

Hibrid és villamos buszfejlesztések

Hazánk 2013-ig, a városi és elővárosi közösségi közlekedés, továbbá a gazdasági központok és közlekedési módjaik célszerű infrastruktúrájának fejlesztésére, 540 milliárdos európai uniós támogatást vehet igénybe. Napjainkban ez a motorja a nagyvárosaink közlekedésfejlesztő törekvéseinek. Ennek jegyében, több mint egy éve, helyszíni járműbemutatók, sajtóesemények és konferenciák zajlanak. Írásunk a látottakat és a villamos busz közlekedés jövőbe mutató lehetőségeit kívánja felvillantani.

Autóbuszok villamos hajtása

Az emberiség világszerte a villamos hajtás bővítésével csökkenti a városi és a természeti környezet terhelését. Ebben ugyanis csak a villamos hajtásmód kínál előnyöket. A hosszabb villamos üzemidejű járművek gazdaságosabbak és környezetkímélőbbek is egyben.

A hibrid hajtás jellegzetesen a városi gépkocsik hajtásmódja. A járművet villamos hajtás indítja el. A villanymotort az akkumulátorban tárolt villamos energia hajtja. A belső égésű motor áll, így károsanyag-kibocsátása sincs. Ez a forgalmi helyzet az akadályoztatott városi forgalom leggyakoribb üzemállapota. Ekkor jelentkezik a hibrid hajtás legfőbb környezet- és klímavédelmi előnye, a kibocsátásmentesség. Minél gyakoribb ez az üzemállapot, annál tisztább a buszvonat

menti levegő, és kevesebb a jármű gázolaj-fogyasztása.

Lassításkor a lendületben lévő hibrid busz mozgási energiájának egy részét a villanymotor, generátor üzemben hasznosítja: áramot fejleszt az akkumulátor töltésére. Az áramfejlesztés fékezés nélkül is lassítja a járművet. A lassítás és a fékezés villamos energiát, gázolajat és a ritkább fékezés miatt, fékbetétet takarít meg.

A hibrid buszok e két üzemmód miatt tudnak környezetkímélőek és takarékosak lenni.

Adott útvonalon a megtakarítás nagyobb akkumulátorok használatával növelhető, ami hálózati (plug-in) hibrid hajtással, illetőleg tisztán villamos hajtással érhető el.

A plug-inekkel úgy, hogy a korábbiánál nagyobb akkumulátorukat a városi villamos hálózatról töltik. Az utóbbiak hajtási energiaigényét teljes egészében a fedélzeti akkumulátorok fedezik.



Sok utas városi szállításának a csuklós busz az egyik legbeváltabb eszköze. Különösen, ha a jármű részben villamos hajtású, mint a Mercedes-Benz Citaro G BlueTEC Hybrid busz

Mercedes Citaro G BlueTEC Hybrid

A Mercedes Citaro G BlueTEC Hybrid a korszerű soros hibridautóbusz-fejlesztés iskolapéldája. Villanymotorjának nagy indítónyomatéka lehetőséget ad a 12 literes 6 hengertű 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 és hátsó tengelytesteken kerülnek beépítésre. A ZF AVE 130 típusú tengelyek állandó mágnes gerjesztésű, aszinkron villanymotorjainak együttes nyomatéka 1820 Nm.

Az Autótechnika 2010-es évfolyamának 8. számában ennél részletesebben bemutattuk. 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.

