GANZ-ŠKODA

Van-e jövője a trolibusznak?

(avagy néhány korszerű elektromos busz technológia a dízelbuszok helyettesítésére)

Ruzsányi Tamás dr.
Műszaki igazgató
Ganz –Skoda Electric Zrt.
Budapest

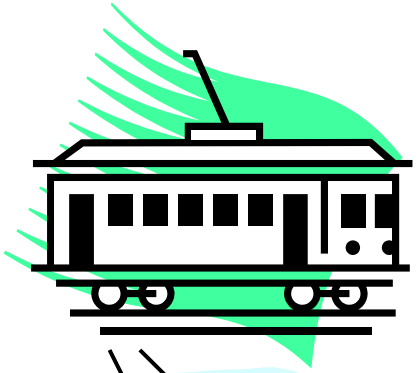
Better mobility for people worldwide

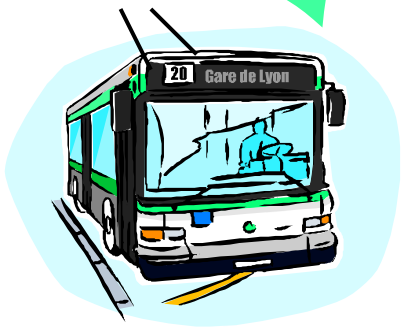
ŠKODA HOLDING

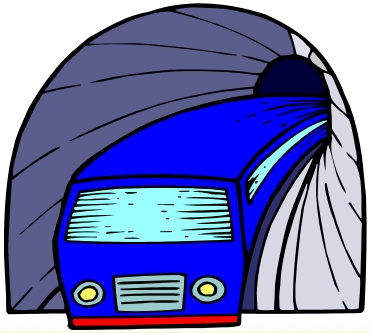
A közlekedés hatása a légszennyezésre

- A közlekedés okozta szennyezése / totál 48%
- Robbanómotoros járművek aránya 87%
- Az autóközlekedés aránya városokban 80%
- A robbanó motoros járművek hatásfoka 15-30%
- Közlekedés okozta szennyeződés a városokban 75–90%
- A városi elektromos közlekedés aránya 1-2%
- A legnagyobb mértékben szennyező járművek: **dízelbuszok**

Mit lehet tenni?







Csökkentett kibocsátású robbanómotoros járművek

- EURO 5-6 motorok
- Alternatív üzemanyagok
  - metán, hidrogén,
- Gázturbinák
- Hibrid járművek

„Nulla kibocsátású" Elektromos járművek

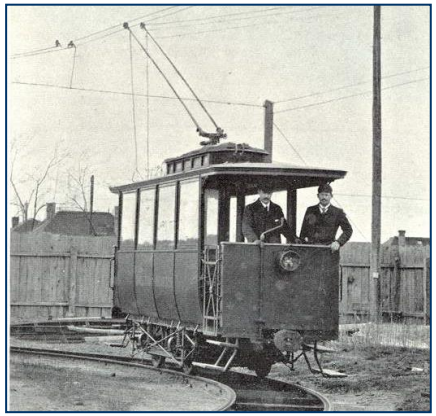
Vasúti járművek:

- Metró
- Villamos

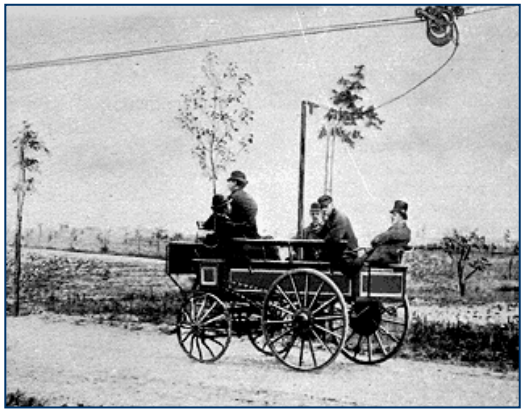
Gumikerekes járművek:

- Trolibusz
- Akkumulátoros busz
- Üzemanyagcellás jármű

A városi elektromos tömegközlekedés kezdete

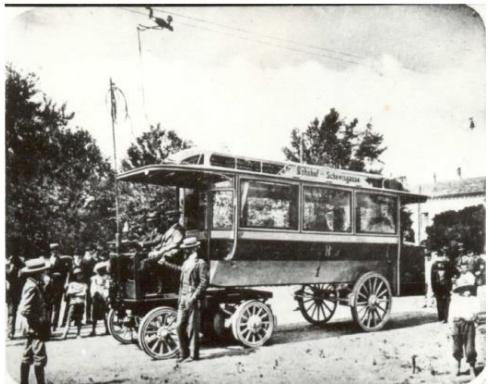


Siemens villamos 1881



Siemens trolibusz, Berlin 1882,

Az első elektromos metró
Budapest, 1896



Nagyszeben, 1904

Ganz troli 1933 Budapest,

Hogyan választják ki a járműveket

Kapacitás

Járműár + (infrastruktúra ár ha új beruházás)

Üzemeltetési költség (működés + karbantartás)

