	11237.6	24470.4
Szumma nyilvános töltőből vételezett energia [kWh/nap]	3998.1	21229.3	84197.2	154848.1	6632.4	37121.9	178800.9	472279.7
BEV otthoni+munkahelyi töltőből vételezett energia [kWh/nap]	8478.9	45344.3	184112.9	342591.2	14066.7	79289.3	390981.0	1044888.2
PHEV otthoni+munkahelyi töltőből vételezett energia [kWh/nap]	3278.7	16164.3	47625.3	72209.9	5434.1	28266.9	101138.1	220234.0
BEV szumma vételezett energia [kWh/nap]	12112.7	64777.6	263018.4	489415.9	20095.3	113270.5	558544.4	1492697.4
PHEV szumma vételezett energia [kWh/nap]	3642.9	17960.3	52917.0	80233.2	6037.9	31407.7	112375.6	244704.5
BEV vételezett energia [kWh/év/autó]	3749.9	4124.9	4537.4	4991.1	3749.9	4124.9	4537.4	4991.1
PHEV vételezett energia [kWh/év/autó]	922.1	1014.3	1115.7	1227.3	922.1	1014.3	1115.7	1227.3

Az e-mobilitás hatása a villamosenergia fogyasztásra

Háztartási méret

Villamosenergia-fogyasztás:

4 000 kWh/év → 7 300 kWh/év

+82%

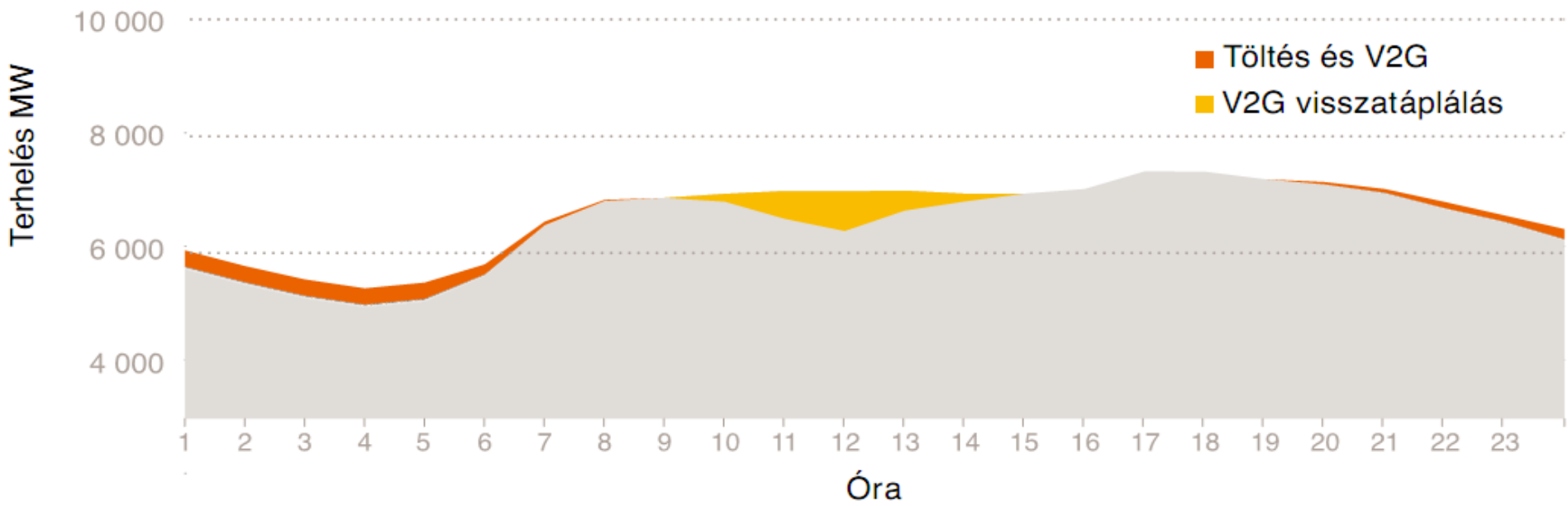
Rendszerszintű hatások

Villamosenergia-fogyasztás:

200 000 autó

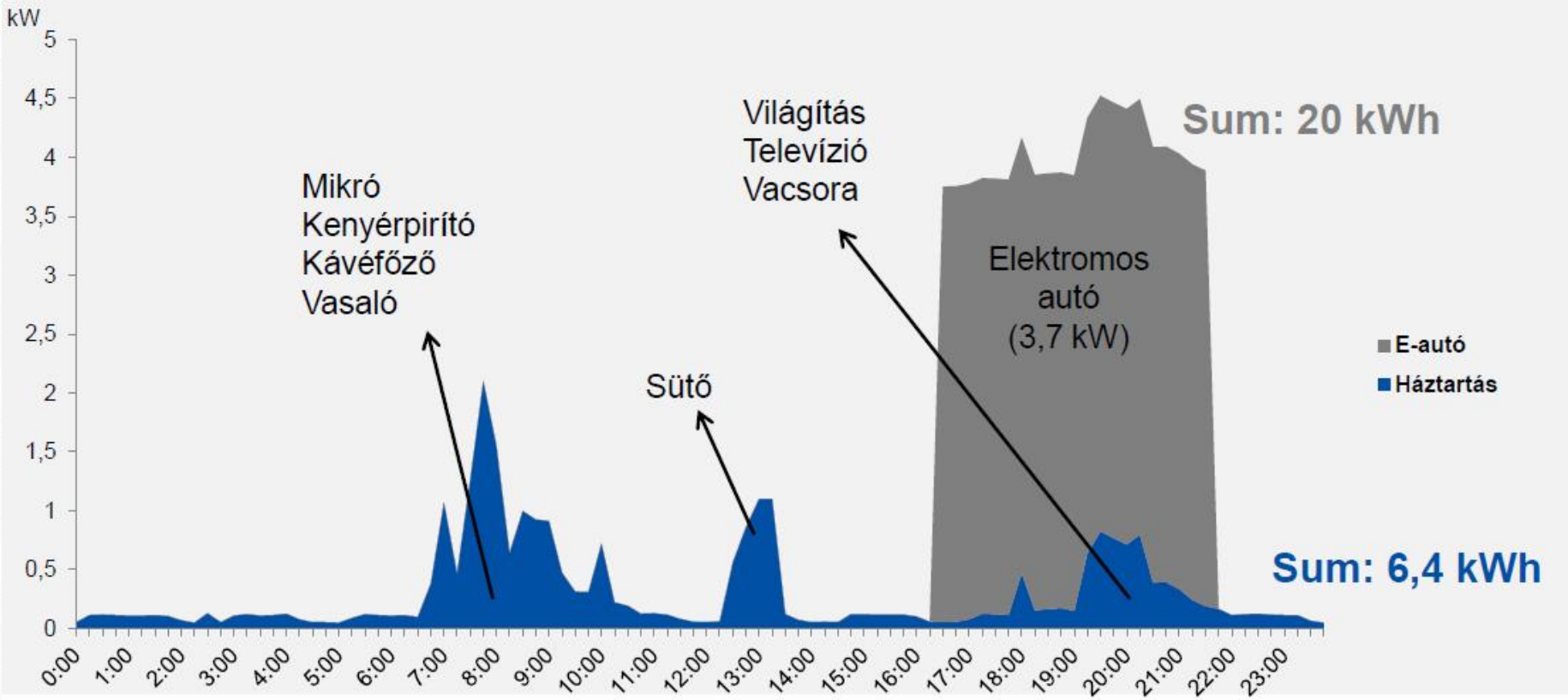
~0,5 TWh/év = A magyar fogyasztás ~1,5%-a, ami körülbelül 200 ezer háztartás éves fogyasztásának felel meg