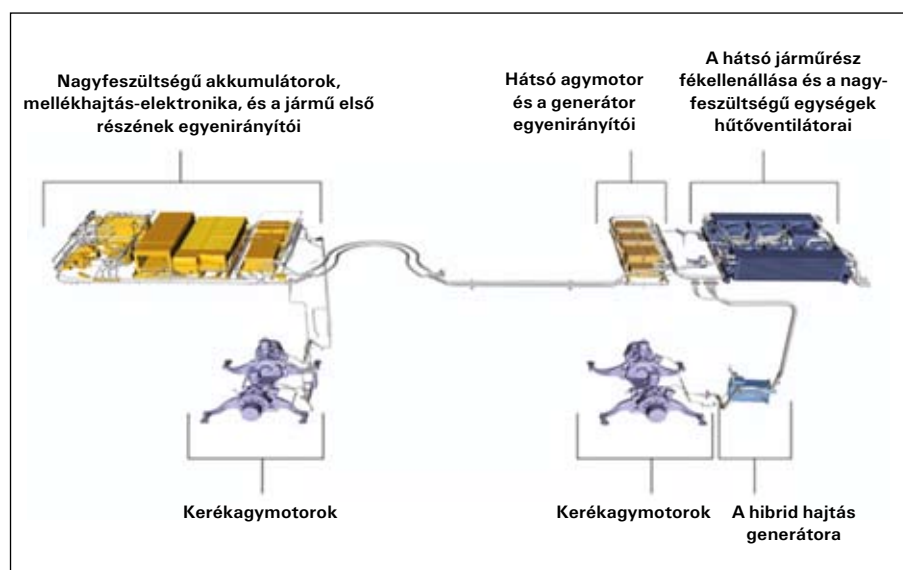
A Citarót Kecskeméten is kipróbálták. A városnak három közlekedésfejlesztési terve van folyamatban:



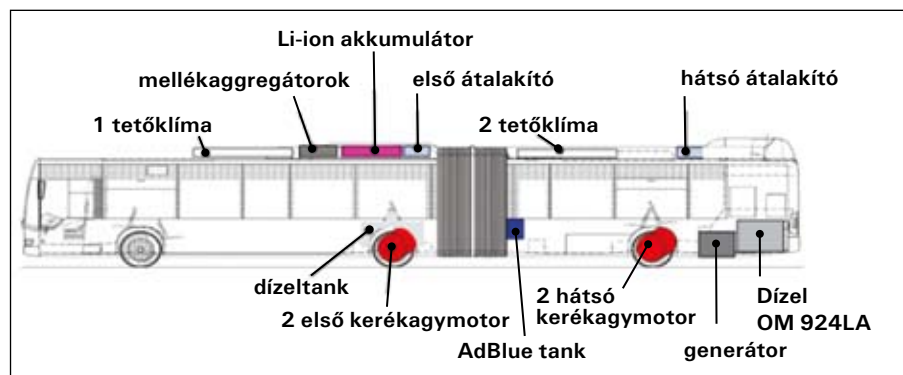
Az utasszállítás útfelületigénye autóbusz és személyautó használata esetén. Ennyi szabad útfelület napközben, ma már egyetlen nagyvárosban sincs



A nagy befogadóképesség egyebek között a második és harmadik tengely kerékagymotor-hajtásának köszönhető, melyeket lefelé eltolt légrugós merev tengely hordoz



Az utasteret növeli továbbá az a részegység-elrendezés, amely a villamos eszközök jó részét az utastéren kívül, a jármű tetején helyezte el.



Így a hajtás- és vezérlőelemek meglehetősen tág belső teret hagynak a jármű 46 ülő és 79 álló utasának

1. Intermodális pályaudvar és a kapcsolódó közösségi közlekedés fejlesztése.
2. A térségi elérhetőségek javítása.
3. Elővárosi közlekedés fejlesztése. A helyi közösségi közlekedés fejlesztéséhez a város hibrid hajtású autóbuszok beszerzését tervezi, közbeszerzési eljárással.

A Hybrid Mercedes nem turistabusz, utasterének igényes kialakítása mégis közel állt azokéhoz. Persze a 600 ezer eurós ára is.

Volvo 7700 Hybrid

A Volvo évek óta sorozatban gyártja a hazánkban is jól ismert 7700-as, dízel-elektromos hibrid hajtású autóbuszát, amelyből közel félezer fut Európa országútjain. Miskolc, Debrecen és Pécs után, a járművet az elmúlt napokban Kecskeméten is kipróbálták.

A 12 méter hosszú, 18 tonnás tömegű 7700-as, párhuzamos hibrid hajtásrendszerű jármű. Kerekeit 4,7 literes, 215 lóerős dízel és 160 lóerős, 800-800 Nm-es csúcnyomatékú villanymotor hajtja.