Élettartam

Élettartam költség

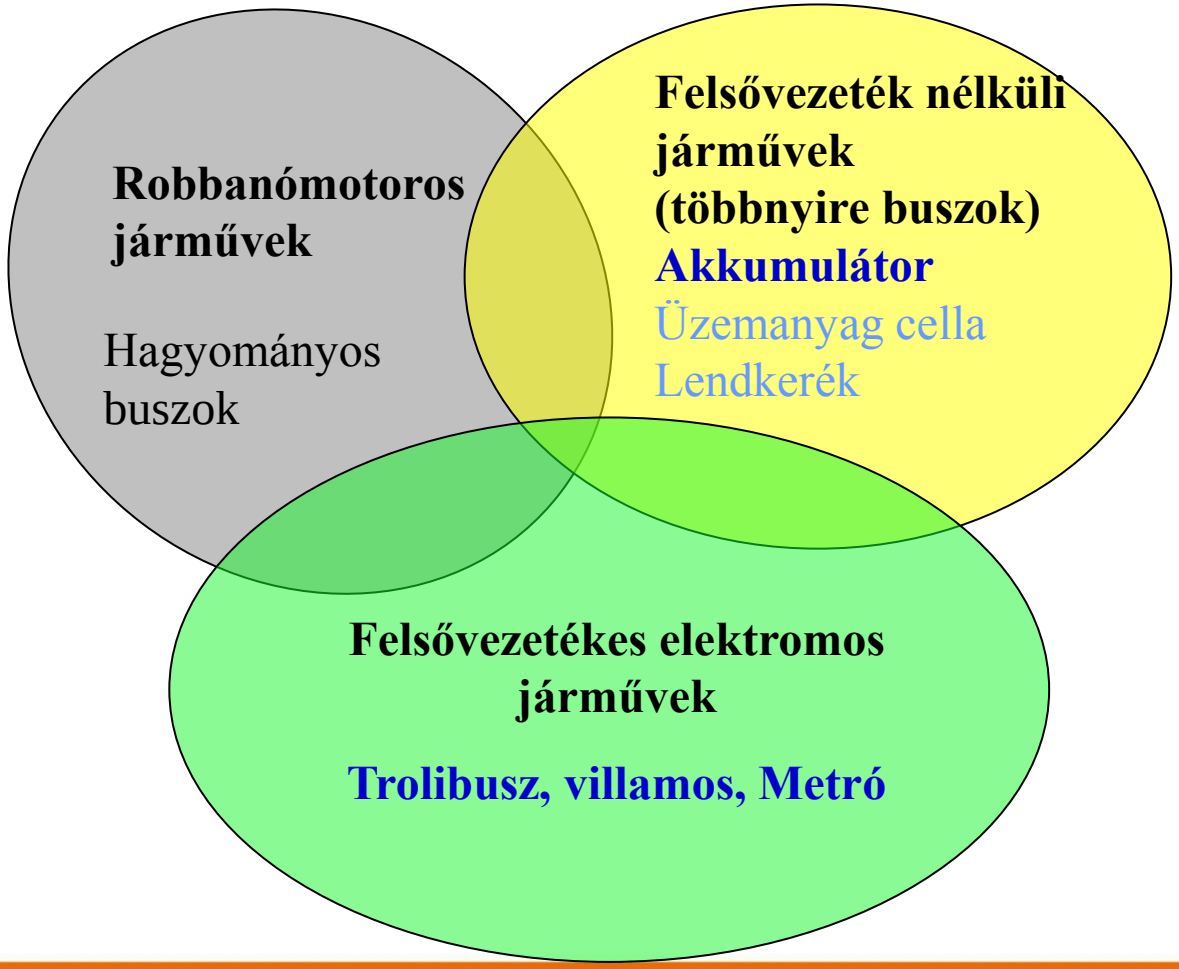
Környezeti hatások

Hatótávolság

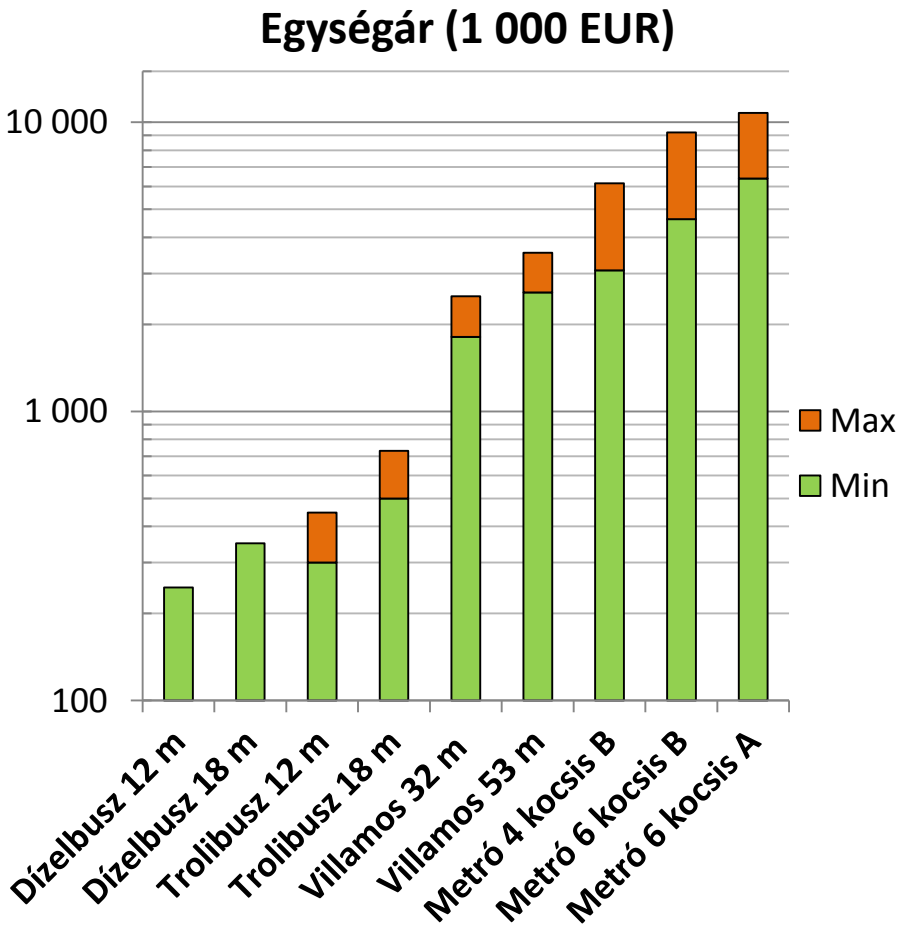
Városkép

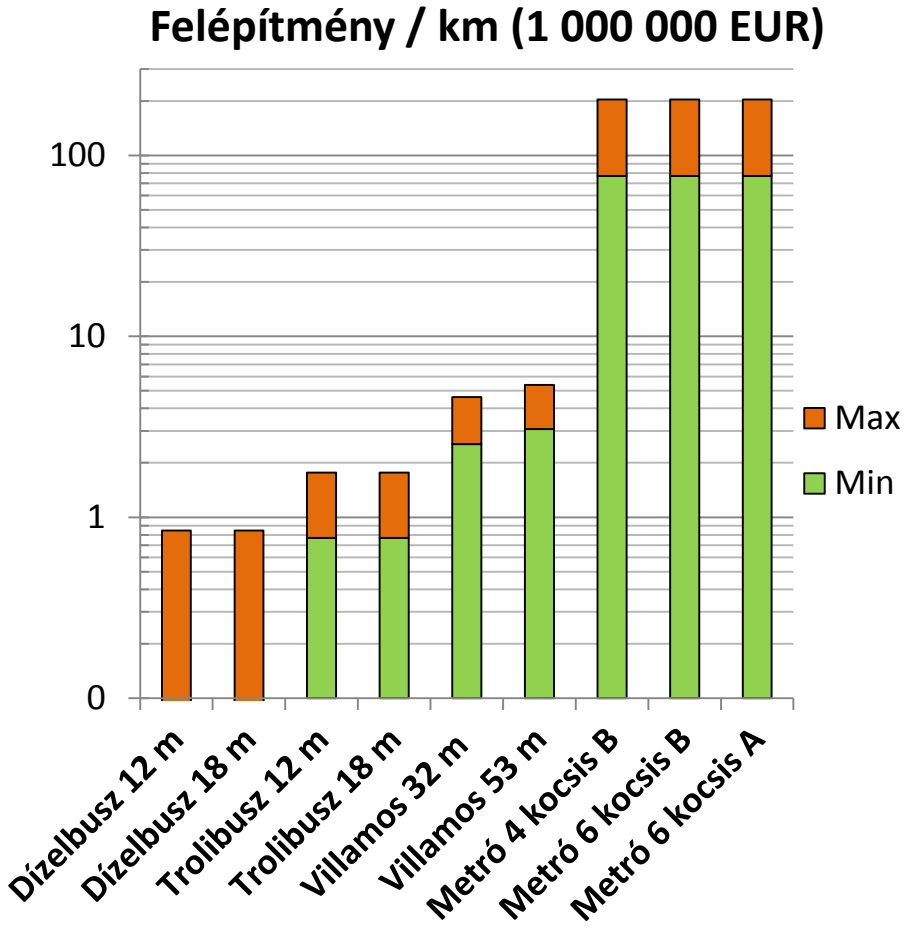
Megengedett tengelyterhelés

Városi tömegközlekedési jármű mix



Jármű és felépítmény költségek





A dízelbusz és trolibusz jellemzői

	Dízelbusz	Trolibusz
Előnyök	Alacsonyabb ár	Alacsony környezeti szennyezés
	A legrugalmasabb közl. eszköz	Jobb hatásfok: ~ 80%
	Nagy relatív utas kapacitás	**Legalacsonyabb üzemeltetési költség**
	Gyors újratöltés	Alacsonyabb zajszint
	Meglévő infrastruktúra	Nagy túlterhelhetőség, jobb dinamika
	Kisebb a hajtás tömege (kg/kW)	Korlátlan energiaforrás
	Korlátlan távolság	Fékenergia visszatáplálás
Hátrányok	**Légszennyezés**	Nagyobb hajtás tömeg
	Magasabb üzemeltetési költség	Magasabb járműár
	Alacsony hatásfok: 15-25%	Magasabb infrastruktúra költség
		Felsővezeték nélkül nem működik
		Városkép

A akkumulátoros busz jellemzői

	Akkumulátoros busz
Előnyök	Alacsony környezeti szennyezés
	Rugalmas mint a dízelbusz
	A hatásfok: ~ 60-70%
	Alacsonyabb zajszint
	Nagy túlterhelhetőség, jobb dinamika
	Fékenergia visszatáplálás
	Felsővezetéktől független
Hátrányok	Magasabb karbantartási költség
	Jelentős többlettömeg, kevesebb utas
	Korlátozott akkumulátor élettartam
	Hosszú töltési idő
	Korlátozott hatótávolság

