

Villamos járművek energiahatékonyságának mérései

CityRail 2022 konferencia

Előadó: Zadavec Ádám

2022.június

Villamos Járműműszaki Főmérnökség
Járműfejlesztési és Technológiai csoport



Fejlesztési irányelvek

➤ Utaskomfort növelése, közlekedésbiztonság

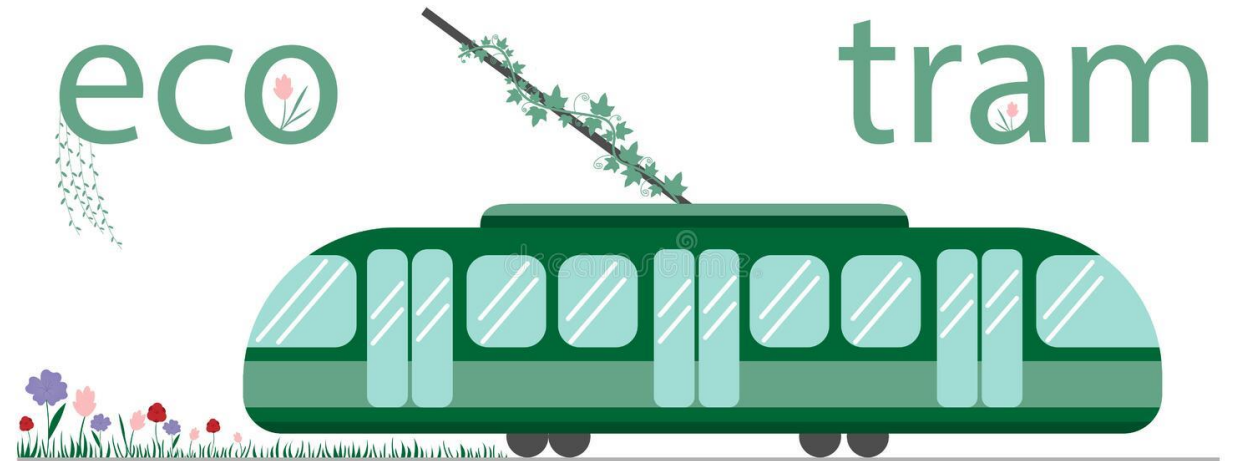
- ✓ Légtkondicionálás
- ✓ Vezetéstámogató rendszerek

