

BKV Zrt. Autóbusz és Trolibusz Üzemeltetési Igazgatóság

Elektromos autóbuszok üzemeltetése



Szedlmajer László vezérigazgató-helyettes

Az autóbusz ágazat rendszer környezete



A közelmúlt járműbeszerzései

Fenntarthatóság

Használt, homogén dízel
járműflották beszerzése

Új járművek
beszerzése

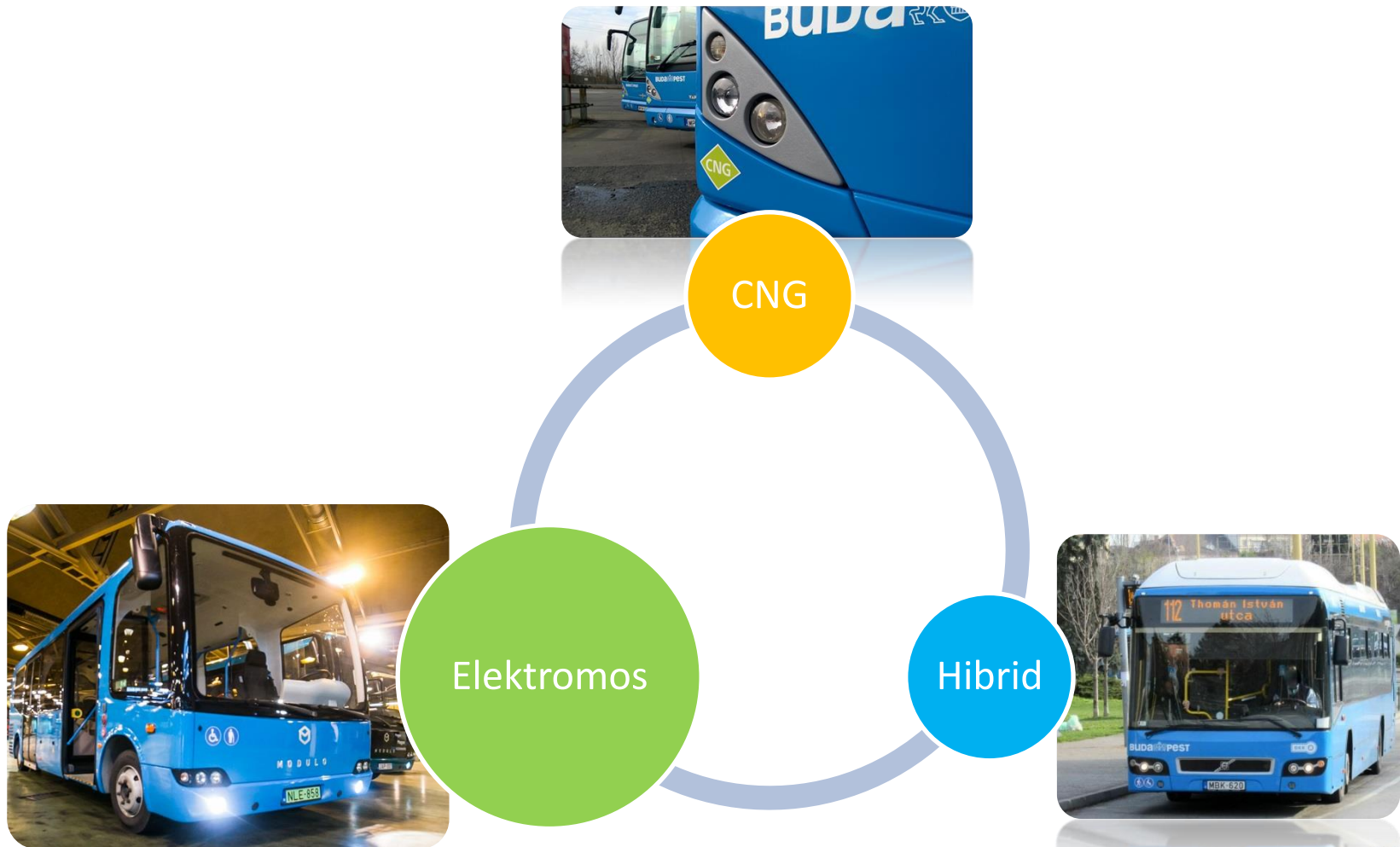
- „PKD” konstrukció
- „Kulcsra kész”
- Rendelkezésre tartás