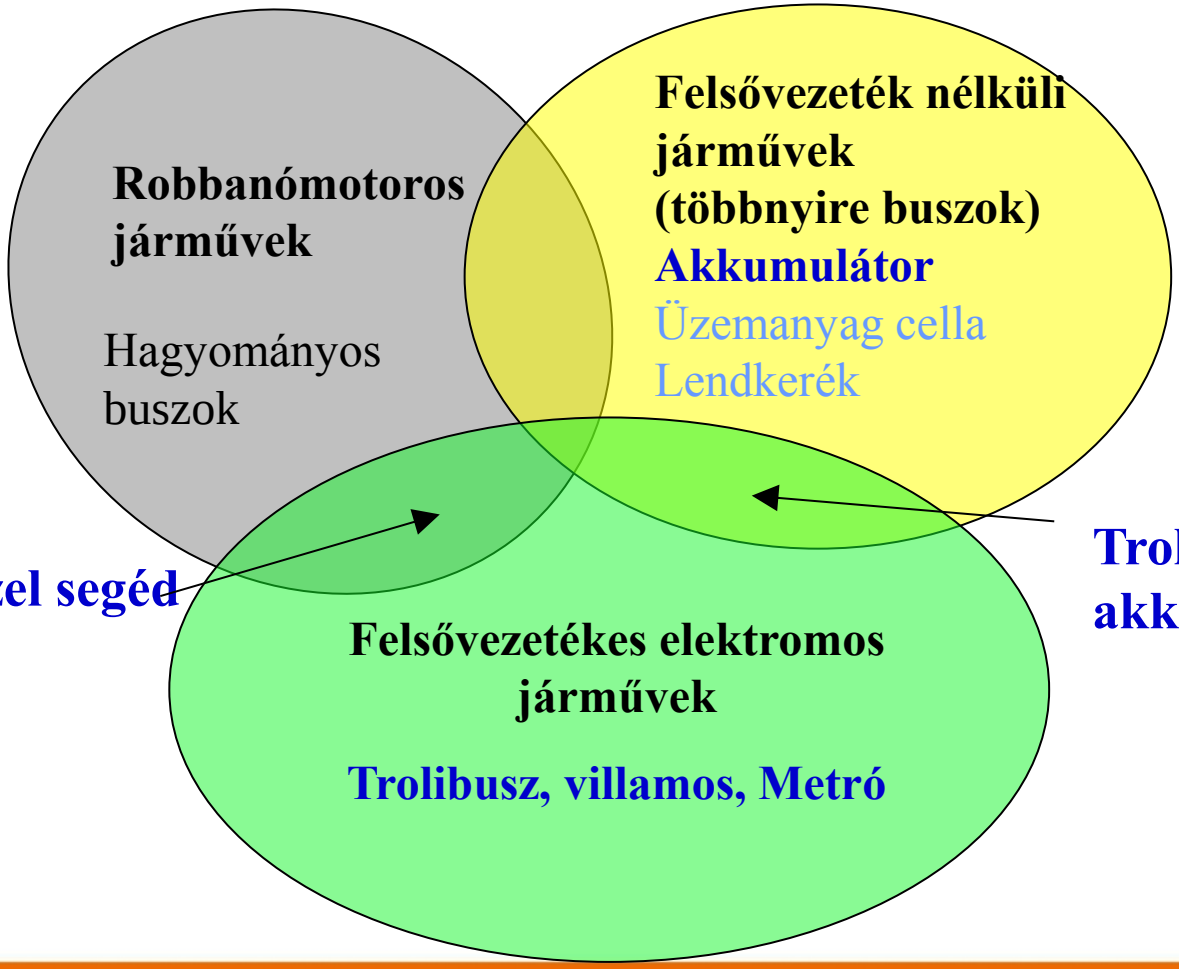
A különböző akkumulátorok összehasonlítása

Paraméterek	Savas akku	Ni-MH,	Lithium-polimer	Super kapacitás
Beszerzési ár ($/kWh)	120	500 - 800	800 - 1 200	4 000 - 6000
Élettertam (év)	2-3	5-10	5-10	10 - 15
A teljes kisütési ciklusok száma	800	1200	2 000	1 000 000
Teljesítmény sűrűség (W/kg)	700	500	800	>10 000
Energia sűrűség (Wh/kg)	40	60- 80	60 -100	5
Töltőáram névl. / max (A/Ah)	7,2	0,5 / 7	2 / 6	Very high
Kisütő áram névl./ max (A/Ah)	15,4	2 / 6	2 / 10	Very high
Működési hőmérséklet(C°)	-40…+60	-10…+50	-25…+50	-40…+65
Hatásfok	50 – 92 %	70 – 98 %	92 – 99 %	~ 100 %

Összehasonlítás: dízel energiasűrűsége: 12,88 kWh/kg ,
25% hatásfokkal 3,22 kWh/kg, energiasűrűség 35-50 x-es!

80 Ah 480 V akkumulátor 50% töltés: 10 perc 180 kW (10 -20 km)

Hogyan tehetjük a trolibuszt rugalmasabbá?

