



## Alternatív hajtás

# Hibrid haszongépjárművek



DR. NAGYSZOKOLYAI IVÁN

„Hibrid hajtástechnika nélkül nem lehet teljesíteni a szén-dioxid- és szennyezőanyag-határértékeket”, „csak a hibridekkel és tisztán villanyautókkal lehet közlekedni egyes városi körzetekben”, „a fogyasztáscsökkentés biztos megoldása” – ilyen és ehhez hasonlókkal van tele minden közlekedéssel, automobilizmussal foglalkozó szaklap és bulvármagazin, az autós tv-műsorok, a konferenciák és a politika is. Általában a személygépjárművek, esetleg a 3,5 tonna tömegű kishaszongépjárművek jönnek ilyenkor szóba. De mi van a nagyhaszongépjárművekkel, kiemelten az autóbusszokkal? Őket sem hagyta érintetlenül a hibridláz.

A nagyhaszongépjárművek fő erőforrása nem lehet más mint a dízelmotor, ehhez, ahogy mondani szokták, a technika mai állása szerint kétség sem férhet. A nagymotorok hatásfoka csekéllyel jobb is mint a kicsiké, a személygépjárművéké, a kipufogógáz-tisztító rendszernek, azaz az emissziótechnikának van helye, egy viszonylag nagy AdBlue tartály elhelyezése sem jelent gondot. Ha

gáz tüzelőanyagról van szó, műszaki gondot nem okoz, bizonyos vonatkozásban még egyszerűsíti is a technikai rendszert.

Miért merül fel a technikailag sokszorosán bonyolultabb és jóval drágább hibrid alkalmazásának a kérdése?

Az üzemi feladat határozza meg, hogy hozhat-e előnyöket a hibridtechnika. A haszongépjárművek nagy tömege a dízelmotort minden járműindításnál,

gyorsításnál nagy terhelésnek teszi ki, ilyenkor a hatásfok sem a lehető legjobb, a motor élettartamát is csökkenti, nő a kipufogógáz-szennyezés, illetve az emissziótechnika nagyobb feladatra (több AdBlue-felhasználásra, gyakori DPF-regenerációra) kényszerül. A dízelmotor is akkor teljesít kiválóan, ha kedvező üzemi mezőjében, állandó fordulatszámmal és terheléssel tud járni.



1

Egy városi kommunális gyűjtő gépkocsinak 1 a dízelmotorja szenved, ilyenkor előnyös, ha a hajtást villanymotor veszi át, a dízel pedig csak a neki kedvező terheléssel hajtja a generátort, azaz a rendszer soros hibrid. Minden más erősen „szagattott”, azaz start-stop üzemre igaz.

A hibridtechnika városi, elővárosi autóbuszüzemben fogyasztáslényt is hoz, hozhat. A gyakori megállások, forgalmi akadályoztatások miatti fékezés történhet elektromos fékezéssel, így a fékezési energia (egy része) elektromos töltés formájában visszanyerhető. Gyorsításnál nem kell a

dízelmotornak a teljes vonóerőt adnia, ez megosztható a villamos hajtással. Kedvező esetben – ha a technika ilyen kialakítású – teljesen elektromos hajtással mozgatható a jármű egy nem túl nagy úthosszon.

Mindezek az igények már régen felmerültek és el is készültek a hibrid autóbuszok, illetve hibrid kommunális járművek. A ma is tartó bevezető fázisban környezetvédelmi és energetikai célú pályázatok révén kerülnek ilyen gépjárművek Magyarországra, de a világ más városába is. Budapesten, ez év márciusában forgalomba áll – közölte akkor a Budapesti Közlekedési Központ (BKK) az MTI-vel, az összes, korábban rendelt Volvo 7900A típusú hibrid csuklós autóbusz 2 – mind a 28 jármű. Ezzel – így szól a közlemény – Budapesten lesz Európa egyik legnagyobb hibridbusz-flottája.