➤ Energiahatékonyság növelés

- ✓ LED technológia
- ✓ Vezérlőszoftverek korszerűsítése

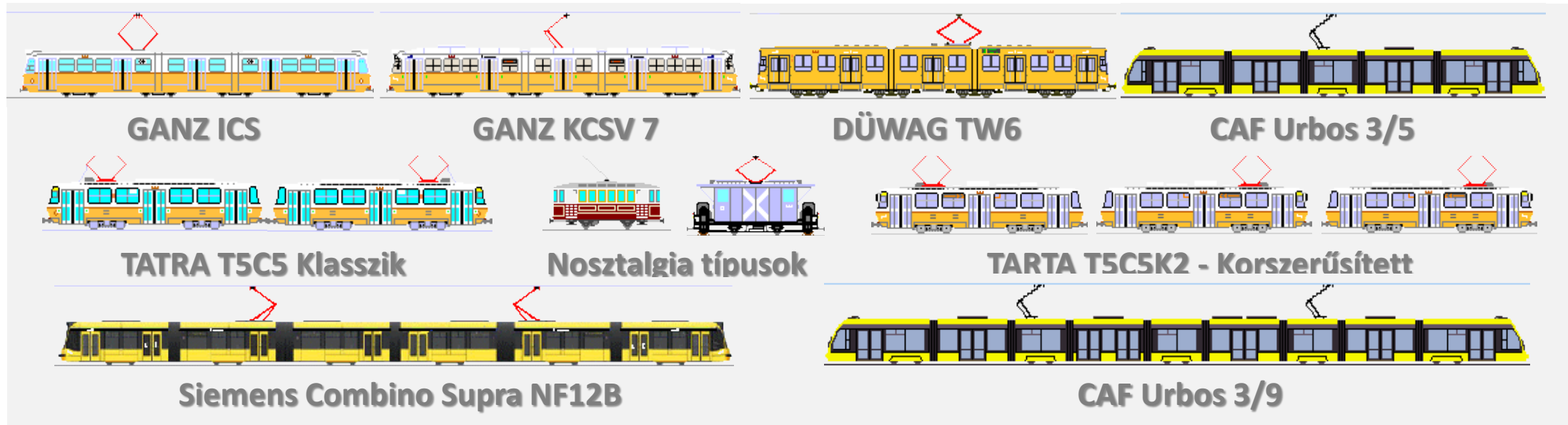
➤ Költséghatékony üzemeltetés

- ✓ Energiafogyasztás-mérések
- ✓ Fenntartható fejlődés



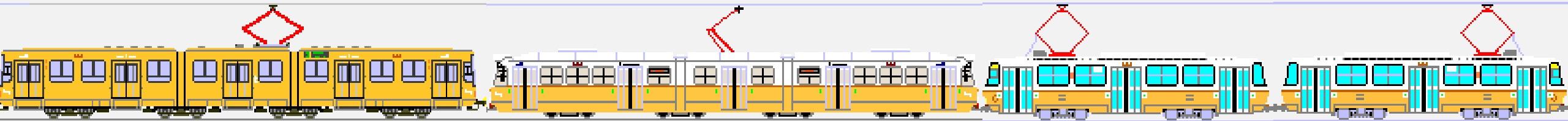
A járműállomány műszaki összetettsége és átlagéletkora

- | | | |
|--------------------|---------------------|---------------|
| • GANZ ICS: 37db | Combinó: 40db | Átlagéletkor: |
| • GANZ KCSV7: 30db | CAF Urbos 3/5: 56db | 40-50 év |
| • Düwag TW6: 100db | CAF Urbos 3/9: 17db | 30-40 év |
| • TATRA T5C5: 32db | TATRA T5C5K2: 288db | 0-15 év |



Energiahatékony üzemeltetés feltételei

A BKV villamos flottájának nagy része alkalmas valamilyen szintű fékenergia hasznosításra a BKV Zrt. által elvégzett korszerűsítéseknek köszönhetően.



Illetve a modern villamosaink is energiahatékonyan üzemeltethetők.



Lehetőségek

- Egységes és rugalmas mérőrendszer
- Azonos mérési elv, technológia
- Hajtásrendszeri és segédüzemi energiák megkülönböztetése
- Fékezéskor megmaradó energiák hasznosítása