Terhelési profil 20%-os elektromosautó-részesedés mellett, egy tipikus téli napon

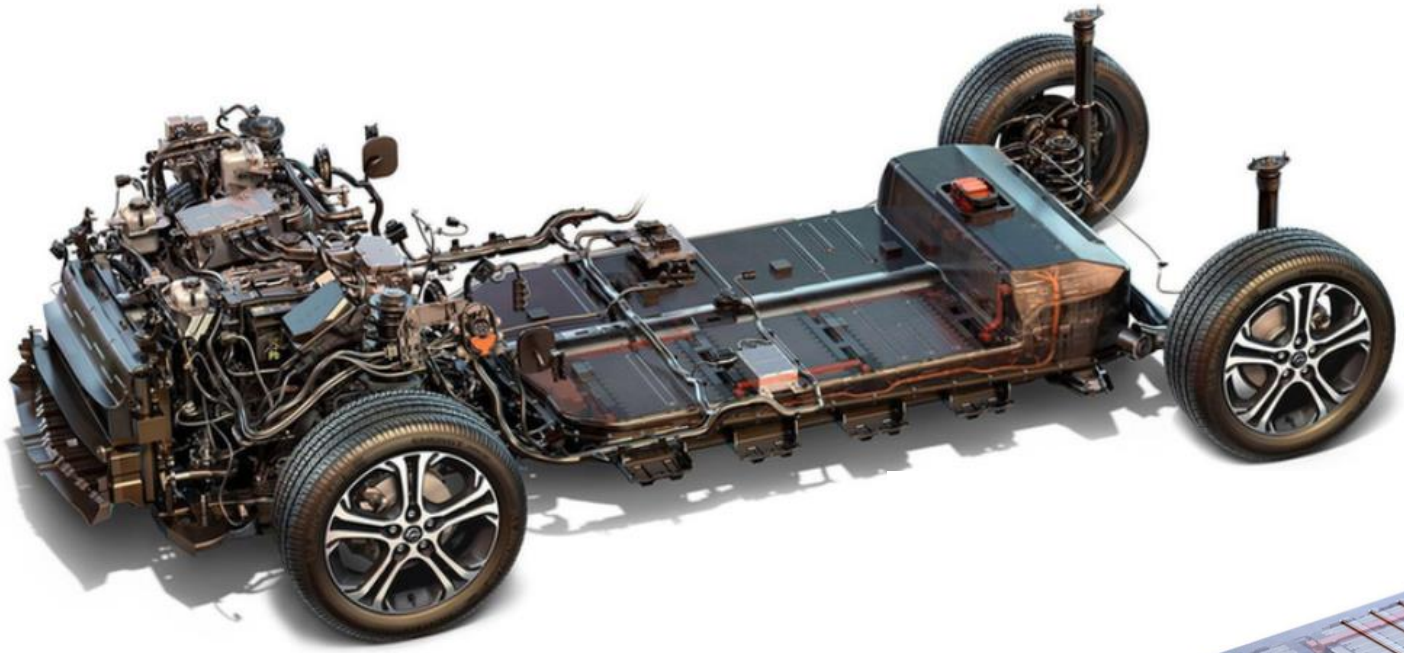


Az e-mobilitás hatása a háztartási villamosenergia fogyasztásra

(forrás: ELMŰ - ÉMÁSZ)

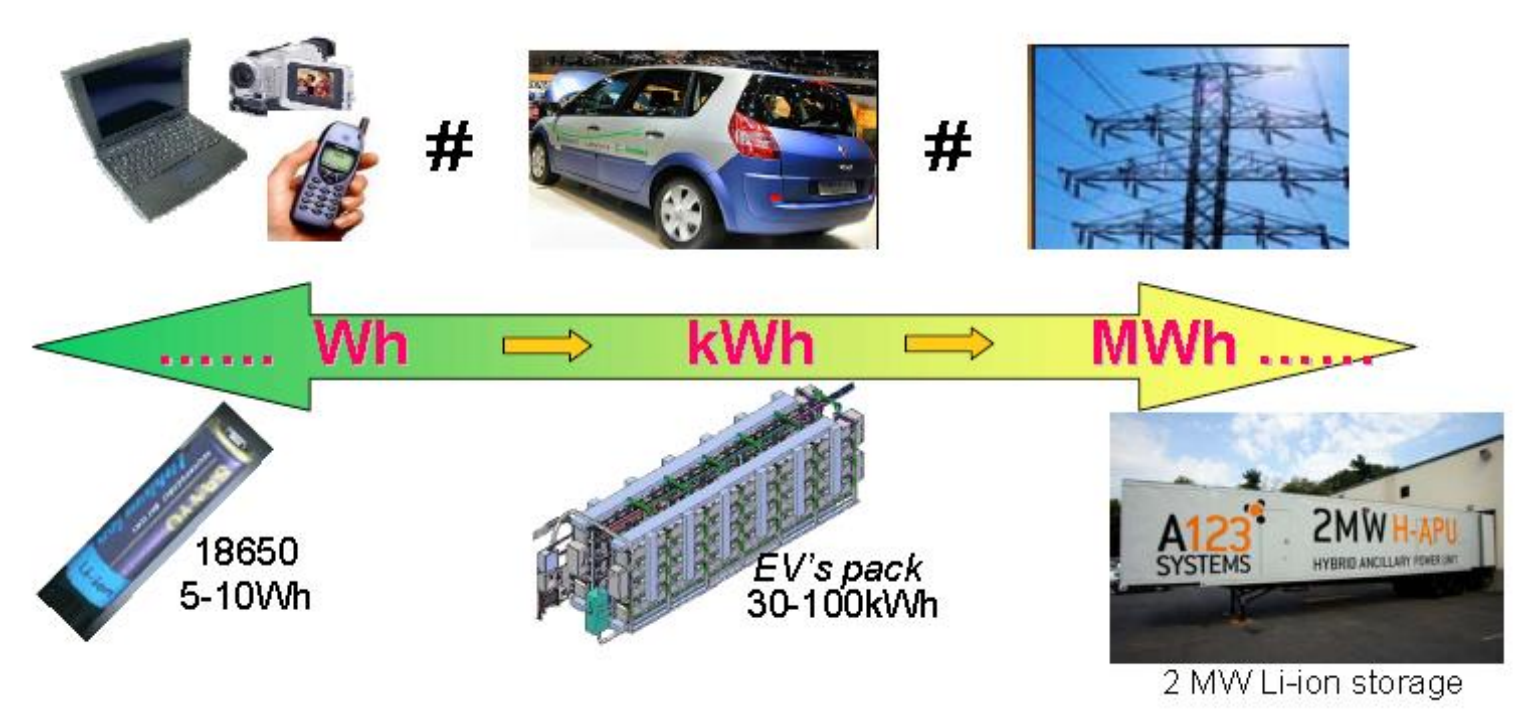


Battery swap? Akkucsere? Lehetetlen!



http://www.portfolio.hu/vallalatok/erdekel_miert_dragabb_sokkal_az_elektromos_auto_mint_a_hagyomanyos.240305.html

Li-Ion akkumulátorok alkalmazási területei



2 MW Li-ion storage

Mennyi is az 1 kWh energia?