Tengelykapcsolóval leválasztható villamos hajtása induláskor és lassításkor, a járműmotortól függetlenül működtethető. A jármű indítómotor használata nélkül, villamos hajtással indul, és kerekeit 20 km/h-s tempo eléréséig károsanyag-kibocsátás nélkül, a jármű villanymotorja hajt. Ezt követően a dízelmotor működteti a járművet.



A Volvo 95 személyes, miskolci logójú, 7700 H jelű szóló hibrid busza

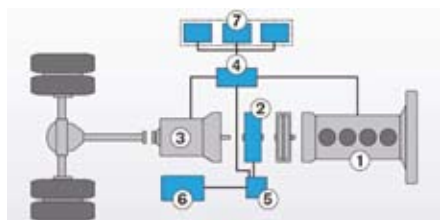
A villanymotor lejtőn és vagy fékezéskor lép ismét működésbe: ekkor generátorként működik és a jármű mozgási energiájának egy részét, villamos energiává alakítva, tölti a jármű 600 voltos akkumulátorát.

A jármű 20 km/h-nál nagyobb sebességtartományában a nyomatékmódosítást I-Shift rendszerű automatikus sebességváltó végzi.

A gázolajfogyasztás és a káros emissziók csökkentésére e két menetállapotban, továbbá dugóban vagy sorompónál álló jármű motorjának leállításakor tud sor kerülni. Minél gyakrabban fékez, lassul vagy áll meg a jármű, annál nagyobb az elérhető megtakarítás. A tapasztalatok szerint, ennek mértéke meghaladhatja a 25%-ot.

Plug-in Volvo

A Volvo plug-in hibrid változattal tervezi javítani a 7700 Hybrid fogyasztását, és használati értékét. A nagyobb és hálózatról tölthető akkumulátor növeli a villamos hajtás üzemidőn belüli részarányát, és a felére csökkenti a jármű fogyasztását. Éppen ezért, érdeklődéssel várjuk hazai megjelenését.



A Volvo 7700 H erőátviteli vázlat.

1. Dízelmotor. 2. Villanymotor/generátor egység. 3. Sebességváltó. 4. Hajtásvezérlő egység (PMU). 5. 600/24 voltos áramátalakító. 6. Lítiumion-akkumulátorok. 7. Sebédberendezések

Tiszta villamos hajtás

A „buszparádén” a tiszta villamos hajtást a BYD eBUS-12 jelű (Build Your Dream, Építs fel álmaid márkanévű cég) autóbusz vonultatta fel.

A BYD, Kína legnagyobb villamosgépkocsi-gyára, amely a leggazdagabb kínai polgár többségi tulajdona. Hogy cége jó irányban fejleszt az is mutatja, hogy a cégnek Bill Gates is résztulajdonosa.

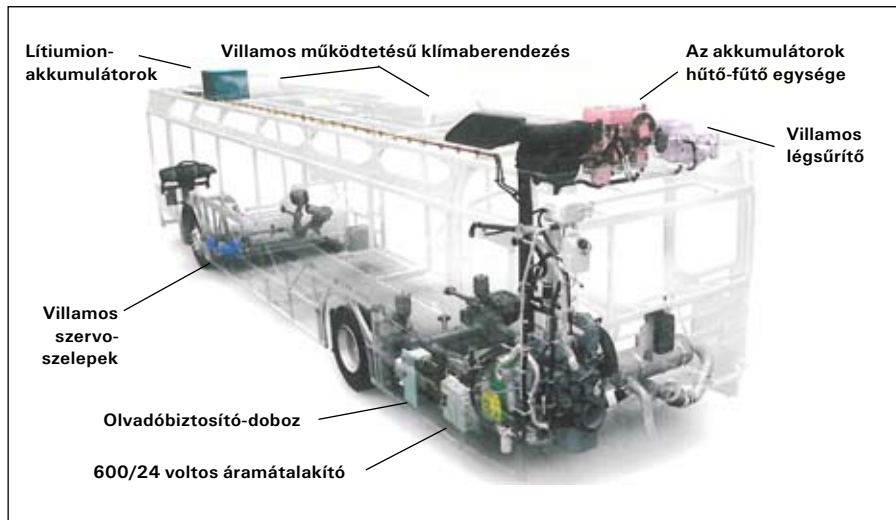
A tesztbusz Budapesten, a BKV 240E járatának útvonalán került kipróbálásra.