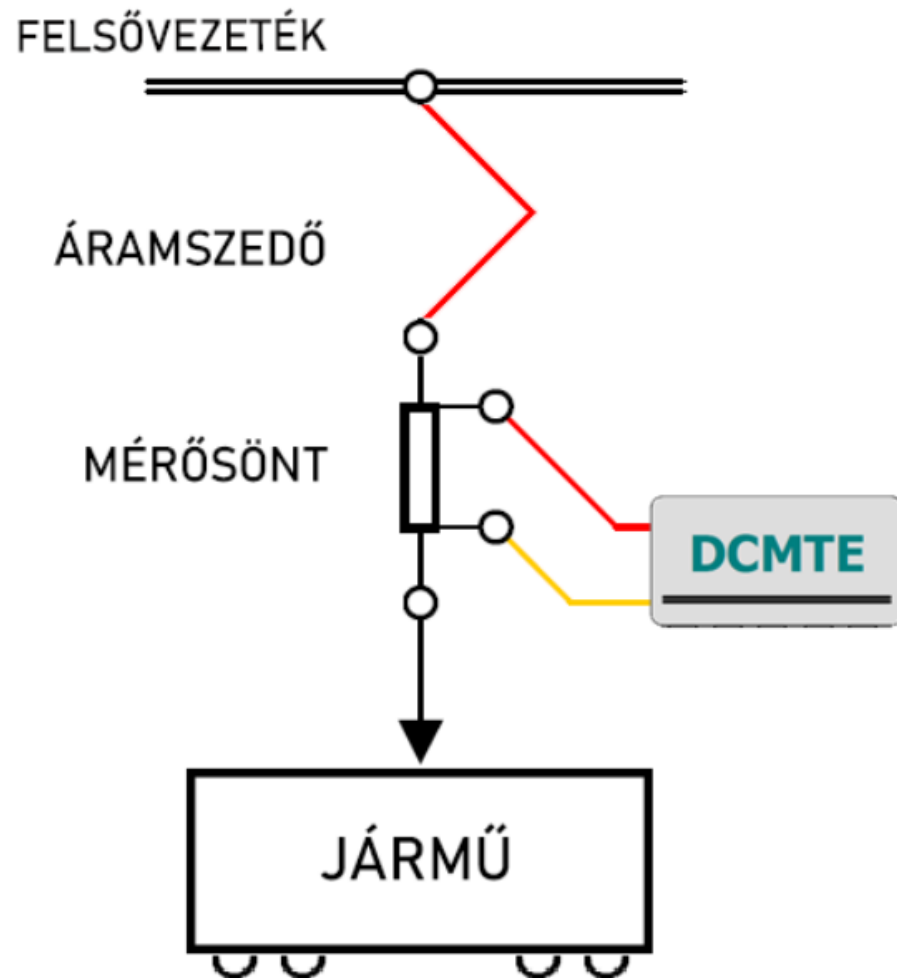
Elvárások

- Egyszerű, házon belül megvalósítható rendszer
- Automatizálható kiértékelés
- Kísérletezés, prototípusok
- Egységesítés
- Járművezetői visszajelzések
- Hálózat feltérképezése