- *Helyzeti energiában: 1 m^3 víz 367 m magasan*
- *Mozgási energiában ($1/2mv^2$) 1 tonna, 305 km/h*
- *Kb 0.1 liter benzin v gázolaj*

Töltési módok

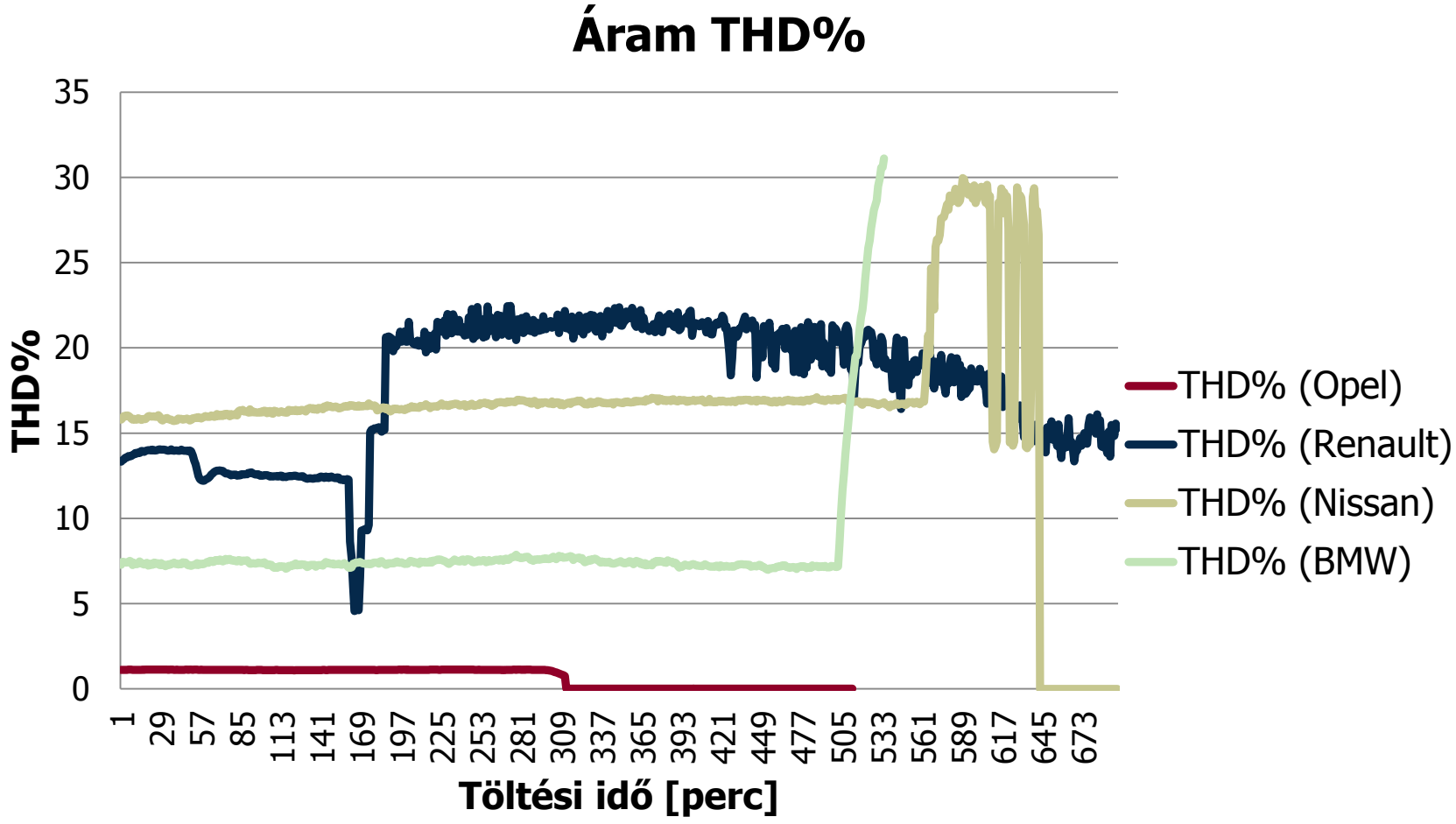
- A töltés <u>sebessége</u> szerint:
  - Lassú (6-8 órán át tartó töltés): ez kb. 3-6kW töltőteljesítményt jelent
  - Gyors (30 perc-60 perces töltés): ez kb. 20-40kW töltőteljesítményt jelent
  - Villám (<30 perc): ez kb. 40 – 60 – (150 kW – 350 kW) töltőteljesítményt jelent

- A töltés <u>szabályozottsága</u> szerint:
  - **Szabályozatlan**: az autók akkor kezdenek el tölteni, ha a hálózatra csatlakoztatják őket, semmilyen vezérlés és szabályozás nincs
  - **Időben eltolt**: a villamos autók töltése megindulásának időpontját vezérléssel egy általunk meghatározott időpillanatra toljuk el
  - **Intelligens** (smart) töltés: az autók töltése szabályozott, különböző tarifák és hálózati szabályozási igények figyelembevételével történik

BEV-k villamos hálózati hatásai

- A villamos autók akkumulátorait fel kell tölteni. A töltés során a hálózat felé plusz terhelés jelenik meg, ami a hálózati elemek **túlterhelődéséhez** vezet**<u>het</u>**.
- A kisfeszültségű hálózaton rendelkezésre álló csatlakozási teljesítmény nem teszi lehetővé nagy számú gyorstöltő alkalmazását, így a garázsokba, utcai parkolókba elsősorban kisebb töltőteljesítményű, lassú töltést biztosító töltőfejek elterjedése várható.
- A **középtávon a gyorstöltők elláthatók a Kif hálózatról**, de hoszabb távon a dedikált Köf hálózat és Köf/kif transzformátor lenne a célszerű megoldás
  - A nagyteljesítményű inverterek (villámtöltők) harmonikus áramkibocsátása így kisebb hálózati zavartatást okoz.