A 20 tonnás jármű alumíniumötvözetű vázát az amerikai Alcoa fejlesztette, a 3 tonnányi akkumulátortömeg ellensúlyozása céljából.

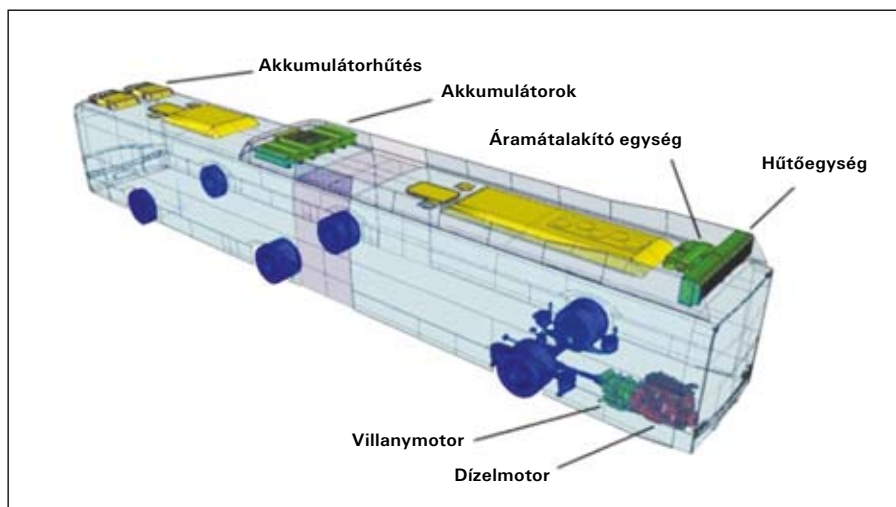
A hajtás kerékgagymotorjai a Citaro hibridjéhez hasonlóan, a ZF fejlesztésű. Az 540 voltos lítium-vas (LiFePO₄) akkumulátor, 504 darab, 3,2 V névleges feszültségű egyedi cellából épül fel. Energiájuk hatótávolsága 250–290 kilométer megtételére elegendő.



Hibrid autóbusz, amelynek töltőfedelein jól látható módon feltüntették egy „áramtankolás” és egy gázolajtankolás költségét



A Volvo 7700 H röntgenképén jól kivehetők a jármű műszaki főegységei



Solaris Urbino csuklós busz (Allison gyártmányú) párhuzamos rendszerű hibrid hajtásának részegységei

Ez után körülbelül 4 óra alatt újratölthetők. A villamos busz végsebessége 70 km/h.

Az akkumulátorok a járműkerekek fölött, az utastérben vannak elhelyezve, ahol jelentős a helyfoglalásuk. Töltöttségük és az egyes cellák működési állapota és a jármű hatótávolsága, a vezető előtti diagnosztikai képernyőn ellenőrizhető. Meghibásodás esetén a hibás cellák egyszerűen és gyorsan kicserélhetők. A jármű napelemekkel is felszerelhető. Ezek jó szolgálatot tesznek a klímaberendezés működtetésében.

Az állandó mágnesű kerékgagymotorjai szinkronhajtásúak, amelyek 7500/min fordulatszámon, egyenként 90 kW-os teljesítményt és 500 Nm névleges nyomatékot fejtenek ki. A kerekek hajtásához a vízűtésű agymotorok fordulatszámát 1:17,7-es belső áttételű bolygómu és véghajtás redukálja.

A jármű, kézzel működtethető kerekesszékrámpával van felszerelve.

A cég regionális menedzserének tájékoztatása szerint a 19 ülő és 40 álló utas befogadó képességű tesztbusz a jármű kínai változata. Európai igényekhez illesztett változatait hamarosan elkészítik.