Innovatív
hajtásláncok

- CNG
- Hibrid
- **Elektromos**

Járműbeszerzési intenzitás

Alternatív hajtású járművek a BKV-nál



Elektromos hajtás – előnyök



- Lokálisan zéró emisszió
- Társadalmi felelősségvállalás
- Mérsékeltebb externális hatások
- Alacsony zajkibocsátás, csendes utastér
- Egyszerűbb felépítés – kisebb karbantartási igény
- Többféle megoldás: nagy akkumulátorok, vagy vonali/végállomási töltés
- Alacsony fajlagos üzemeltetési költség a belsőégésű motorral szerelt típusokhoz képest

Elektromos hajtás – hátrányok

- Újszerű technológia – nem állnak rendelkezésre üzemeltetési és karbantartási tapasztalatok
- Egyes komponensek jelentősen megnövelik a vételárat (pl.: akkumulátor)
- Nagyteljesítményű töltési infrastruktúra: költséges és helyigényes
- Hosszú töltési idők a hagyományos tankolásokhoz képest
- A technológia jelenleg rohamosan fejlődik – gyors avulás
- Az ideális hatótávolsághoz, fordatervhez kellően nagy akkumulátor vagy vonali/végállomási töltő infrastruktúra kiépítése szükséges
- Nagyfeszültségű rendszer veszélyei
- Akkumulátor amortizáció



Az elektromos hajtásláncok jellemzői

Trolibusz

- Felsővezetékes energia-ellátás
- „Korlátlan” hatótávolság
- Speciális karbantartói környezet
- Kötöttpályás üzem, nagy függőség az infrastruktúrától
- Költséges hálózati infrastruktúra
- Opcionálisan önjáró képesség (akkumulátor beépítés)

Éjszakai töltésű e-busz

- Jelentős akkumulátor kapacitás igénye
- Energiatárolók gyorsabb amortizációja
- Többszörös tömeg
- Korlátozott, de kellően nagy napi hatótávolság
- Kis infrastrukturális kötettség
- Telephelyi töltési infrastruktúra igénye

Vonali töltésű e-busz

- Csak dedikált vonalakon közlekedhet
- Vonali töltési infrastruktúra igénye
- Kis hatótáv, szakaszos töltésekkel egész napos üzem biztosítható
- Közepes függőség az infrastruktúrától
- Kisebb energiataroló, ez által kisebb tömeg
- Végállomási, telephelyi töltés esetleges igénye

Elektromos hajtás Mérlegelési pontok

- Elektromos hajtáslánc előnyeinek kiaknázása a regionális érvényesülési képességek maximalizálásával – alacsony átlagos áramlási sebesség, nagy forgalomsűrűség, kis megállóközi távolságok
- Üzemeltetői terhek minimalizálása
- Hajtáslánci egyenértékűség vizsgálata – optimumpontok definiálása
- Azonos költségkeretből a flottaszintű emisszió minimalizálандó, egyetlen technológia elszigetelt vizsgálata ellentmondásos a valós társadalmi érdekekkel.

A fejlődés korlátozó tényezője: a társadalmi hasznok általi megtérülés nem a költségviselőknél érvényesül.

A beruházásokért felelős szolgáltatók megítélése a megrendelők részéről hangsúlyosan költségalapú.