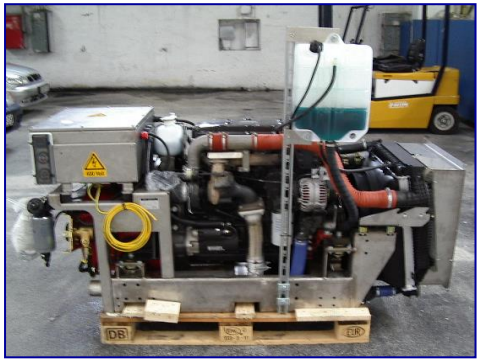


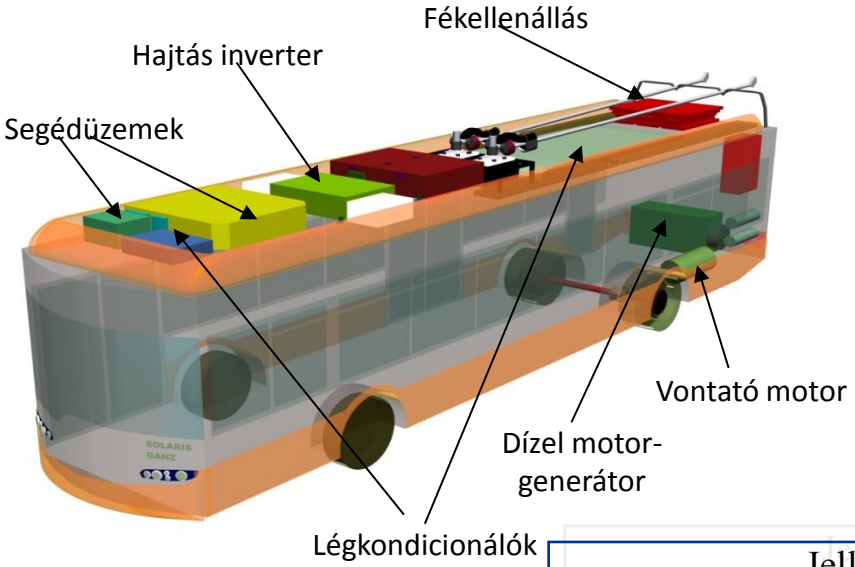
Trolibusz dízel segéd aggregáttal

Trolibusz segéd akkumulátor

Segéd aggregátos trolibuszok

Nápoly, Debrecen





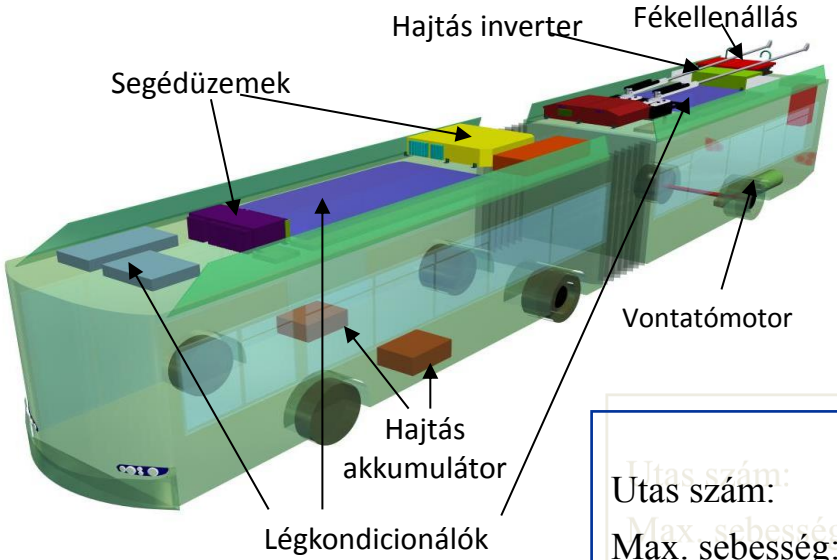
Jellemzők

Utas szám:	85 (30/55)
Max. sebesség:	65 km/ó
Elektromos hajtás:	160 kW
Dízel aggregát telj	80 kW