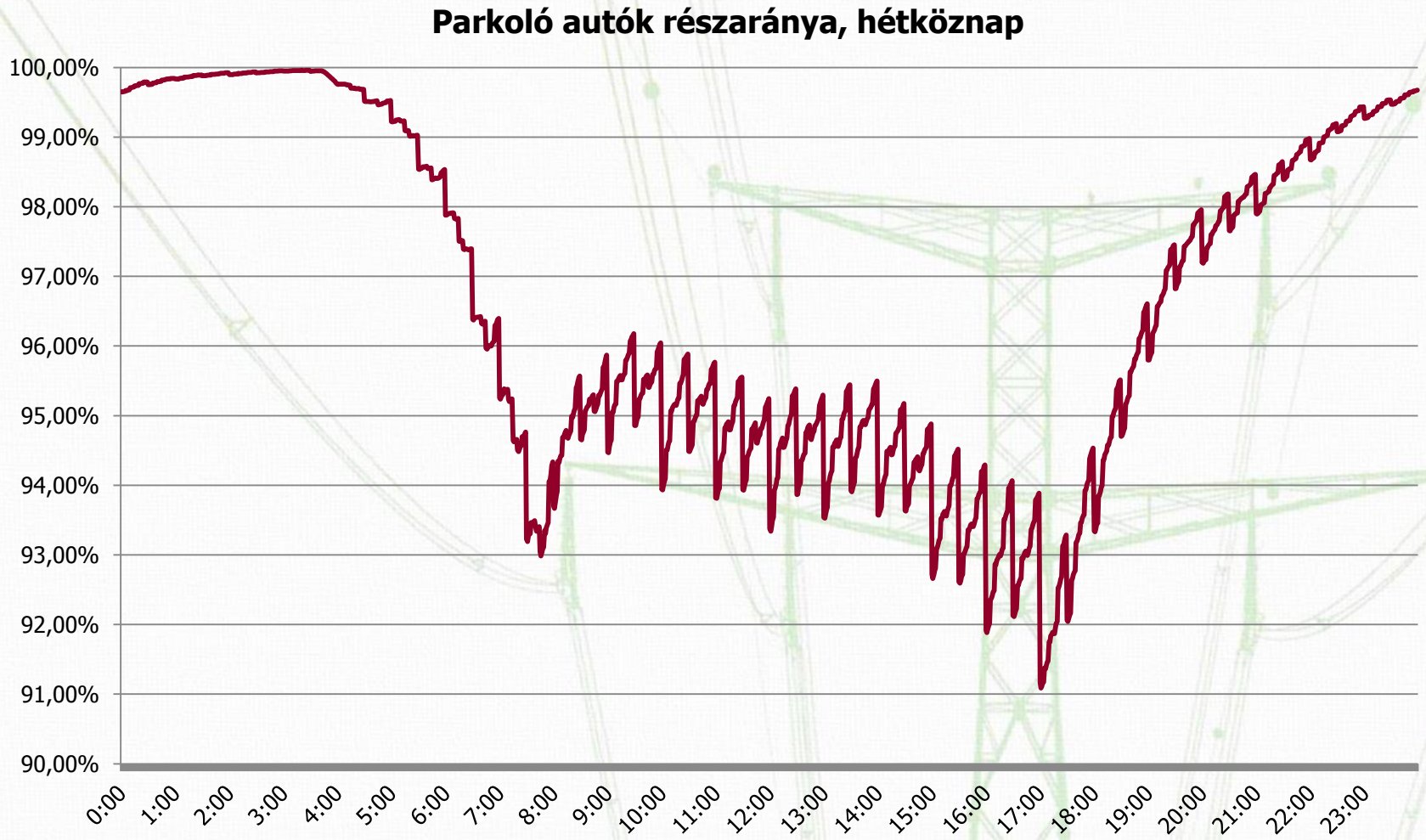
Villamos autók töltőáramának THD-je



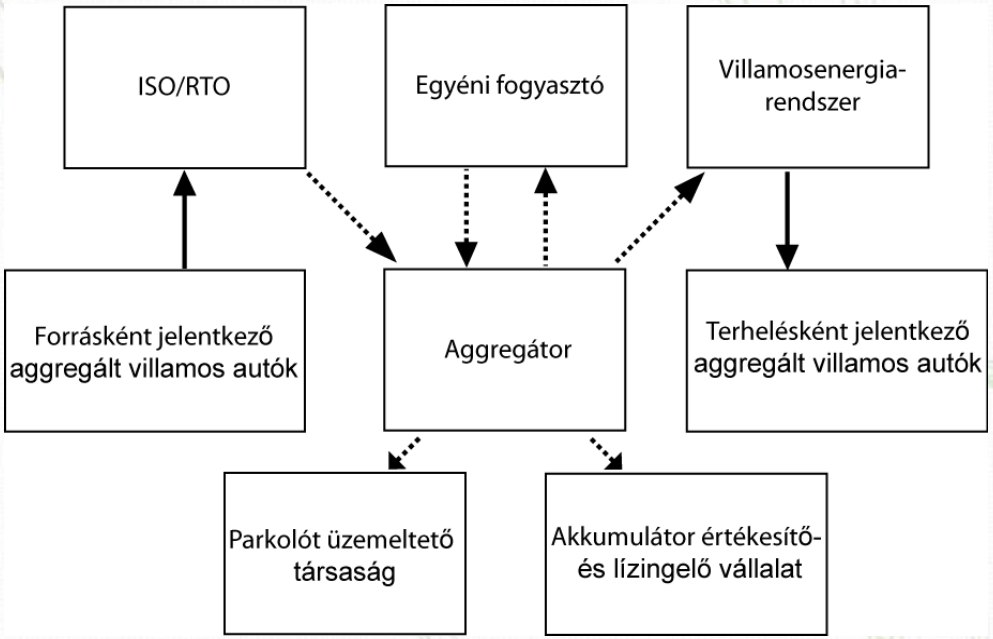
Teljesítményaggregálás villamos autók segítségével

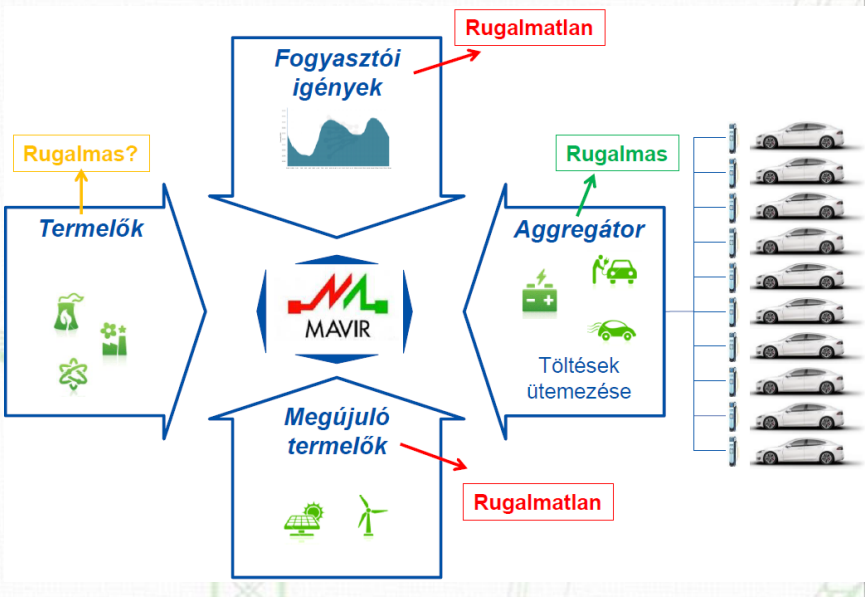
- A teljesítményaggregálás megvalósításához a villamos autók teljesítményét kell összegezni.
- A nehézség: a sok villamos autó időben és térben elosztott energiaforrásként van jelen.
- Megoldás: a virtuális erőmű koncepciójára épülő aggregátor létrehozása. Az aggregátor egy új, ma még nem létező szervezet.
- Feladata:
  - Az EV fogyasztók számára a szükséges villamos energia biztosítása,
  - a rendszerirányító számára szabályozási tartalékok biztosítása,
  - a villamosenergia-piacon való részvétel.