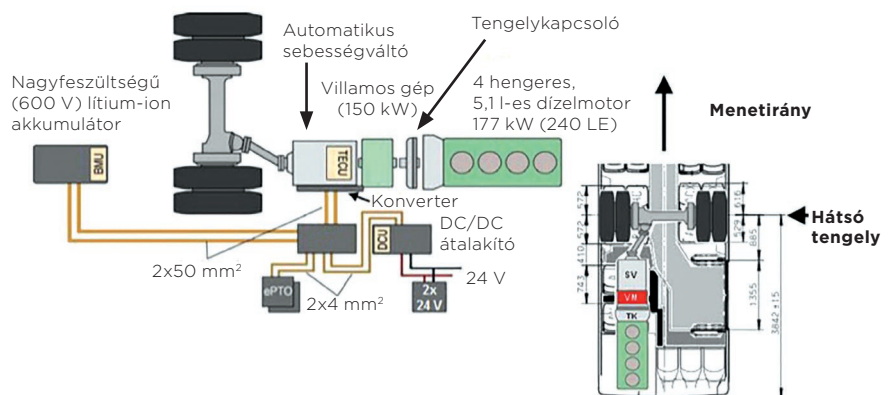
2

BESZERZÉSI MEGFONTOLÁSOK

Mint azt a haszongépjárművek neve is mutatja, ezekkel a járművekkel gazdaságos üzemeltetés, haszon-szerzés a cél, így a beszerzési ár és az üzemeltetési költségek ismerete alapvető fontosságú. Döntést előkészítő hatástanulmányoknak, üzleti tervnek kell elkészülnie arról, hogy ott, ahol a

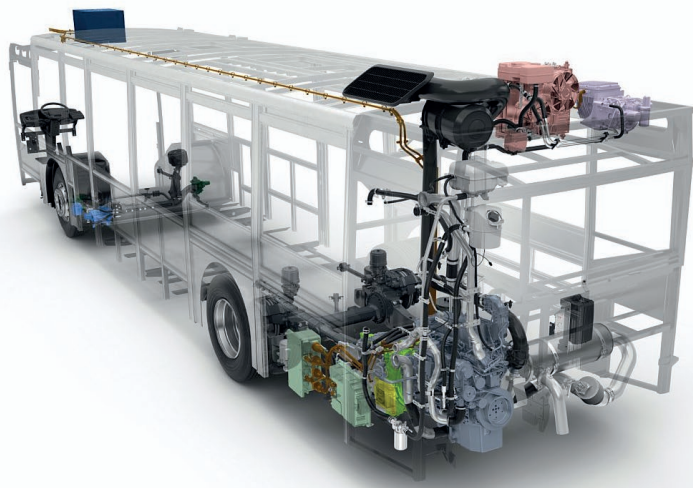
HIBRID A VÁROSBAN

A hibrid használatának másik nagy alkalmazási területe ott van, ahol környezetvédelmi szempontok miatt területi forgalmi korlátozás van érvényben. Itt mind a szennyezőanyag-kibocsátás, mind a zajterhelés érintett. Tehát a haszongépjármű-hibridnek önálló elektromos hajtású üzemben is kell tudnia haladni, míg a korlátozás alá eső területen jár. Egy autóbusz, mely a külvárosból indul és az óvárosban halad át, ilyen kettős üzemet igényel. Az útvonaltól függően ez többszörösen is szakaszolódhat.



3 Volvo szóló hibrid autóbusz szerkezeti főegységek blokkdiagramja





4 Volvo-7900-hybrid-bus

villamos hajtás nem az egyetlen lehetőség, ott a hibrid jármű megtérülése milyen időtávtatú, illetve megtérül-e egyáltalán. Nézzünk néhány, inkább csak tájékoztató beszerzési árat! Egy új szóló autóbusz beszerzési ára 60–65 millió Ft, egy új csuklós autóbusz 100–110 millió. A hibrid autóbusz, a hajtáslánc-kiépítéstől és az euró árfolyamtól függően legalább 50, de akár 100 százalékkal is drágább. A Volvo cég hibrid autóbusz kínálatában a szóló hibrid 85–90 millió forint, a csuklós autóbusz 130–135 millió forint. Az sem mellékes, hogy a karbantartás mennyibe kerül, a hibridrendszer alkatrészarái mit tesznek ki, és még van egy komoly bizonytalanság, az akkumulátor. Öregedése, így kapacitásvesztése, élettartama, elemcserés javíthatósága és az újrahasznosítás

költsége. Sajnos ezekről még kevés az ismeret, a tapasztalat.