Analóg mérőrendszer beépítése járművekbe

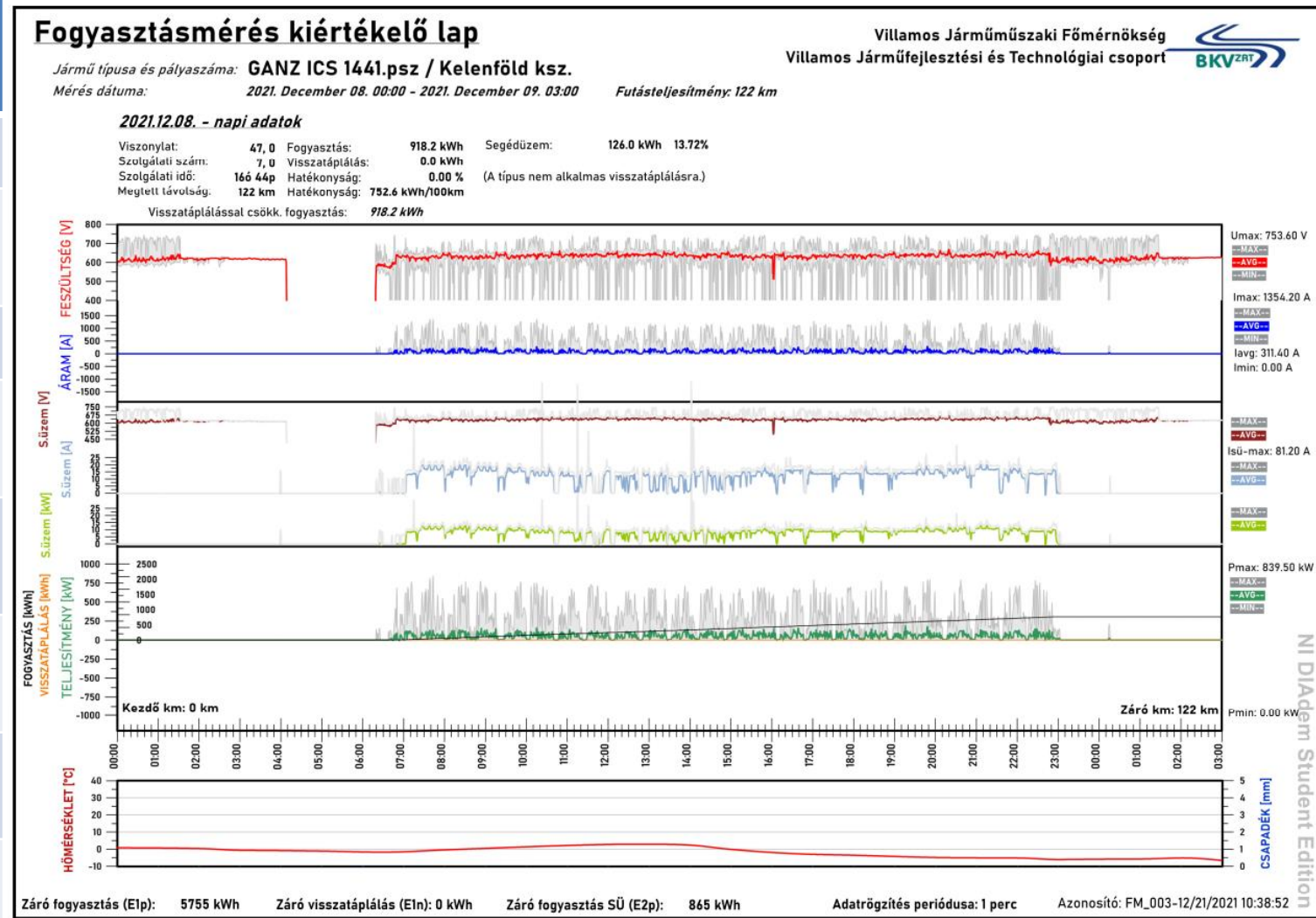
Analóg mérőberendezés

- Egyszerűbb, olcsóbb
- Egyszerű járművekre ideális
- Korlátozott, zavartűrése alacsony
- Kiértékelése nem hatékony
- Nem Real-time
- Telepítése kábelezést igényel, bonyolult



Kiértékelés

Jármű típusa	Teljes fogy.	Segéd-üzem	Visszatápl.
ICS	✓	✓	---
KCSV7	✓	Előkészítés alatt	✓
T5C5 Klasszik		Tervezet	
T5C5K2 iker	✓	Előkészítés alatt	✓
TW6	✓	Előkészítés alatt	✓
Combino	✓ ✓	Előkészítés alatt	✓ ✓
CAF Urbos 3/5		Tervezet	
CAF Urbos 3/9		Tervezet	



Mérések értékelése, energiahatékonyság vizsgálata **HAVI** értékekkel

A járműveink mérései során megállapítottuk, hogy villamosaink napi üzem mellett a jelenkori technológiai elvárásoknak meg tudnak felelni:

A mért adatok alapján a fékviszátáplálás **átlagosan 10-35%** közötti (elvi maximum: 40%)

Jármű		Beépítés dátuma	Üzemnapok száma	Összes Felvett energia	Összes Visszatáplálás	Összes Fogyasztás	Energia-hatékonyság*	
1351	GANZ KCSV7	2021.11.11	218	33793,3 kWh	8018,0 kWh	25775,3 kWh	23,7 %	3.
1441	GANZ ICS	2021.12.01	198	32882,5 kWh	0,0 kWh	32882,5 kWh	0,0 %	5.
1603	Düwag TW6100	2021.11.18	211	50585,2 kWh	5787,2 kWh	44798,0 kWh	11,4 %	4.
2008	Siemens Combino Supra NF12B	2021.12.08	191	60454,5 kWh	18384,5 kWh	42070,0 kWh	30,4 %	👑
4102	CKD-Tatra T5C5K2 iker szerelvény	2021.11.09	220	23149,3 kWh	5512,3 kWh	17637,0 kWh	23,8 %	2.