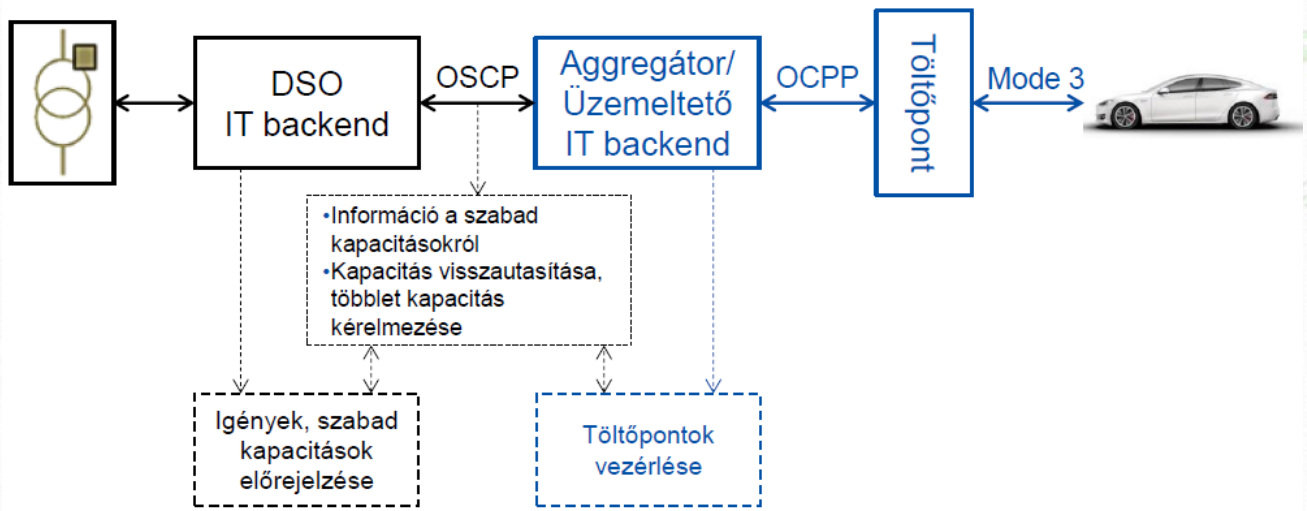
Lesz-e elég szabad akkumulátorkapacitás? Parkoló autók = energiatárolás



Az aggregátor szerepköre a rendszerszintű optimalizálásban



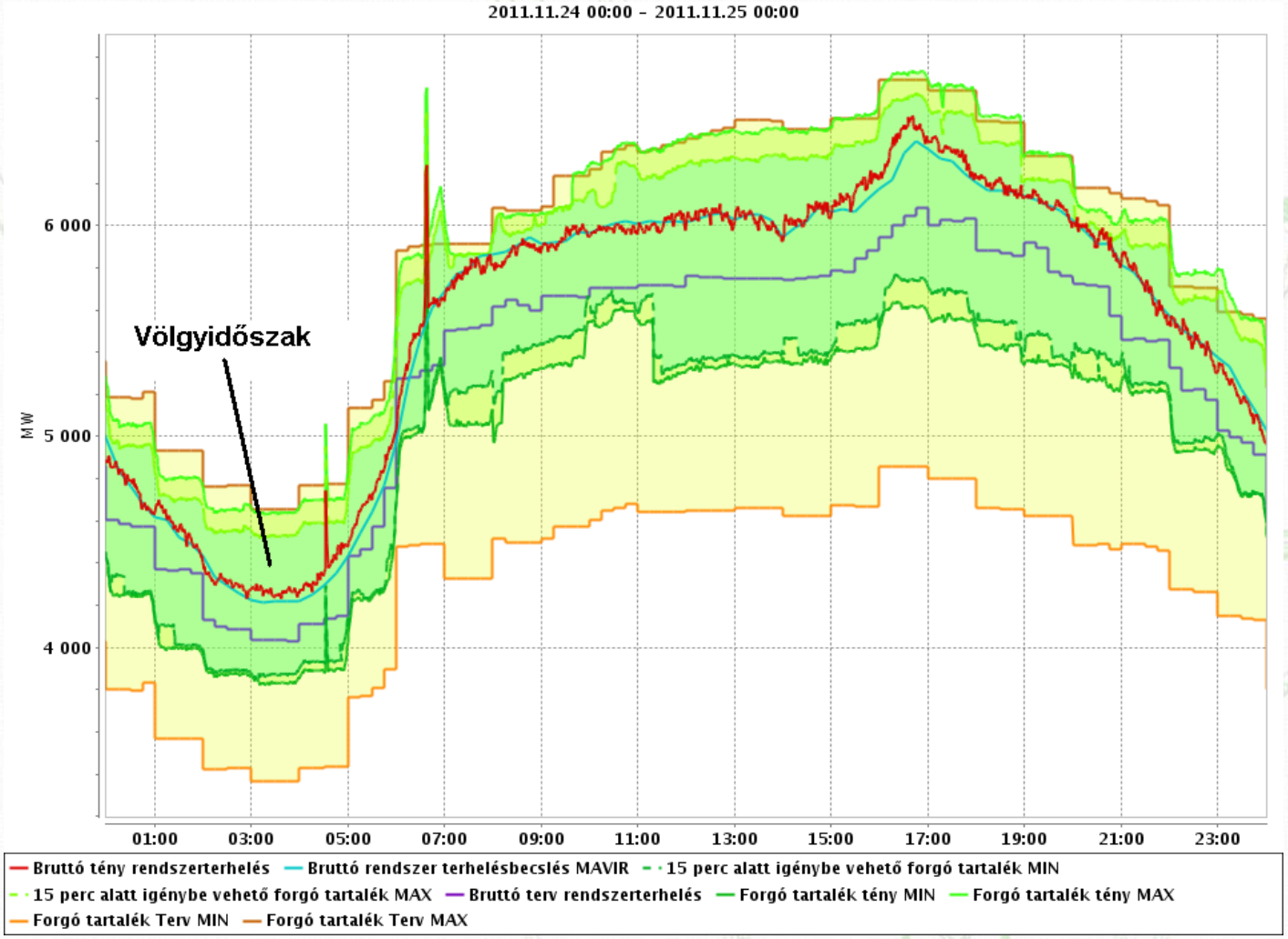




Teljesítményaggregálás villamos autók segítségével - Völgyfeltöltés

- Egy példa lehet a nagyszámú villamos autó aggregált teljesítményének felhasználására a völgyfeltöltésre való alkalmazás.
- A villamos autók éjszakai/hajnali töltésével a rendszer terhelődése nő. Ez a völgy (részleges!) feltöltését eredményezheti.
- A hajnali időszakban a fogyasztás kicsi, ilyenkor az alaperőműveket vissza kellene szabályozni.
- Az erőművek többsége nem szereti a visszaszabályozást.
- Sok esetben a visszaszabályozás drága.
- A völgyfeltöltés érdekében a **villamos autók töltését szabályozni kell**: vagy legalább időben eltolni a töltés megindulását az éjszakai órákra.