Még mindig nincs vége a megfontolandó tételek jegyzékének! És ezt a hazai tapasztalatok is mutatják. A hibridhajtás előnyt akkor tud felmutatni, ha a tisztán és/vagy a kisegítő, rásegítő elektromos hajtáshoz szükséges tárolt energia, amennyiben ez a hajtásmód szükségessé válik, mindig rendelkezésre áll. Itt lehet a baj! A csak járműlassítás során rekuperált energia sokszor nem elegendő. Ennek oka lehet:

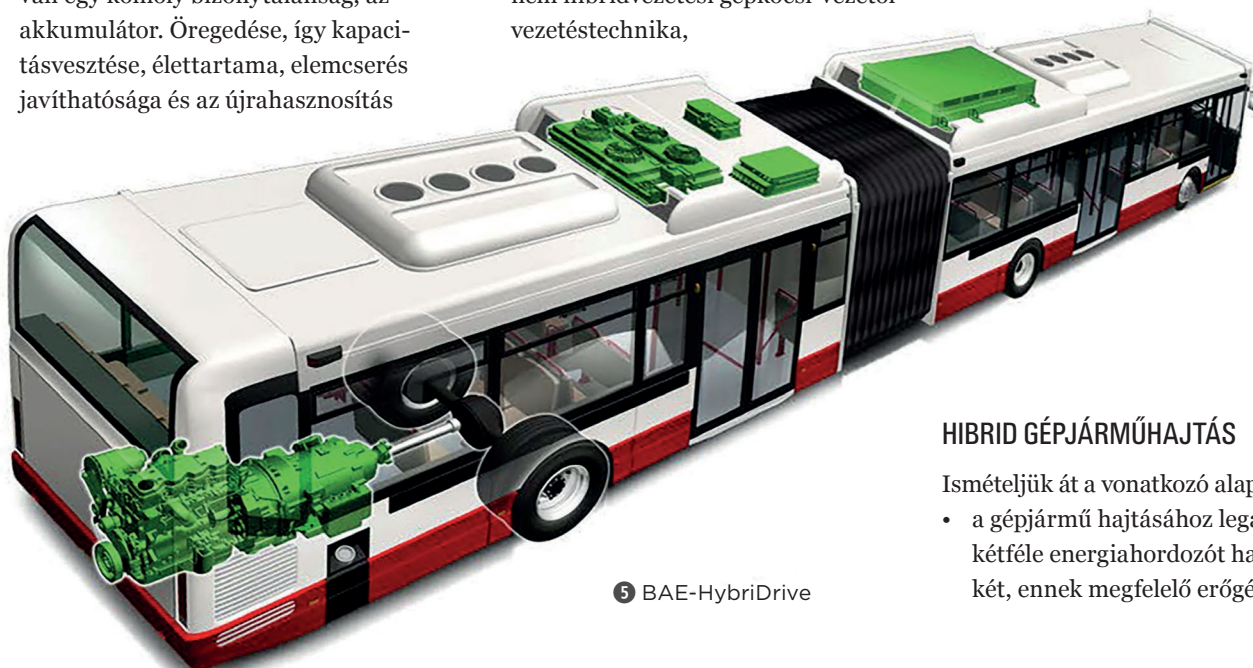
- erősen gátolt forgalmi viszonyok, kis sebességről történő megállás, emellett rövid, de intenzív gyorsítás,
- nem hibridvezetési gépkocsi-vezetői vezetéstechnika,

- nagyon változó terepviszonyok, erős emelkedők,
- nagyon meleg időjárási körülmények.

Tudni kell, hogy a hibrid autóbuszok legtöbb segédberendezésének hajtása elektromos hajtás. Ennek energia-igényét természetesen a fedélzeti akkumulátorok fedezik. Fokozott légkondicionálás elveszi az energiát a hajtástól. Ha a hajtásnak van prioritása, akkor nincs légkondicionálás, ez pedig az utasok komfortját csökkenti (a népharagig...).

A hibridekbe épített dízelmotor teljesítménye kisebb mint a nem hibrid változatoké, mert a hibrid adja a kiegészítő teljesítményt és van, hogy a nagyobb motor el sem fér a hibrid villamos egységei miatt. Ez különösen a párhuzamos hibrideknél áll fenn, ahol a villanymotor-generátor a motor hosszát növeli.