*Hatékonyság alatt a felvett és a visszatáplált energia arányát értjük. (Elvi maximum: 40%)

Jármű		Mérésre fordított idő és úthossz, típusonként	Forgalomban töltött napi átlagidő	Naponta átlagosan lefutott km
1351	GANZ KCSV7	290 óra 46 perc, 4 007 km	11:37	167 km
1441	GANZ ICS	363 óra 38 perc, 4 290 km	13:59	165 km
1603	Düwag TW6100	221 óra 42 perc, 2 991 km	11:05	150 km
2008	Siemens Combino Supra NF12B	207 óra 28 perc, 3 535 km	15:57	272 km
4102	CKD-Tatra T5C5K2 iker szerelvény	261 óra 36 perc, 4 229 km	10:54	182 km

Összesen: 1345 óra 10 perc, 19 052 km

Mérések értékelése, járművek jellemzése **NAPI** átlagértékekkel

Jármű	Mérési időszakban bejárt viszonylatok	Átlagos napi munkaidő	Átlagos napi megtett km	Átlagos napi Energiafelvétel	Átlagos napi Visszatápl.	Átlagos napi Fogyasztás	Energia-hatékonyság	Fogyasztás/100km	Fogyasztás/Utassférőhely/100km	
1351	GANZ KCSV7	2, 2M, 24	11:37	167 km	518,8 kWh	125,6 kWh	393,2 kWh	24,2 %	239,0 kWh/100km	1,2 kWh/utasfh./100km
1441	GANZ ICS	47, 49	13:59	165 km	626,1 kWh	0,0 kWh	626,1 kWh	0,0 %	379,6 kWh/100km	1,9 kWh/utasfh./100km
1603	Düwag TW6100	37, 42, 50, 51, 52	11:05	150 km	650,8 kWh	81,4 kWh	569,4 kWh	12,1 %	440,9 kWh/100km	2,5 kWh/utasfh./100km
2008	Siemens Combino Supra NF12B	1, 4, 6	15:57	272 km	1704,9 kWh	560,8 kWh	1144,1 kWh	33,3 %	427,0 kWh/100km	1,0 kWh/utasfh./100km
4102	CKD-Tatra T5C5K2 iker szerelvény	41, 56, 59, 61	10:54	182 km	388,4 kWh	83,6 kWh	304,8 kWh	23,5 %	343,6 kWh/100km	1,8 kWh/utasfh./100km
Próbamérések*								Fogyasztás/100km	Fogyasztás/Utassférőhely/100km	
CAF Urbos 3/5								213,0 kWh/100km	0,9 kWh/utasfh./100km	
CAF Urbos 3/9								431,0 kWh/100km	0,9 kWh/utasfh./100km	
Tatra T5C5K2 hármasszerelvény								534,0 kWh/100km	1,8 kWh/utasfh./100km	

*Az adatok csak tájékoztató jellegűek

A jellemző hatékonysági mutatószámok magyarázata:

- **Fogyasztás:** Az energiafelvétel és a visszatáplált energia mennyiségének különbsége.
- **Fogyasztás/100km:** A járművek napi átlagos fogyasztási értékei 100 km-re vetítve.
- **Utassférőhely/100km:** Az egyes járműtípusoknak azon jellemző adata, mely megmutatja, hogy egy utas 100km-re történő elszállítása mekkora energiaráfordítással jár.

Fogyasztásmérések kibővítése

Teljes fogyasztási kép alakulása

- Felvett összes energia / járműtípus
- Visszatáplált energia / járműtípus
- Segédüzemi nagyfogyasztó berendezések adatai
 - Légkondicionáló rendszerek
 - Utastéri fűtések
 - Statikus átalakítók
- Fékellenálláson hővé alakuló, vissza nem táplált energiák mennyisége