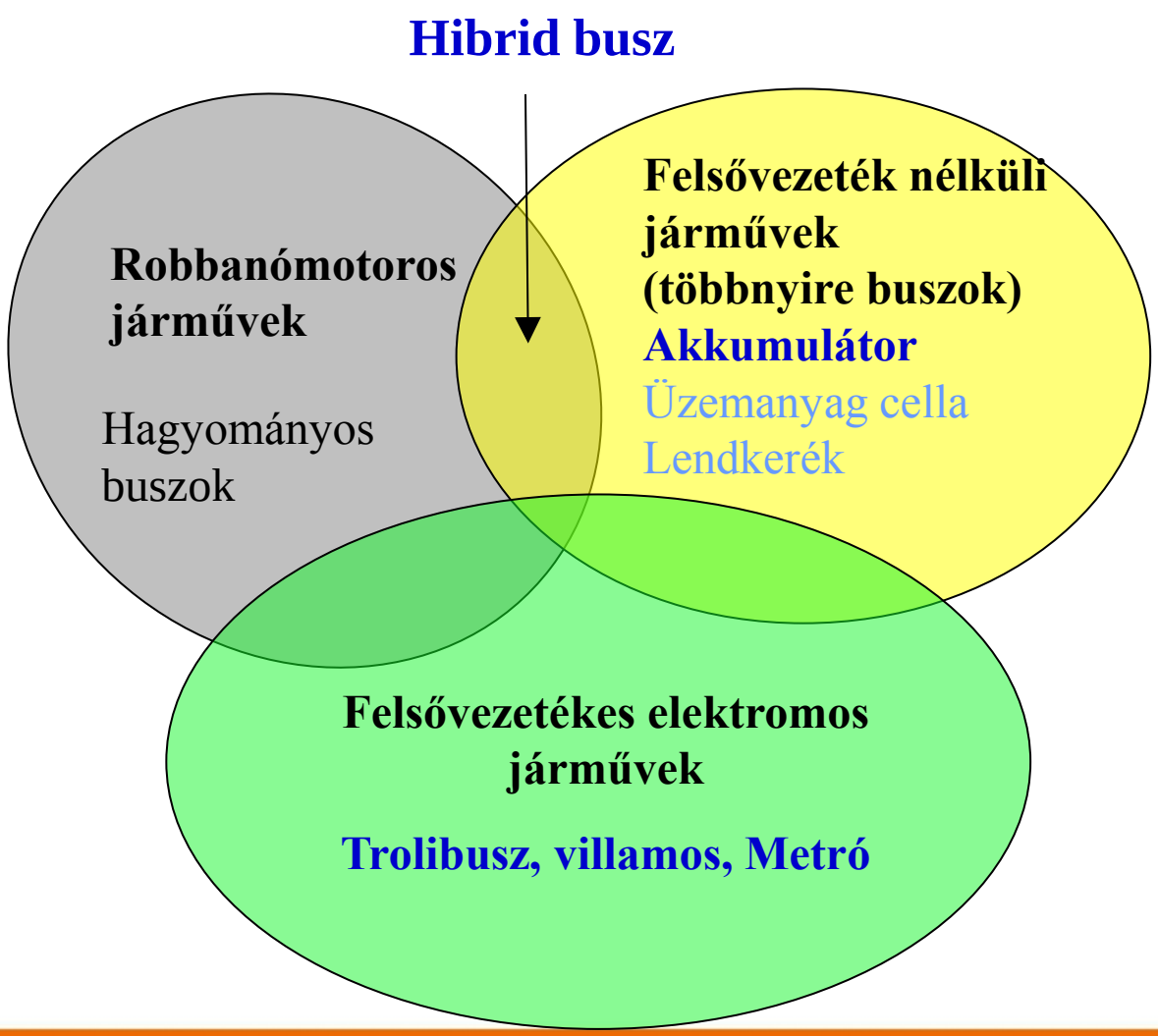
Segéd akkumulátoros trolibuszok

Róma, Budapest, Szeged

80 Ah 480 V, NiMH, tömeg 2x1,2 T

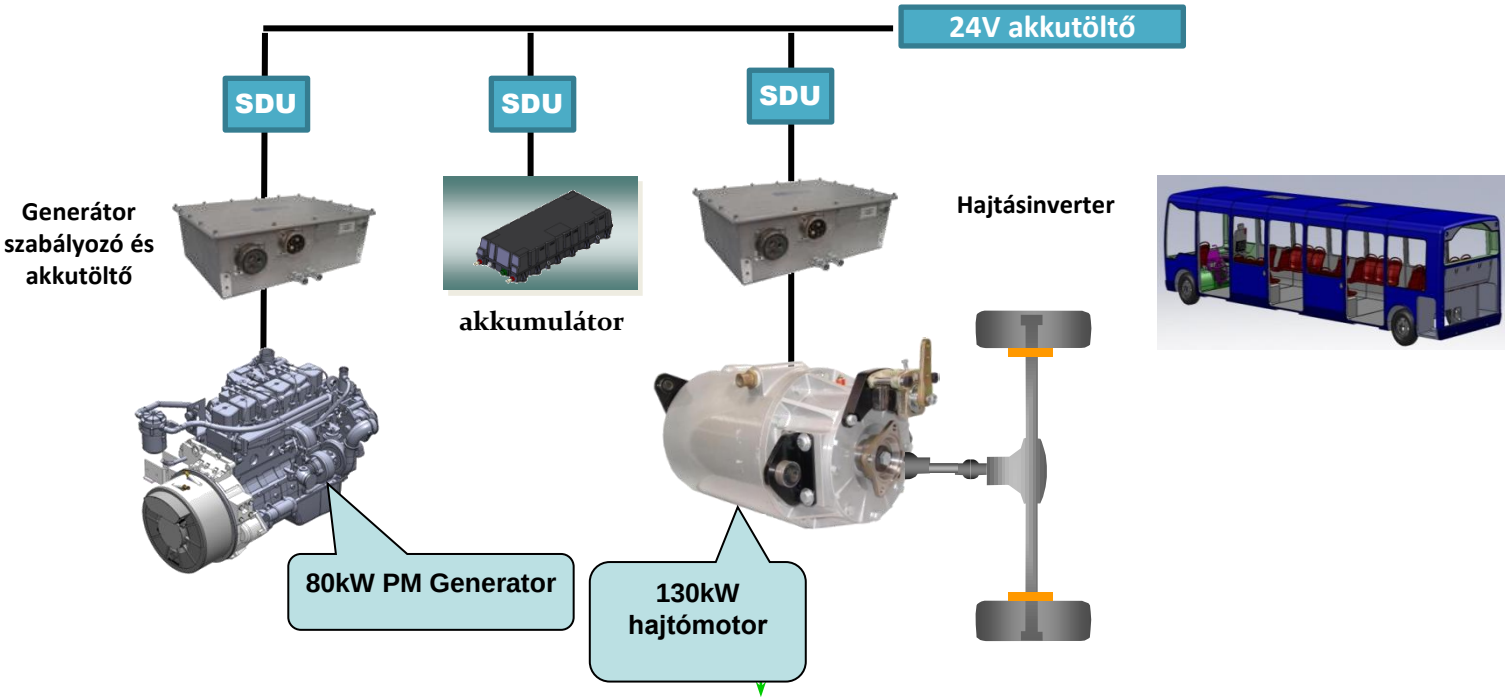


Jellemzők	
Utas szám:	110 (44/66)
Max. sebesség:	60 km/ó
Motor telj:	235/ 320 kW
Akkumulátor:	38 kWh
Akkus önjárás:	3-8 km
Napi ciklusok száma:	10


Hibrid busz
Robbanómotoros járművek
Hagyományos buszok
Felsővezeték nélküli járművek
(többnyire buszok)
Akkumulátor
Üzemanyag cella
Lendkerék
Felsővezetékes elektromos járművek
Trolibusz, villamos, Metró

Mi a hibrid busz?

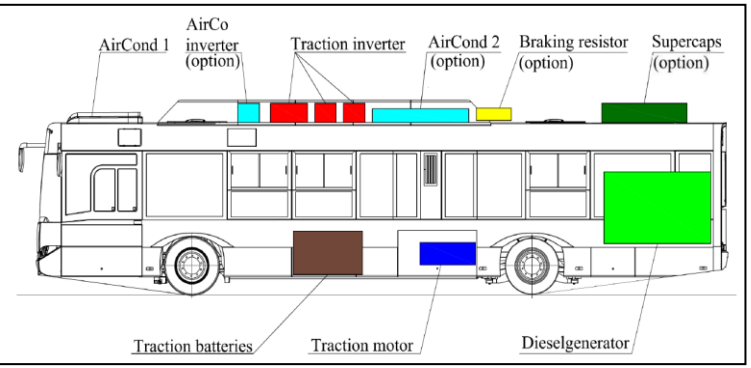
- Fedélzeti energiaforrással rendelkező elektromos jármű:
  Robbanó motor vagy kémiai energiaforrás (üzemanyag cella)
- Fedélzeti energiatároló: **akkumulátor**, lendkerék, szuperkapacitás