A zérus emissziójú kínai buszt egy hazai konferencia apropóján az importőr Otobus Kft. és a Levegő Munkacsoport mutatta be. Az utóbbi vezetője szerint a zérus emissziójú autóbuszok, így ez a jármű is, 85%-os EU-támogatást élvez. Vételára kétszerese a velük összemérhető, dízelmotoros változatokénak, melyeknél a jobb hatásfokú hajtása és kisebb karbantartási igénye miatt olcsóbban üzemeltethető.

A BYD gyár Sencsenben működik. A 9 milliós nagyváros nemcsak a villamosjármű-gyártás, hanem a villamos buszközleke-

désnek is fellegvára, ahol több mint ötszáz villamos autóbusz közlekedik, és 2013-ig további 1500 darab kerül forgalomba.

Európában, ez év júniusában a BYD nyerte meg az első, tisztán villamos hajtású buszokra kiírt EU-s közbeszerzést, és így hamarosan hat eBUS-12 típusú jármű fog közlekedni Schiermonnikoog, a hollandok környezetvédelmi szigetén.

Kína rendkívüli tempóban szorgalmazza villamos járműveik fejlesztését. Lapzártakor bejelentette, tervük szerint 2017-re félmillió darab hibrid, plug-in hibrid és villamos hajtású gépkocsira kívánja felfejleszteni villamos jármű-állományát.

Villamos teherforgalom és e-BRT

Németországban eHighway néven fejlesztik a teherforgalom villamosítását. A rendszer dízel-hibrid tehergépkocsik, áramellátó felsővezeték és intelligens áramszedő használatára épül. A felsővezeték az út szélső sávja fölött kerül kiépítésre. Az intelligens áramszedő, en-

nek nagyfeszültségű egyenáramával látja el a teherjárművek villanymotorjait. Az országos áramellátó hálózat váltakozó áramát egyenirányítós transzformátorállomások alakítják át, a soros hibrid hajtás villanymotorjait működtető egyenárammá. A gyorsabb járművek áramszedő nélküli üzemben előzhetik meg a felsővezetékkel érintkező lassúbb társaikat. Hasonló kísérleti hálózat az USA-ban és Svédországban is működik. Ennek buszra egyszerűsített változata az e-BRT.

Az e-BRT (Environmentally-friendly electrical Bus Rapid Transit) elnevezésű villamos gyorsbuszokkal végzett, környezetbarát utasszállítást jelent. Az e-BRT villamos autóbuszok és töltőállomások integrált közlekedési rendszere. Jellegzetessége, hogy a megállóba érkező jármű, a fedélzeti akkumulátorok villamos energiával való feltöltését, az utasok le- és felszállásának időtartama alatt végzi. Olyan energiamennyiség felvételével, amely a teljes feltöltés helyett, a következő állomásig való eljutás áramigényét fedezi. A töltés áramszedős vagy áram-

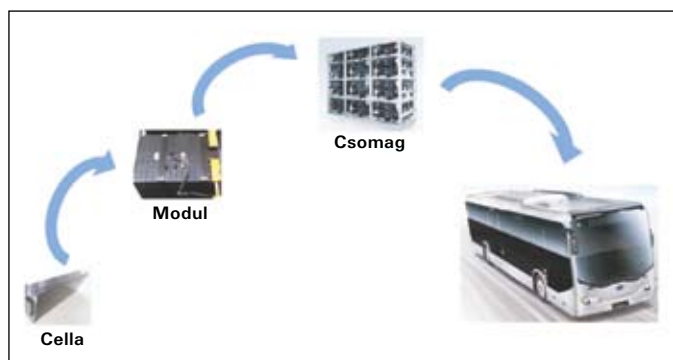
szedő nélküli technikával, automatikusan megy végbe. Az áramellátás biztonságát a nap végi teljes feltöltés alapozza meg. Maga az utazás kötetlen pályán zajlik. A megállói áramvételezés áramszedős vagy áramszedő nélküli töltőtechnikával megy végbe. Az áramszedős áramellátást a megálló fölött kiépített vezeték szakasz: áramsín segíti. Az áramszedős technikát a minimális töltési veszteségek miatt preferálják.