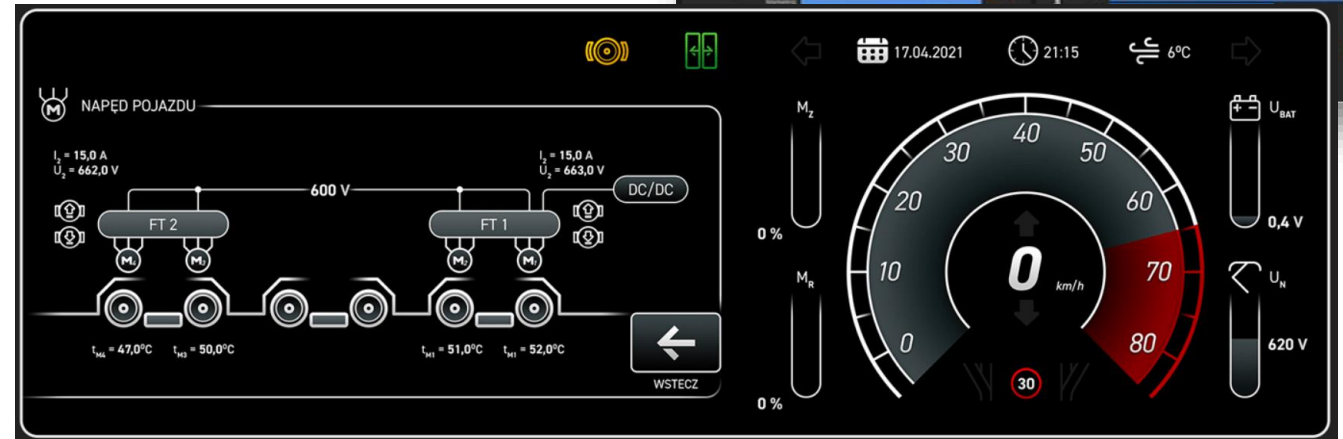
Mérési eljárások és célok

- Sötét üzemi labormérések
- Forgalmi körülmények szimulált mérése
- Tényleges hosszútávú forgalmi mérés, adatgyűjtés
- Járművezetői motivációs eljárások vizsgálata
- Infrastruktúra fejlesztési lehetőségek vizsgálata

Mérési módszerek továbbfejlesztése, lehetőségek

Digitális rendszer

- Összetettebb, drágább
- Egységesíthető
- Automatizálható, matematikai alapokon működik
- Hozzáférhető, publikálható
- Real-time rendszer
- Járművezetői visszajelzés kialakítása
- Infrastruktúra feltérképezése
- Adatbázis alapú rendszer
- Bővíthető rendszer



Komplex rendszer sematikus vázlatja

Rendszerkomponensek listája:

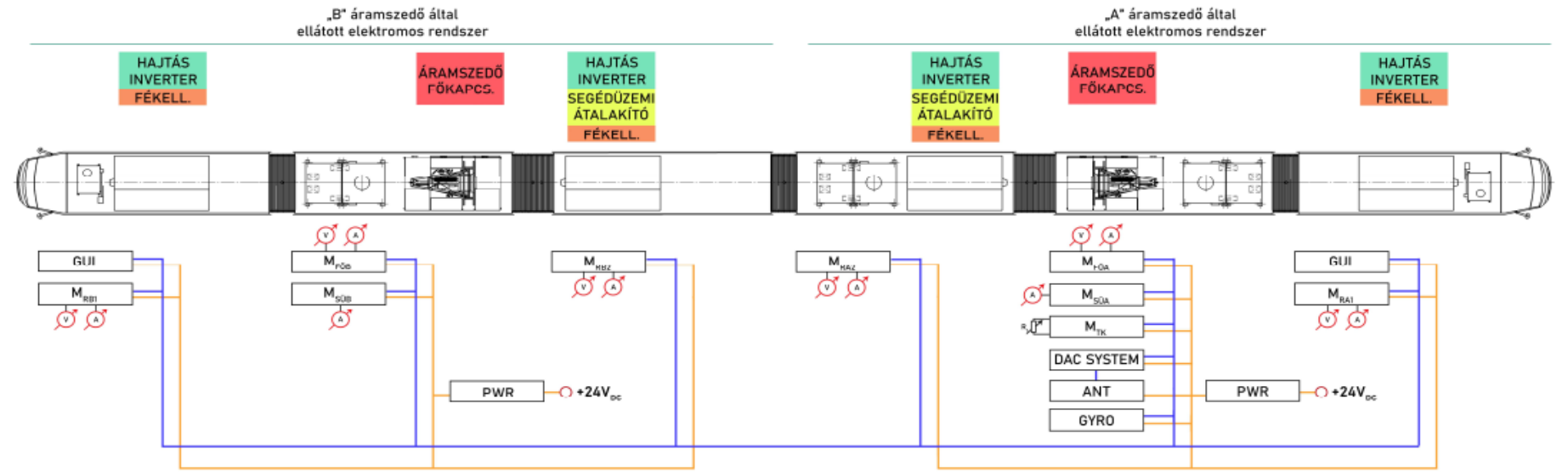
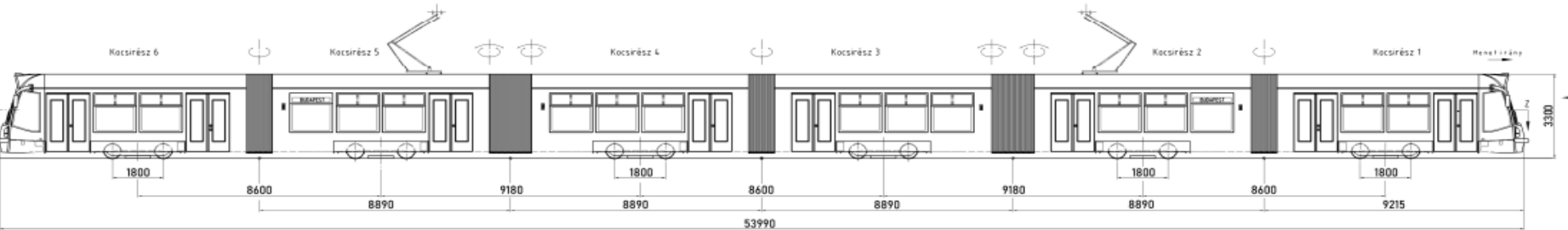
M_{DC} : Főáramkörü A/D átalakító
 M_{SU} : Segédüzemi A/D átalakító
 M_R : Fékellenállás A/D átalakító
 M_{TK} : Külső hőmérséklet A/D átalakító