A dízel hibridbusz előnyei a dízelbusszal szemben

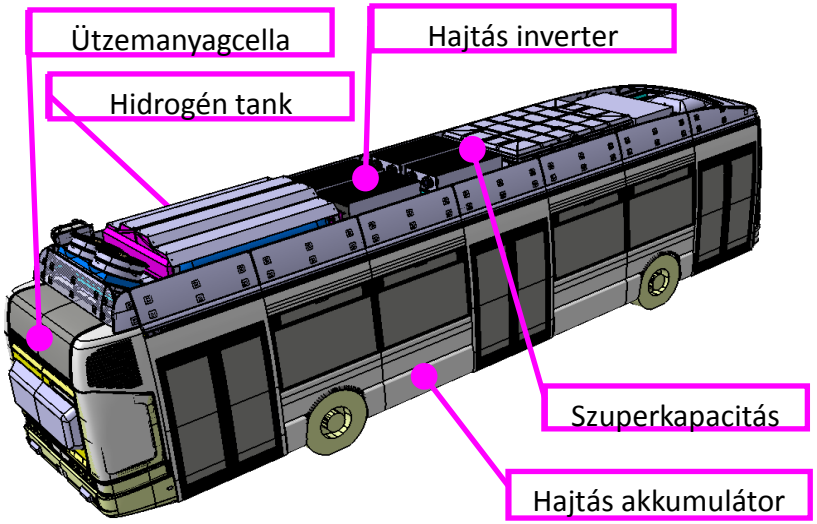
- 30-50%-kal kisebb teljesítményű dízelmotor (város)
- 20-30% üzemanyag megtakarítás
- Csökkentett szennyezőanyag kibocsátás
- 15% fékenergia visszatáplálás
- Tiszta elektromos üzem a belvárosban
- Jobb dinamika (A csúcsteljesítményt az akkumulátor adja)
- Álló állapotban nincs fogyasztás

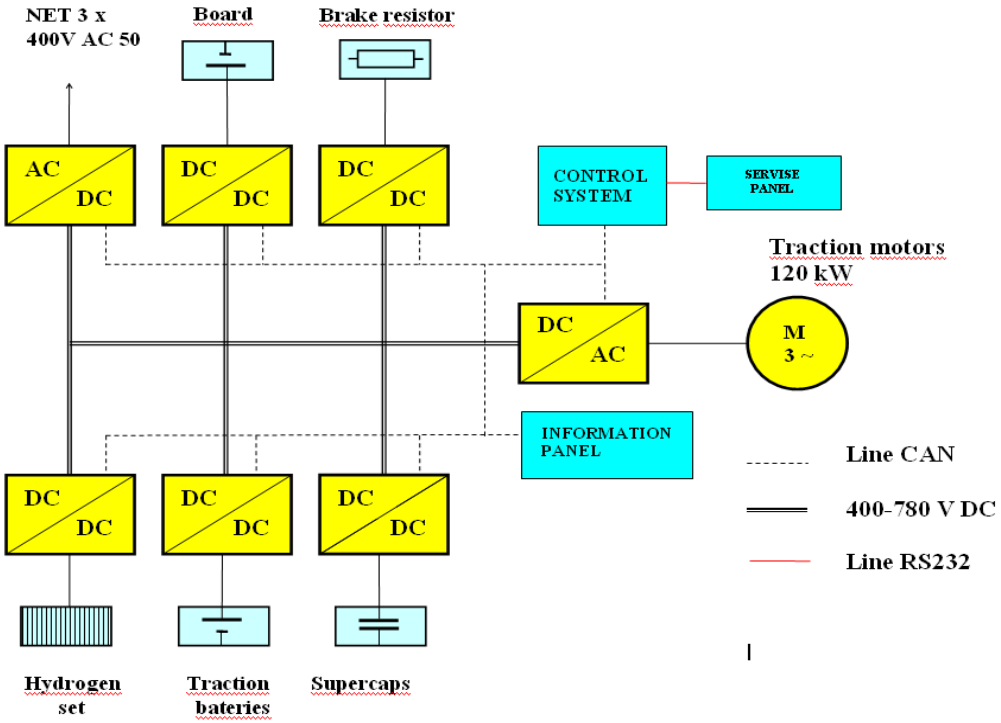
12 m-es hibrid busz



- Max sebesség 65 km/h
- Utasok száma: 71
- Tiszta akkus üzem : 7-10 km
- Akkumulátor: 70 Ah, 350 V
- Szuperkapacitás: 21 F 375 V
- Névleges teljesítmény: 150 kW
- Dízelmotor teljesítmény: 180 kW
- Max. hajtásteljesítmény: 300 kW

Az üzemanyag cellás hibridbusz felépítése



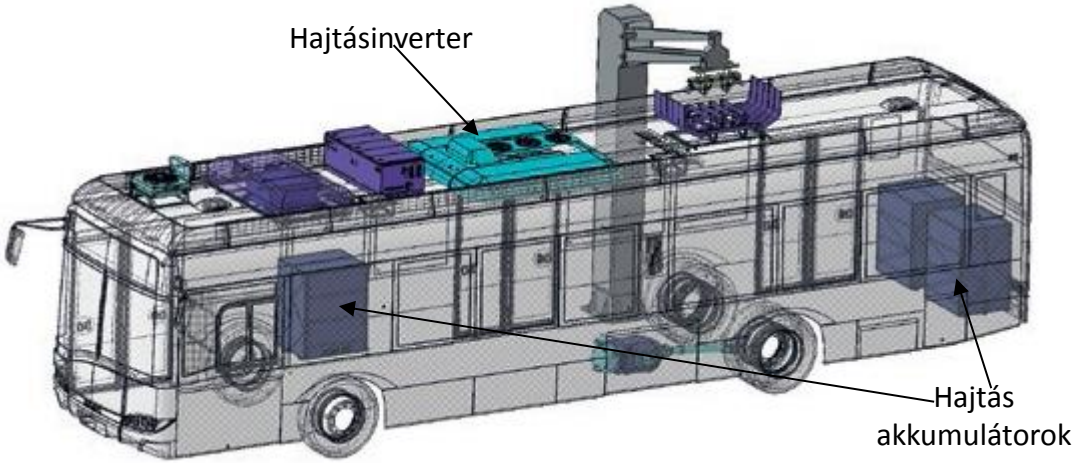


Hidrogén üzemanyagcellás hibrid busz

- Üzemanyagcella : PROTON MOTOR 50 kW
- Max sebesség 60 km/h
- hatótávolság: 250 km
- Akkumulátor: 70 Ah, 350 V
- Szuperkapacitás: 18 F 375 V
- Névleges teljesítmény: 120 kW
- Hidrogén újratöltés: 10 perc
- **Nincs szennyezőanyag kibocsátás!**