Teljesítményaggregálás villamos autók segítségével - Völgyfeltöltés



Teljesítményaggregálás villamos autók segítségével (V2G, néha már V4G-nek is hívják)

- A teljesítményaggregálás célja szabályozásban való részvétel, valamint energiatárolás.
  - A szabályozás elsősorban frekvenciaszabályozást jelent.
  - Energiatárolás segítségével a villamosenergia-rendszer üzemében hirtelen változások hatását lehet kompenzálni.
  - Az energiatárolás megoldást jelenthet a meglehetősen sztochasztikusan termelő megújuló energiaforrások integrálására is a villamosenergia-rendszerbe: a megújulók által megtermelt többlet villamos energiát tároljuk, majd szükség esetén felhasználjuk.
- A teljesítményaggregálás megvalósításához **intelligens töltésre** van szükség, ami maga után vonja a fejlett kommunikációs infrastruktúrát a villamosenergia-termelők, -kereskedők, -elosztók, valamint a rendszerirányító és az aggregátor között.

Frekvenciaszabályozás villamos autók segítségével – V2G

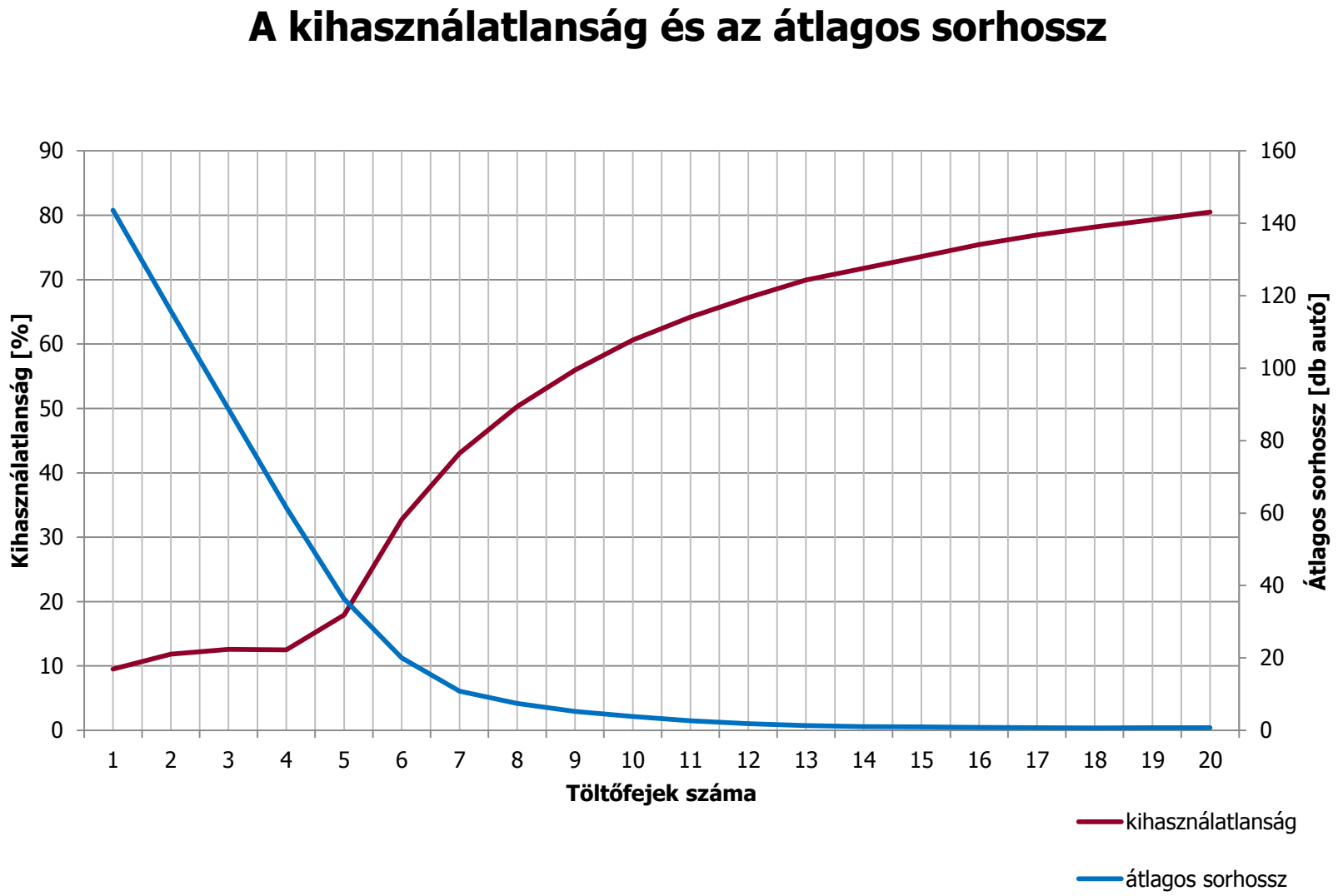
- A frekvenciaszabályozásban való részvételhez a villamos autók töltői segítségével vissza kell tudni táplálni a hálózatba.
  - Van ma ilyen autó?
  - És legalább tervasztalon?
- Ezáltal a villamos autók akkumulátoraiban tárolt villamos energia „visszanyerhető”, felhasználható szabályozási célokra. Természetesen az így kapott energia korlátozott nagyságú és nem áll korlátlanul rendelkezésre.
- Hogyan befolyásolja ez az akkumulátor élettartamát?
  - Üzleti modell ????