Az első teszt – 2015. április

- Prototípus tesztje a forgalomban
- Több, releváns viszonylatra illesztve
- 3 hét folyamatos tesztüzem
- Tapasztalatok begyűjtése, értékelése
- Visszacsatolás a gyártó felé



Gyártói oldalról

Valós forgalomban történő
tesztelés

Tapasztalatok alapján módosítások
lehetősége

Referencia

BKV Zrt. oldaláról

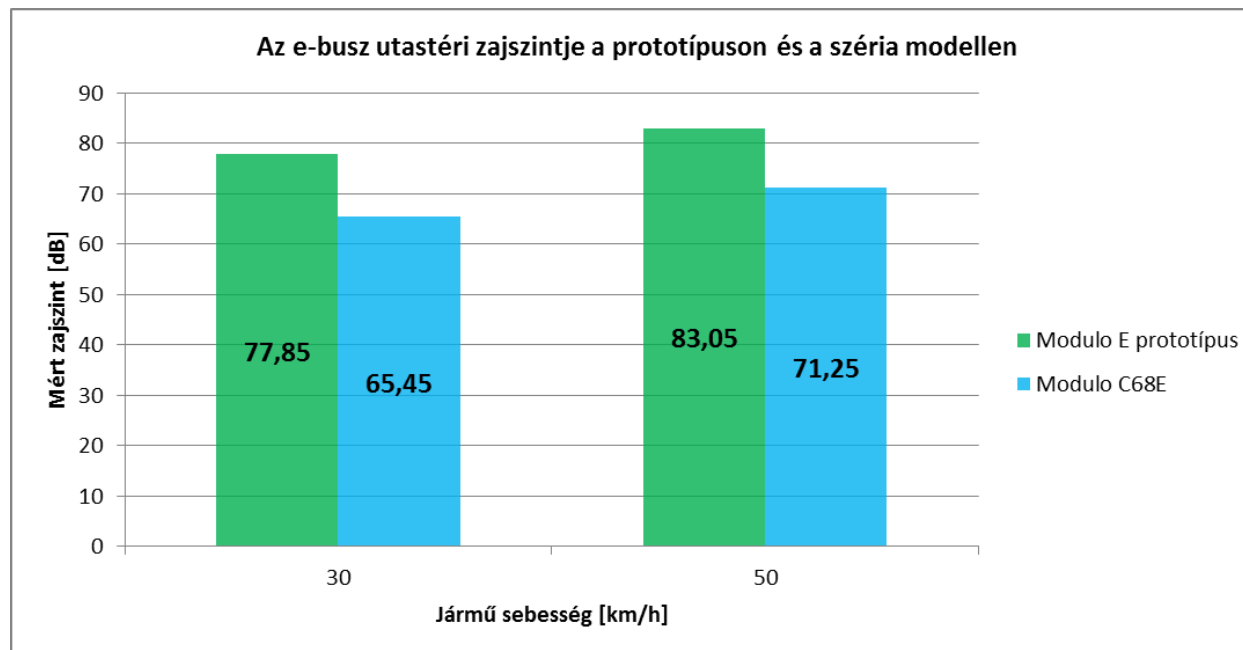
Új hajtás üzemeltetési
tapasztalatainak megszerzése

Az e-busz képességeihez alkalmas
viszonylatok feltérképezése

Utassok és járművezetők
tapasztalatainak összegyűjtése

A visszacsatolás hatására a gyártó lényeges fejlesztéseket eszközölt a konstrukcióban:

- Új trakciós elektromotor és vezérlés (Siemens) alkalmazása – kisebb fogyasztás
- A folyamatos üzemű helyett szakaszos üzemű légkompresszor alkalmazása – kisebb utastéri zaj, alacsonyabb energiafogyasztás
- A prototípushoz képest nagyobb kapacitású akkumulátorcsomag (141 kWh)
- Utastéri, ergonómiát érintő módosítások



Modulo C68E

- **Moduláris** felépítés, különféle hajtásláncok illeszthetősége (hibrid, CNG, dízel)
- Magyar fejlesztés és gyártás
- Hazai gyártású komponensek alkalmazása: futómű elöl és hátul egyaránt (RÁBA), kormánymű
- **Korróziómentes** kompozit **karosszéria** elemek (3 cm falvastagság)
- Alacsony tömeg
- Kiváló **menetdinamizmus és rugalmasság**
- Siemens elektromotor és vezérlés:
 - 160 kW csúcsteljesítmény
 - 125 kW folyamatos teljesítmény
 - 1019 Nm maximális nyomaték
- 141 kWh akkumulátor kapacitás
- Valós igénybevétel esetén is 1 kWh/km maximális energia-felhasználással tervezhető fordák.