Gyorstöltésű akkumulátoros buszok

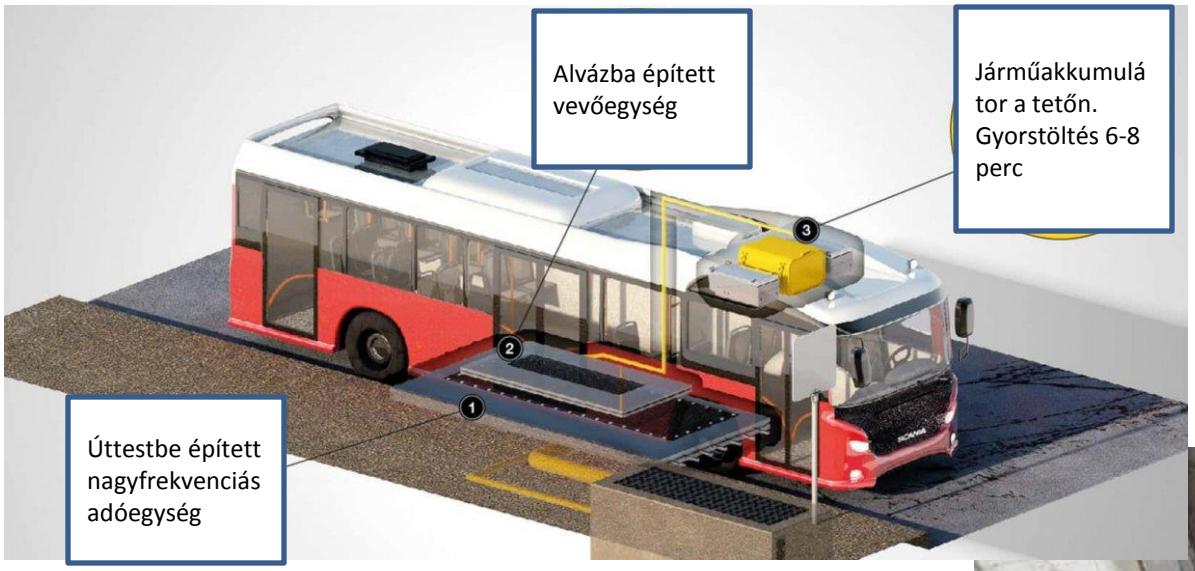
Skoda Electric: Škoda PERUN HP



Nagy teljesítményű töltőfej

Jellemzők	
Utas szám:	82 (27/55)
Max. sebesség:	80 km/ó
Hajtás névleges teljesítmény:	160 kW
Akkumulátor :	78 kWh, 650 V, Li-Pol
Töltés /gyors töltés:	1C / 6C (400 kW)
Gyorstöltési idő:	6-8 perc
Távolság / 1 töltés:	30 km/h
Éjszakai töltés / kiegyenlítés :	6-8 óra

Vezeték nélküli töltés a megállóban



Nehéz üzemű járművek induktív töltése szabvány: **J2954/2**

Működési frekvencia: 85 kHz

Elektromos buszprojekt Stockholmban vezeték nélküli töltéssel a megállókban

Jellemzők	
Elkészült szakasz:	10 km
Tervezett vonalak száma:	94
Töltőhelyek száma:	150
Co2 kibocsátás a városban:	-40%
Energiafogyasztás:	-38%
Töltő teljesítmény:	200 kW
Gyorstöltési idő:	6-8 perc
Megállókban töltés:	20-30 mp
Hatásfok:	>70%
Légrés az adó és vevő között:	40 mm
Kocsi test:	Scania
Projekt határideje:	2030
Hasonló projektek:	ABB, Solaris, Torino

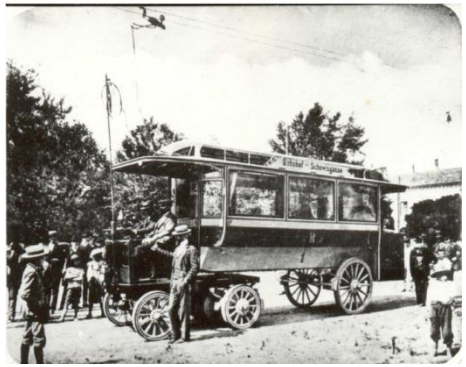
Válasz az eredeti kérdésre

- A hibrid trolibusz versenyképes a dízelbusszal szemben.
  - Alacsonyabb üzemeztetési költség
  - Kisebb energiafogyasztás
  - Jobb hatásfok
  - Hosszabb élettartam
- A meglévő felsővezetékkel rendelkező vonalakon segédhajtásos (akkumulátoros) trolibuszokat alkalmaznak
- Az új szakaszokra gyorstöltésű akkumulátoros buszokat célszerű használni
- Hosszú távon a felsővezetékes trolibusz városrendezési okok miatt kihal

Köszönöm a figyelmet

Elérhetőség:
Ruzsányi Tamás dr.
tamas.ruzsanyi@skoda.cz
tamas.ruzsanyi@ieee.org

Magyarországi troli történelem I.



Nagyszeben, 1904

Ganz troli 1933 Budapest,

70-es Orosz troli,MTB-82, 1949

Ikarus 60T, (157 db) 1952

IK 60T 400, csuklós, 1960

ZIU 5 orosz troli, 1966

Magyarországi troli történelem II.

Ikarus 280 T, 1975

GVM Szaggatós troli, 1985

IK 415, Szaggatós troli, 1992

IK 435, Kiepe, 1994

Ganz-Skoda, 2006

Solaris-Skoda 2016