Szimulációs eredmények

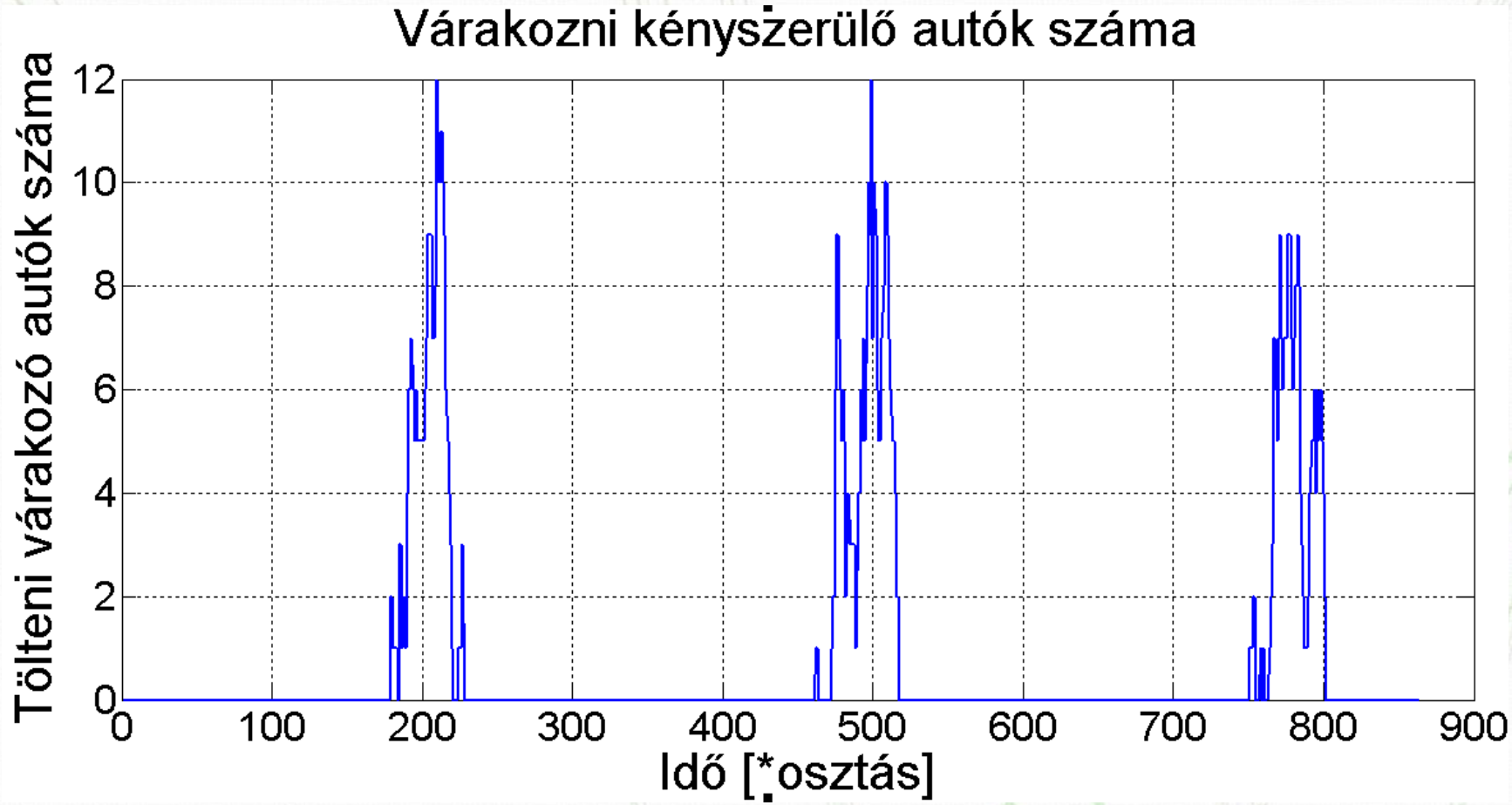
Amíg nincs ilyen autó => szimulálunk ☺

- 100db autó.
- Szimulációs időtartam: 3 nap.
- Töltőállomás összetétele: 5db gyors, 10db lassú töltő.
- Gyorstöltő 0,5 óra, lassú töltő 4 óra alatt tölt fel.