Hazai villamosítási lehetőségek

Villamos hajtás, kötött pálya nélkül. Közlekedési alaptétel: villamosítani csak kötött pályán lehet. Kötött forgalmú pályaburkolat alatt hosszirányban azonban közművek nem vezethetők. Így az utcai közműrend vállalhatatlanul költséges átalakítása meg is hiúsította városaink, kötöttpályás villamosítási törekvéseit. Eddig. Az intelligens fejlesztéseknek hála, ma már olyan városok közlekedése is villamosítható, melyeknek sem trolijuk, sem villamosuk nincsen.



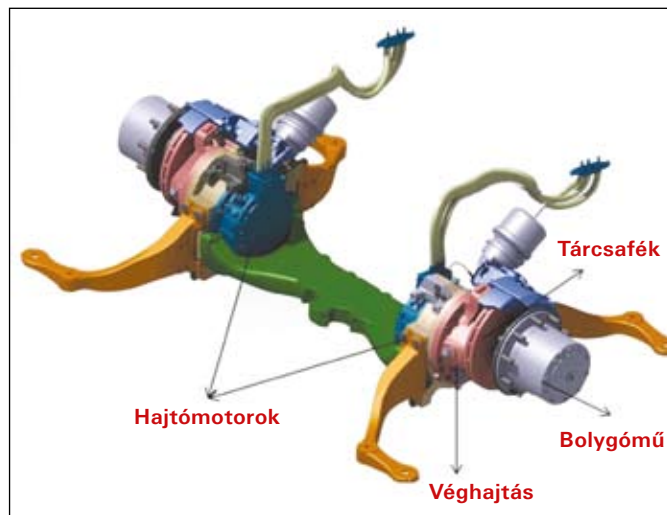
Villamos hajtású kínai BYD eBUS-12 BYD K9-es autóbusz és jellegzetes részletei: tolokocsirámpa; utastér, felhajtható és fix ülésekkel; tetőn elhelyezett napelemek



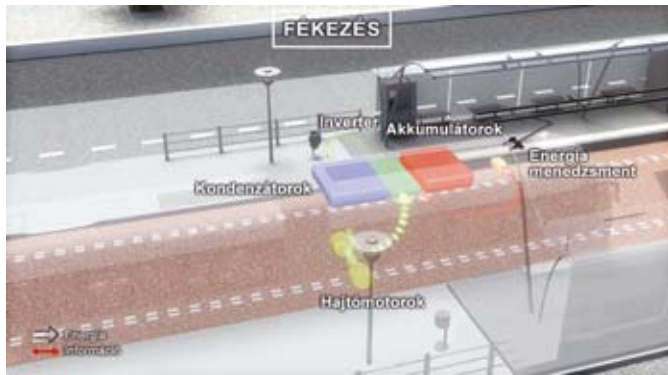
A BYD eBUS-12 BYD K9-es autóbusz lítium-vas villamos tárolóelemei cellákból, modulokból és akkumulátortömbökből épülnek fel. Az 504 cella együttes feszültsége 540 volt



A BYD eBUS-12 BYD K9-es autóbusz műszerfalának középső kijelzőjén nemcsak az együttes cellafeszültség, hanem a meghibásodott cellák is megjeleníthetők



A villamos hajtású BYD eBUS-12 BYD K9-es autóbuszt is ZF rendszerű kerékagymotorok hajtják



A Siemens autóbusz villamosítási terve szerint a megállóhoz érő járművek áramsínről kapnának töltőáramot

Például Győrben, ahol máig nincs kötőtpályás közlekedés, mert az utcák közműrendjének átalakítása vállalatilag drága. Ennek azonban nem kell örökké így maradnia. Hibrid és elektromos buszok használatán alapuló járműkorszerűsítéssel ugyanis nemcsak a villamos üzem előnyei hasznosíthatók, hanem a pálya kötöttségei is kiküszöbölhetők. Megállói töltőrendszerek kiépítésével a járművek üzemeltetési költségei akár a tizedére csökkenthetők.