GUI: Grafikus megjelenítő (opcionális)
 DAC SYSTEM: Adatgyűjtő és feldolgozó rendszer, központi
 ANT: MIMO LTE + MIMO WLAN + GNSS 3in1
 PWR: Tápegység, 24V DC-DC átalakító
 GYRO: Gyorsulásérzékelő (opcionális)

— Kommunikációs vonal (RS485/Ethernet)
— Tápellátás +24Vdc
○ +24V_{DC} Járőmű segédüzeme felőli tápellátás

Mérőeszközök listája:

V Feszültségmérő
A Árammérő
T Hőmérséklet-mérő



Rendszerkomponensek listája:

M_{DC} : Főáramkörü A/D átalakító
 M_{SU} : Segédüzemi A/D átalakító
 M_R : Fékellenállás A/D átalakító
 M_{TK} : Külső hőmérséklet A/D átalakító

GUI: Grafikus megjelenítő (opcionális)
 DAC SYSTEM: Adatgyűjtő és feldolgozó rendszer, központi egység
 ANT: MIMO LTE + MIMO WLAN + GNSS 3in1
 PWR: Tápegység, 24V DC-DC átalakító
 GYRO: Gyorsulásérzékelő (opcionális)

— Kommunikációs vonal (RS485/Ethernet)
— Tápellátás +24Vdc
○ +24V_{DC} Járőmű segédüzeme felőli tápellátás

Mérőeszközök listája:

V Feszültségmérő
A Árammérő
T Hőmérséklet-mérő

Rajzolta: Zadravecz Ádám	Állománytervező és Technológiai csoport	Dátum: 2022.07.11	Megnevezés: Fogyasztásmérő rendszer		Várható üzemeltetési időtartam 10 év
Ellenőrizte: János Gábor	Hungária JFÜ üzemvezető	Dátum: 2022.	Sematikus ábra		
Jávahagyta: Pálósi Tibor	Műszaki Osztályvezető	Dátum: 2022.	Tervez: Anyag: Méretarány:	Rajzszám:	VIV - ---
Változat: 1/0			Típus: Siemens Combino Supra NF12B		

KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!