Ha nem áll rendelkezésre a szükséges elektromos energia, a dízelmotor nagy időhányadban jár teljes terhelésen, így a hibridelőny szertefoszlik. Ha van olyan üzemmódja a párhuzamos hibridnek, mely – ha a jármű áll vagy halad – megosztottan hajt és akkumulátort tölt, javítható a helyzet. Nem mindegyik ilyen.



5 BAE-HybriDrive

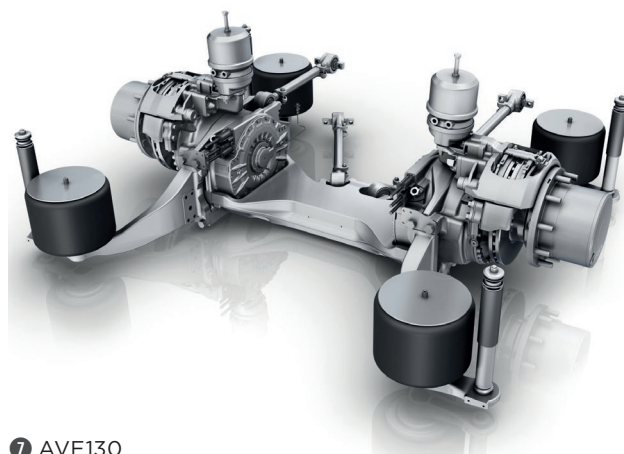
## HIBRID GÉPJÁRMŰHAJTÁS

Ismételjük át a vonatkozó alaptételeket:

- a gépjármű hajtásához legalább kétféle energiahordozót használ és két, ennek megfelelő erőgépe van,



6 A Mercedes-Benz Citaro G Blue-Tec® Hybrid autóbusz bemutatása Kecskeméten, 2012-ben. Fotó: Erdei Dávid



7 AVE130

- az energiahordozók fedélzeten tároltak, de az egyik energiaforrás lehet közvetlen felhasználású, külső („troli” üzem),
- a külső betáplálás folyékony vagy gáz halmazállapotú energiahordozó feltöltést, stacioner és dinamikus áramtöltést (mozgási energia hasznosítás) jelent,
- a hőerőgép/villamos gép gépcsoport fedélzeti energia transzformációt végezhet (kémiaiilag kötött energiából, ez a motorhajtó tüzelőanyag – áramtermelés).

A hibrid haszongépjárművek elvi hajtásmódja, elrendezése nem sokban különbözik a személygépjárművekétől, melyet Tisztelt Olvasóink nagyon jól ismernek. Itt is lehet a hajtás párhuzamos vagy soros. A Volvo soros hibrid hajtáslánc elrendezését a 3. ábra mutatja.

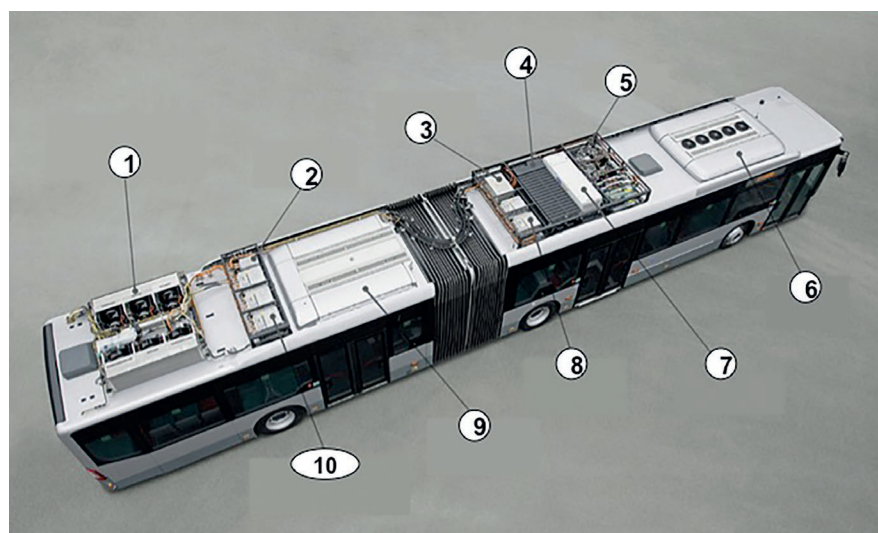
Autóbuszoknál, mind két-, mind háromtengelyes, szóló és csuklós kivitelek lehetségesek, az alacsony padlómagasság követelménye miatt általában a hátsó tengely mögé rendezik a hajtást, és felhasználják a tetőt a főegységek elhelyezéséhez. Képeink – ezer szónál többet mondván – mutatják az elrendezési lehetőségeket. 4 5