A töltőteltésidő, a menetrend és a töltőállomások távolságának összehangolásával végzett töltőinfrastruktúrára épülő autóbusz-villamosítás, kötőtpályás villamos hálózat nélküli városok számára is megfelelő lehetőséget kínál a villamos hajtás előnyeinek hasznosítására. Megfelelő töltőinfrastruktúrára épülő autóbusz-villamosítás, kötőtpályás villamos hálózat nélküli városok számára is megfelelő lehetőséget kínál a villamos hajtás előnyeinek hasznosítására.

A megfelelőség, a megállóba telepített töltőberendezések használatát igényli, a töltőteltésidők, a menetrend és a töltőállomások távolságának összehangolásával. A töltés ultrakapacitások használatával gyorsítható fel.



A Siemens terve szerint a német autópályák szélső sávja fölött villamos felsővezeték építenének ki az áruszállítás villamosítására, amelyről a tehergépkocsik, áramszedőn keresztül juthatnának töltőáramhoz



...úgy, hogy az akkumulátorokat a le-felszállás időtartama alatt tölténék fel, a következő megálló eléréséhez szükséges töltőárammal



Az akkumulátorok megállói feltöltését nagy tárolókapacitású ultrakapacitások gyorsítanák

Buszutazás a forgalom felett

Kínában rohamos a gépkocsik elterjedése. Annyira, hogy az autóbuszok a megállás idején, a forgalom akadályává válnak. Ezt kívánja kiküszöbölni az alagútbusz, amely két forgalmi sáv fölött hordja 1300 fős jármű utasterét. Úgy, hogy alatta két forgalmi sáv, 2 méternél alacsonyabb járművei zavartalanul közlekedhetnek. A magasságmérést ultrahang-érzékelők mérik, és jelzik a túl magas járműveknek a veszélyt elhárító sávváltást. Megvalósításáról nem született döntés.

A bemutatott villamos buszok értékelése

1. Minél nagyobb a jármű akkumulátora, annál többször és annál hosszabb ideig működtethetők villanymotorjai. 2. A hibrid jármű kedvezőbb a dízelmotorúnál, mert villanymotorral indítható, és a fékezési energia visszatéríthető. 3. A nagyobb villamos hatótávolságú jármű jobb a rövidebbnél. 4. A tisztán villamos hajtású jármű a leginkább környezetkímélő, mert helyi károsanyag-kibocsátás nélkül, a legtakarékosabban üzemeltethető. 5. Középtávon a hálózatról

tölthető (plug-in) hibrid buszok vásárlását érdemes leginkább tervbe venni.

Ad. 1. A bemutatott járművek közül, a Volvo 7700 Hybriden 1,2 kWh-s; a Mercedes-Benz Citaro G BlueTec-Hybriden 26 kWh-s; és a BYD eBUS-12, tisztán villamos buszon 324 kWh lítiumion-akkumulátort rendszeresítettek.

Ad. 2. Villanymotorral végzett indításra, és energia-visszatápláló (rekuperatív) fékezésre valamennyi bemutatott jármű alkalmas.

Ad. 3. 5–8 kilométeres villamos hatótávolsága miatt, a hibrid buszok közül, a Mercedes busz a Volvónál legalább tízszer hosszabb út megtételére alkalmas.



Kínai terv az autóbuszok utasbefogadó képességének növelésére: magas busz, amelynek utastere alatt a megállóhelyi beszállások idején és a jármű haladása közben is akadálytalanul folyhat a kétsávos személyautó-forgalom

Ad. 4. Bár a pályázó városok, magas vételára miatt nem tervezik tisztán villamos hajtású autóbusz beszerzését, előrebozsítható, hogy azt a következő fejlesztési ütemnél nem célszerű későbbre halasztani.

Ad. 5. Az ősztlől nálunk is kapható személyautó-változattal, több országban is sikerült 50–70%-os üzemanyag-megtakarítást elérni. A vázoltak alapján további buszok szelektálása könnyen elvégezhető.

PETRÓK JÁNOS