Modulo C68E

- Lokálisan zéró kibocsátás
- Alacsonypadlós, klimatizált utastér
- Kedvező befogadóképesség: 41 fő (4 fő/m²)
- Új technológiát képviselő alrendszerek: e-bus EBS5 integráció, rekuperációs képesség
- Energiára vonatkozó kilométerköltsége töredéke egy dízelmotoros midi típushoz képest



- A moduláris felépítésből következően a hosszhoz viszonyítva nagy tengelytávolság, ebből adódóan a hagyományos midikhez képest kedvezőtlenebb manőverezhetőség
- Üzemeltetési nehézségek szélsőséges időjárási körülmények esetében
- Flottaszintű töltés menedzsment a rendelkezésre állás biztosításához

Töltési infrastruktúra

A **Kelenföldi Divízió** telephelyén:

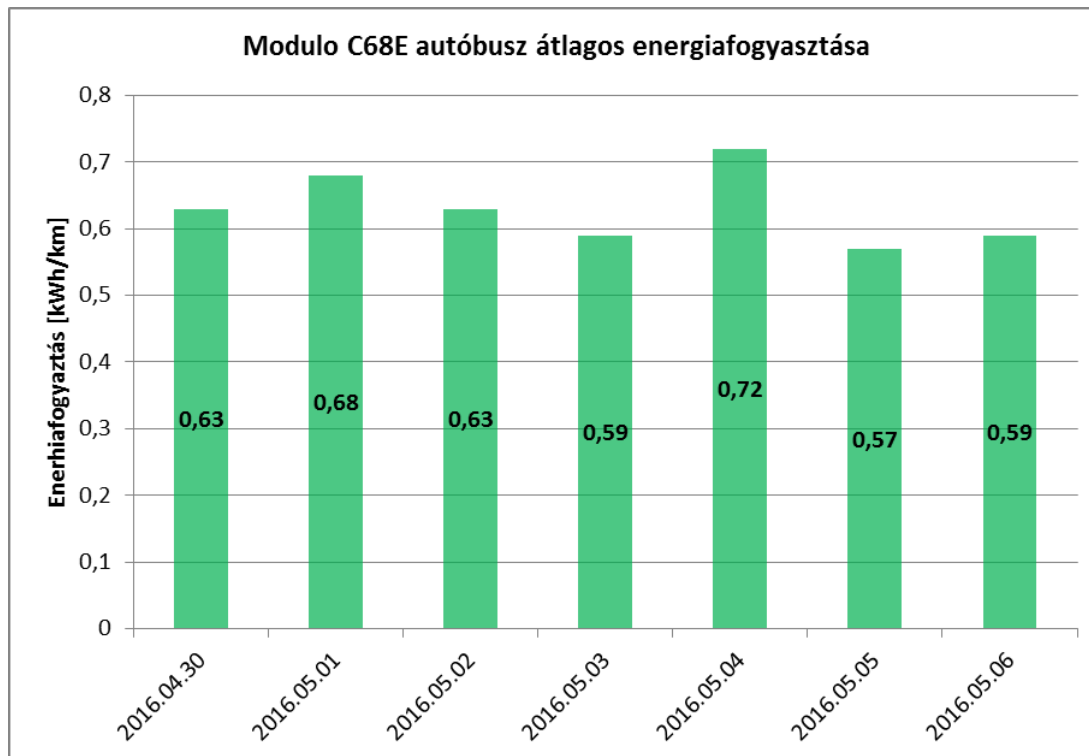
- 12 db **MCS-60** töltőberendezés a tárolótéren
- 6 db **MCS-60** töltőoszlop a csarnokban
- CAN-buszos kommunikáció a járművel
- Input:
 - 400 V AC
 - Áramfelvétel: 100 A
 - Hálózatról felvett teljesítmény: 80 kW
- Output:
 - 500-720 V DC
 - Kimenő áram: 85-90 A
 - Kimeneti névleges teljesítmény: 60 kW
- Töltési idő: 2-6 óra (SOC-tól függően)
- Töltési módok:
 - Normál
 - Balanszírozás – akár több mint 24 óra
- IP55 védelem