A soros hibridnél a gátolt városi körülmények között lehet, hogy jobb az ener-

getikai mérleg. Itt a dízelmotor csak generátort hajt, hogy villamos áramot termeljen a járműhajtáshoz és az akkumulátorok töltéséhez. A jármű tud, korlátozott úthosszon, a belső égésű motor leállításával is haladni. Ha például nagy a klimatizálás energia-igénye, a belső égésű motor bármikor bekapcsol. (Ha az adott útvonalszakaszon

– például az óvároson – áthaladva csak a csendes és emissziómentes üzem engedélyezett, akkor persze itt is lehetnek energiaellátási gondok.)

Hazai alkalmazási példát erre a hajtásmódra a Kecskeméten üzembe állított, komoly EU-s támogatással megvásárolt Mercedes-Benz Citaro G Blue-Tec® Hybrid autóbuszok adnak. 6



8 Mercedes-Benz Citaro G Blue-Tec® Hybrid

1.: tetőhűtő berendezés, fékenergia disszipáló ellenállások, hűtőfolyadék-kiegyenlítő tartály • 2.: biztosítékdoboz és elosztószekrény • 3.: fő elektromos biztosítékok és elosztószekrény • 4.: lítium-ion akkumulátorok • 5.: segédberendezések; 6.: első rész klímaberendezés • 7.: akkumulátor-hűtőegység • 8.: DC/AC átalakító a traktív motorokhoz • 9.: hátsó rész klímaberendezés • 10.: traktív motorok inverterei (3 db) és generátor



A Mercedes Citaro G Blue-Tec Hybrid a korszerű soros hibridautóbusz-fejlesztés iskolapéldája. Villanymotorjának nagy indítónyomatéka lehetőséget ad a 12 literes, 6 hengerű nagy dízelmotorok két és félszeres lökettérfogat-csökkentésére, és a járműtömeg 450 kilogrammos csökkentésére. A jármű hajtását négy, egyenként 650 V üzemi feszültségű, 80 kW-os kerékagymotor végzi, amelyek a középső (B) és a hátsó (C) tengelytesteken találhatók 7. A ZF AVE 130 típusú tengelyek állandó mágnes gerjesztésű, aszinkron villanymotorjainak együttes nyomatéka 1820 Nm.

A Citaro Hybrid segédberendezései villamos hajtásúak, ezért a busz 5 kilométeres távolságú villamos utazásra képes. A Mercedes Hybrid decentralizált hajtás a jármű hozzávetőleg egy tonnával nehezebb tisztán dízelmotorú változatánál. A villanymotor lejtőn és/vagy fékezéskor lép ismét működésbe: ekkor generátorként működik és a jármű mozgási energiájának egy részét, villamos energiává alakítva, tölti a jármű 600 voltos akkumulátorát. A jármű 20 km/h-nál nagyobb sebesség tartományában a nyomatékmódosítást I-Shift rendszerű automatikus sebességváltó végzi. A gázolajfogyasztást és a káros emissziók



9



Kérdések:  
 - Milyen töltőkapacitás szükséges?  
 - Hány töltőállomás kell?  
 - Mekkora összegbe kerül a töltőállomás telepítése?  
 - Városképileg engedélyezhető-e?

7-10 km hatótávolság  
 Töltési idő a töltőponton: 6 perc  
 Maximális sebesség elektromos hajtással: 55 km/h  
 Maximális sebesség hibrid üzemmódban: 80 km/h



10 Volvo elektro-hibrid autóbusz

JELLEMZŐ	HIBRID 7900*	KÜLSŐ TÖLTÉSŰ HIBRID	TISZTÁN ELEKTROMOS
Teljes kapacitás	4,8 kWh	19 kWh	76 kWh
Nagyfeszültségű töltés	-	6 perces teljes feltöltés	6 perces teljes feltöltés
Töltőteljesítmény (kW)	-	150 W	300 W
Tömeg (kg)	224 kg	350 kg	1400 kg
Méret (mm)	750/615/504	1906/606/300	4x(1906/606/300)
Li-ion akkumulátorok *csuklósnál 9,6 kW		<b>Éjszakai akkucella kiegyenlítő töltés kötelező! 4 óra, 400 V/16 A</b>	