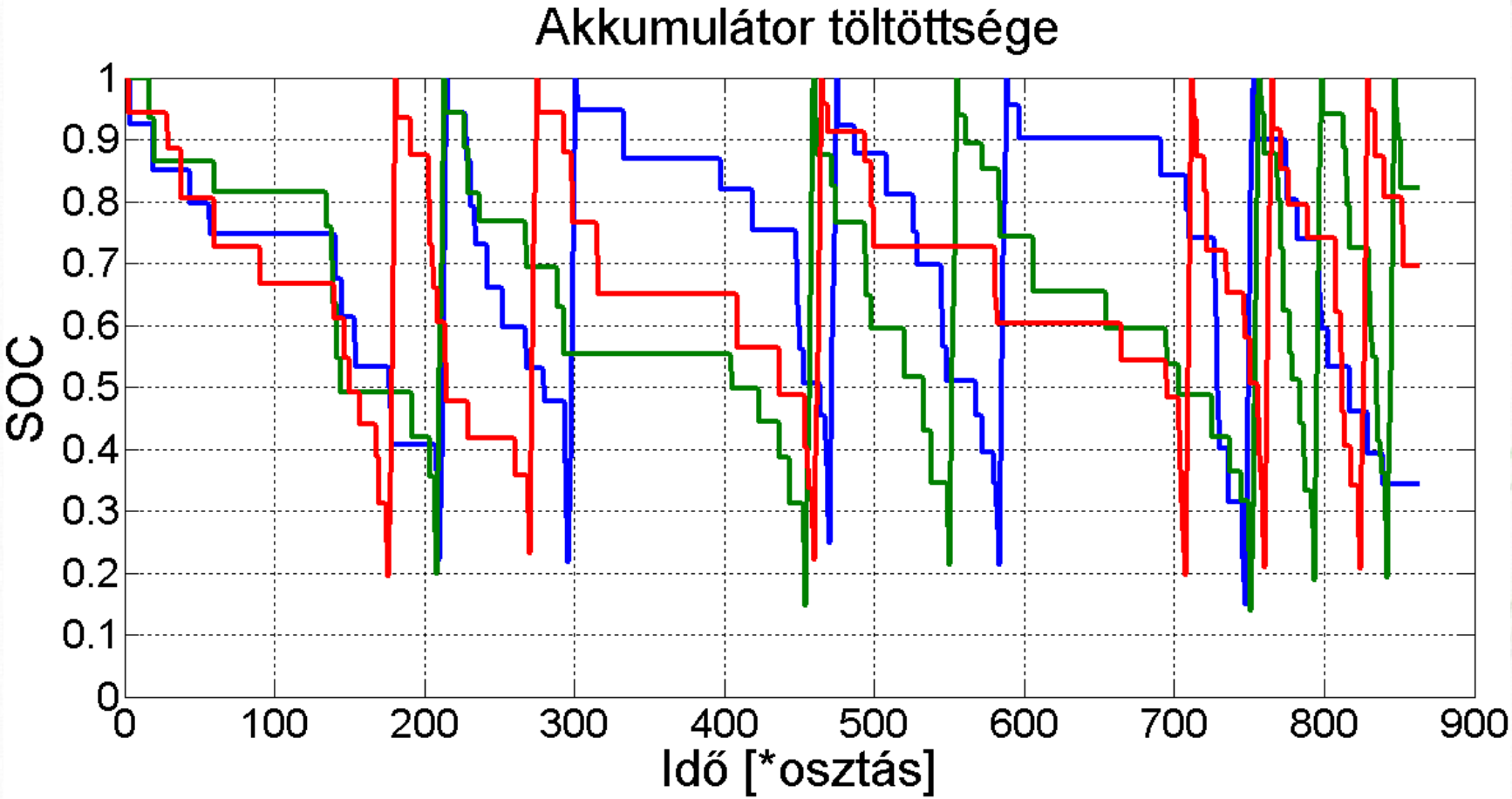
E-mobi töltőállomás méretezési kérdései



A várakozni kényszerülő autók száma



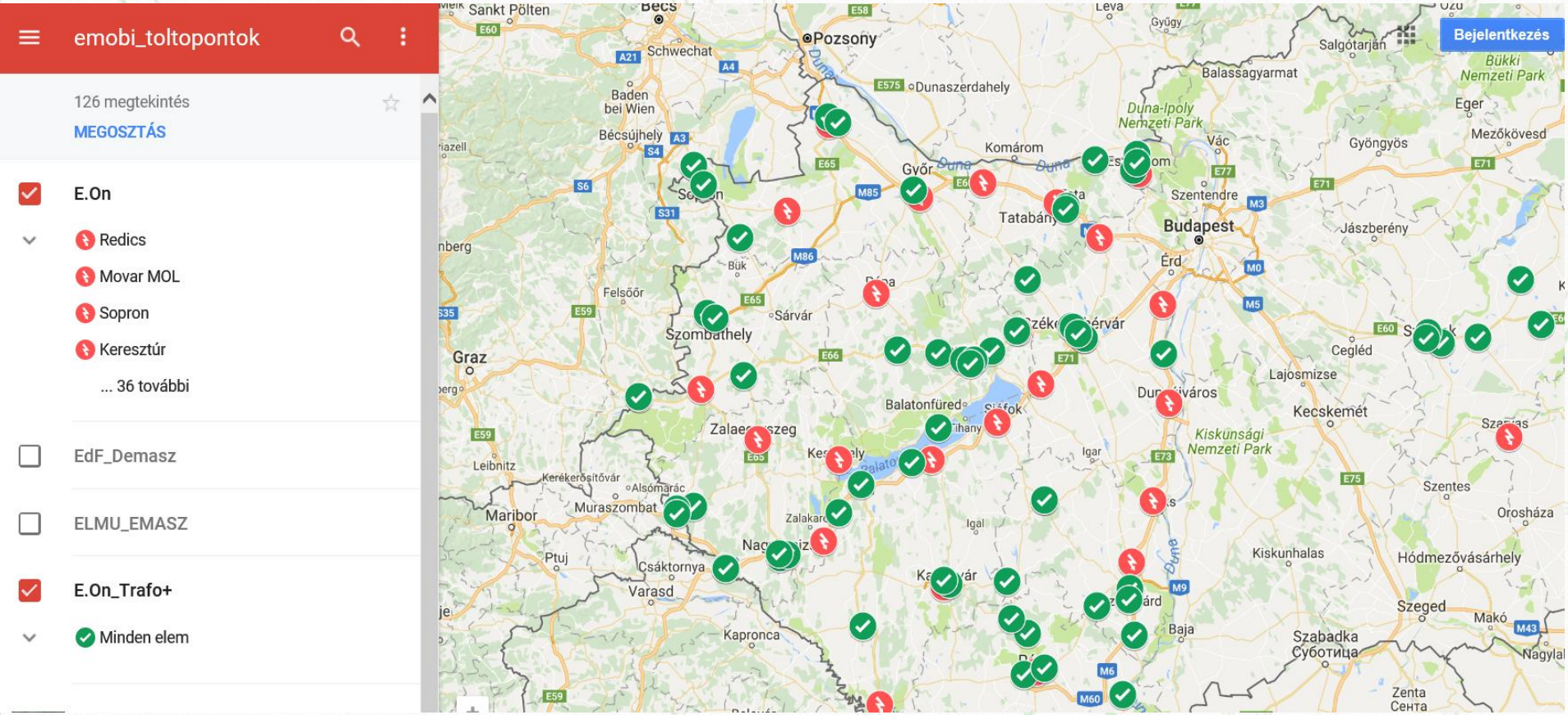
Az akkumulátor-töltöttségek alakulása



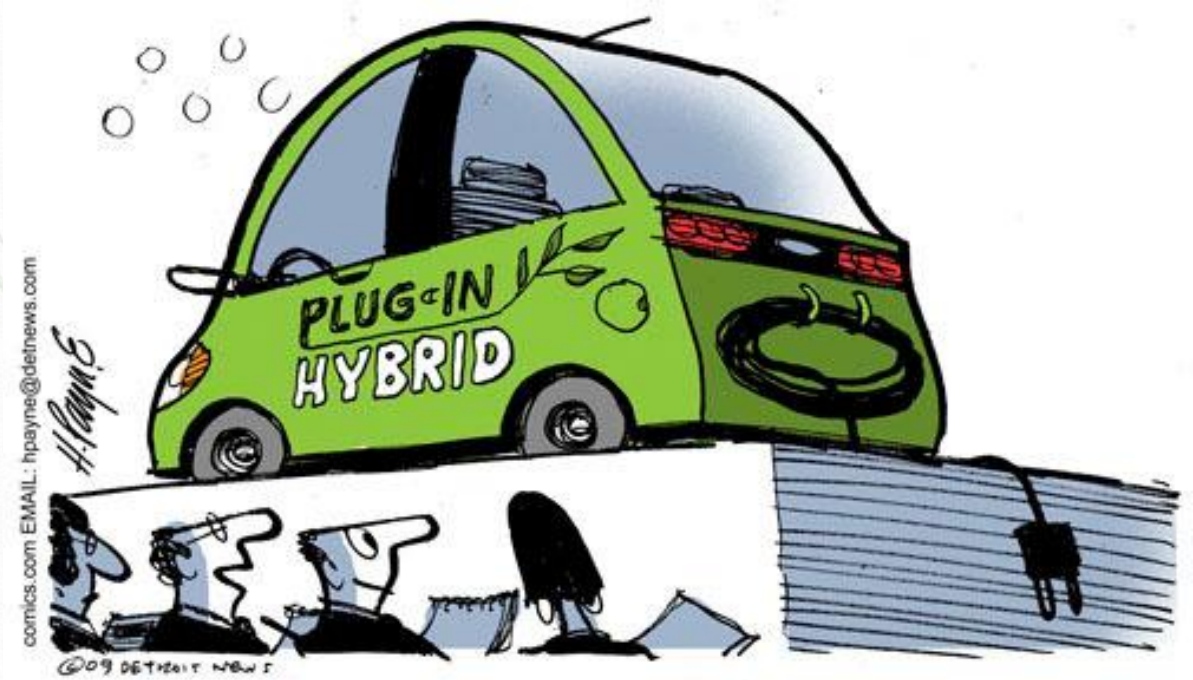
Teljesítményaggregálás villamos autók segítségével – V2G

- A V2G koncepcióban felmerülő problémák:
  - A teljesen feltöltött akkumulátorokba nem tudunk többet tölteni, így ezek az akkumulátorok nem lesznek alkalmasak leszabályozási célokra.
  - A teljesen lemerült akkumulátorokból nem tudunk energiát visszatáplálni a hálózatba.
  - Kialakulhat fogyasztói ellenállás: a sűrűn egymást váltó töltési-kisütési ciklusok csökkentik az akkumulátorok élettartamát.
  - Előírt időre adott töltöttséget el kell érni az akkumulátorokkal, hiszen a végső cél az, hogy a fogyasztók másnap használni tudják autóikat.
  - Az utolsó két problémán a fogyasztó számára a rendszerszintű tartalékolásban való részvételért fizetett pénzösszeg, illetve a lízingelt (és nem saját tulajdonú) akkumulátorok használata lehet a megoldás. Mindegyik alternatíva biztosítása az aggregátor feladata.

Országos átjárhatóságot biztosító gyorstöltőhálózat: A közlekedésgazdasági optimum és az (olcsó) energetikai kiszolgálhatóság között minimális a korreláció



Köszönöm a figyelmet!



"And the gas engine kicks in when the extension cord runs out."