Üzemeltetés - energiafogyasztás

A forgalomba állítás előtt a megváltozott műszaki tartalmú autóbusz tesztelése is lezajlott:

- Valós körülmények
- 0,6-07 kWh/km átlagfogyasztás
- Maradó töltéssel is teljesíti a napi meneteket
- A tartalékokra szükség van: a klíma használata megnöveli a nyári energiafogyasztást



Valós felhasználás melletti energia-felhasználás

- Akkumulátorok kapacitása: ~141 kWh

Az alábbi értékek az akkumulátorok névleges tárolási képességének teljes kihasználását feltételezik. Az üzemeltetés során törekedni kell az amortizáció mértékének minimalizálására, a töltöttség optimális intervallumban való tartására.

- Átlagos fogyasztás: 0,72 kWh/km
Átlagos hatótávolság: 195,83 km
- Maximális fogyasztás: 1,46 kWh/km
Minimális hatótávolság: 96,57 km
- Minimális fogyasztás: 0,49 kWh/km
Maximális hatótávolság: 287,75 km
- Klímahasználat/segédüzem többlete (átlagos-max.): 0,22 – 0,97 kWh/km

Az erősen szóródó hatótávolság miatt együttműködés folyik az on-line diagnosztikai rendszerekre épülő dinamikus fordatervezés megvalósítására.

Üzemeltetési tapasztalatok

Jellemző meghibásodások

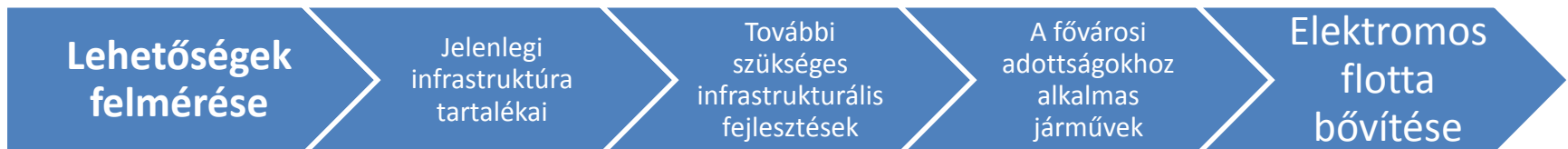
- A hibák nagy részét az új típusoknál általánosságban jellemző ajtóműködési rendellenességek képezik (mechanikai és elektromos jellegű)
- Kisebb számban előforduló gyermekbetegségek: ablaktörlő, páramentesítő hiba
- Szigetelési hibák
- Eleinte gyakrabban jelentkező (vezérlő)szoftveres hibák
- Az üzemeltetői kockázatot jelenthet a kompozit karosszéria, amely a hagyományos módszerekkel nem javítható

- Kedvező visszajelzések mind a járművezetők, mind az utasok részéről
- A fővárosi viszonylatokhoz megfelelő, kiemelkedően dinamikus menettulajdonságok
- Alacsony energiafogyasztás, kedvező üzemeltetési költségek
- Csendes működés, mind az utasteret, mind a környezetet illetően
- A turizmus által látogatott városrészen pozitív benyomást kelt
- Speciális, a képességekre szabott fordatervezést igényel
- Szélsőséges hőmérsékleti és időjárási tartományokban üzemeltetési nehézségek tapasztalhatóak
- Az intenzív klímahasználat csökkenti a hatótávolságot

Elektromos autóbuszok a jövőben – kitekintés

A flottafejlesztésben a későbbiekben ismét szerepet kaphatnak az elektromos járművek:

- A Kelenföldi Divíziónál kiépített töltő kapacitás nagyobb flottát is képes ellátni
- A globális trendeknek megfelelően a közösségi közlekedésben is egyre nagyobb figyelmet, szerepet kap a zéró emissziós hajtás
- Dedikáltan elektromos buszokkal lebonyolítható viszonylatok lehetőségének vizsgálata
- Vonali, végállomási töltőkkel által kiszolgált elektromos járműrendszerek vizsgálata



Köszönöm a figyelmet!



szedlmaj@bkv.hu