1. táblázat

csökkentését e két menetállapotban, továbbá dugóban vagy sorompónál álló jármű motorjának leállításakor érzük el. Minél gyakrabban fékez, lassul vagy áll meg a jármű, annál nagyobb az elérhető megtakarítás. A tapasztalatok szerint ennek mértéke meghaladhatja a 25%-ot. A fegységek egy része itt is a tetőre kerül, a 8. ábra felülnézetben mutatja az autóbuszt, azonosíthatjuk rajta a szerkezeteket. Érzékelhetjük, egy hibridflotta karbantartása, javítása ma még komoly kihívás a világ minden pontján a szakembereknek. A szerelőknek, üzem-mérnököknek tanfolyamok során kell elsajátítaniuk a fenntartás technikai részleteit. Ez ma kihívás!

PLUG-IN HIBRID HASZONGÉPJÁRMŰVEK

A fentebb vázolt energetikai egyensúlyi problémákra megoldást jelenthet, ha a haszongépjármű-hibrid is tölthető lenne kívülről, tehát plug-in, azaz konnektoros csatlakozása is lenne. A nagy energiaigény miatt nem megoldás az egyszeri, például éjjeli feltöltés, mert az a napi fordakban hamar elhasználdódik. Marad a végállomásokon, egyes merész elképzelések szerint, megállóban való gyorsöltés. A célnak megfelelő szakaszos töltést fejlesztett ki és már próbaüzemben tesztelt megoldást mutatott be a Volvo. A felső „áramszedős” megoldás 9 töltőpontokat igényel, így infrastrukturális beruházás szükséges a vonalakon. Ezzel a megoldással a hibridüzem mindenkori üzemképessége biztosítható.

A felső töltéshez szükséges infrastruktúra kialakítását a 10. ábrán tanulmányozhatjuk.

Az 1. táblázat az alap hibrid autóbusz és a kiegészítő töltéssel rendelkező autóbuszok fontosabb energetikai jellemzőit foglalja össze.

A töltőpont műszaki megoldása sem előd nélküli. A 11. kép 1950-ben, a svájci Yverdon-les-Bais városában készült. Az autóbusz felső elektromos hálózathoz csatlakozik. A Gyrobus, azaz lendítőkerekes autóbusz lendítőmegét pörgetik fel villanymotorral. Ezzel megállótól megállóig elegendő energiát táplálnak be. A három hálózati csatlakozó közül az egyik a biztonsági védőföld.

Nem szóltunk a trolibuszokról, pedig azok minden dicsőretet megérdemelnék: fél évszázada, szép csendesen, emissziómentesen róják Budapest utcáit, jóval megelőzve minden „modern” környezetvédelmi problémát. A most forgalomba állított újjak már felsővezeték nélkül is meg tudnak tenni néhány kilométert, ha üzemzavart kell így „kiszakaszolniuk”. Már régi gondolat és sikeres hajdan volt megvalósítás is a távolsági haszongépjármű- és autóbusz-közlekedésben is a troli üzem 12. Miért ne lehetne troli egy kamion az



11



12



13

autópályán? Csak felsővezeték kérdése! Már neve is van, ez az eHighway. Ha pedig letér az autópályáról, mehet hibridhajtással a végcélja felé 13. Amiről viszont most nem szólnak, nekünk távoli jövő, az a tüzelőanyag-cellás elektromos haszongépjármű. Az USA-ban már – kísérleti jelleggel – buszflották (!) róják a napsütötte Kalifornia útjait.

A hazai fejlesztők sem ülnek a babérjaikon: az evopro group Modulo,

innovatív kompozit szerkezetű „eBus” autóbuszait úgy tervezi, hogy a hibrid vagy tisztán elektromos hajtás technikáját befogadja.

A cikknek ugyan itt vége, de a haszongépjármű hibridtechnikának a jövője csak most kezdődik! Helyes üzemviszony-felméréssel, mint láttuk ez nagyon fontos, a dízel- vagy CNG-hibrid, kicsit előre nézve az „áram gyors-töltős” és a tüzelőanyag-cellás hibrid városi autóbuszoké a jövő. ■