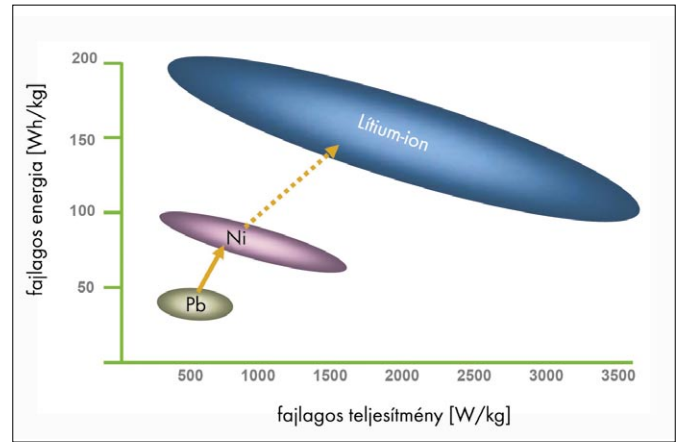


Lítium-ion akkumulátorok

Áttörés a horizonton?

A globális üvegházhatás és a kőolajfüggőség hibrid, elektromos és tüzelőanyag-cellás járművek villamos hajtásával csökkenthető. E járművek energiakényszerének csillapítására a lítium-ion akkumulátorok ígérnek a korábbiaknál lendülete-sebb fejlődést. Írásunk ezeket az újfajta energia-tárolókat mutatja be olvasóinknak.

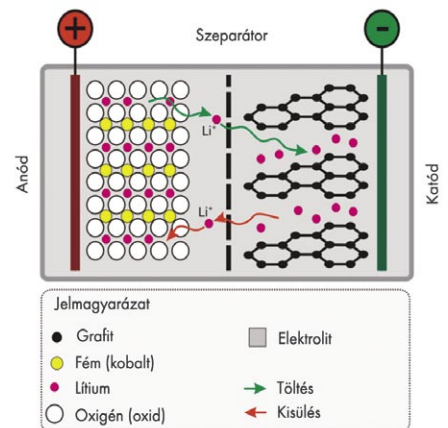


Az akkumulátorok energiasűrűségének fejlődése

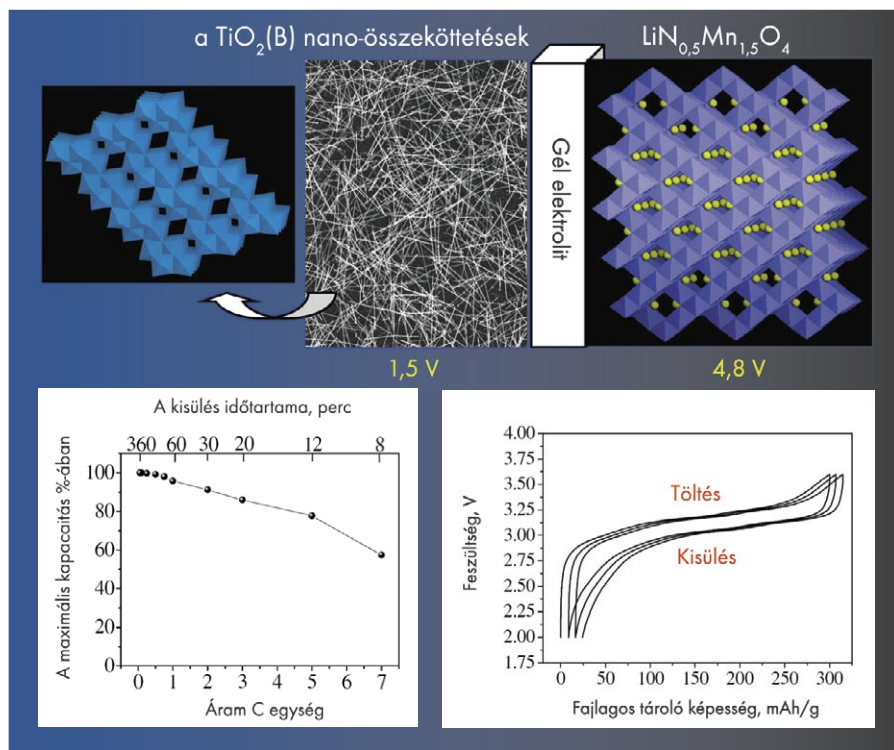
Célok és törekvések

A mobilitás fenntartásában érdekelt civilizáció a klímaváltozató CO₂-emissziókat felszabadító termikus energiaátalakítást villamos energia hasznosításával

törekszik csökkenteni, ami növekvő energiafelhasználási és fokozott energiátárolási igényeket generál, szerte a világon. Az energiahálózattól függetlenül közlekedő járműveken az energiaellátás folyamatosságát csak folyamatos ener-



Egy lítium-ion akkumulátorcella vázlatos felépítése (Anód: LiCoO₂; Katód: lítium-grafit)



Az akkumulátorok energiasűrűségének fejlődése

giatárolással lehet fenntartani. A közúti járművek villamosenergia-tároló eszközeinek fejlesztése azonban jelentősen elmarad a tárolási időnyövekedés dinamikájától.

A termikus helyett a villamos energia fokozott felhasználását igénylő fenntartható mobilitás a globális felmelegedés csökkenéséig meghatározó fejlesztési stratégia marad a közúti gépjárművek gyártásában. Így a nagy energia- és teljesítménysűrűségű, megbízható, hosszú élettartamú akkumulátorok kereslete a belső égésű motorok korán is túlmutat majd.



A lítium-ion akkumulátorcellák elektródjait elektrolit-bevonatú szeparátorszalag választja el egymástól (a). A Li-ion telepek hármasszalagtekercsből állnak (b)

A lemaradás felszámolása valamennyi nagy autós régióban közérdekű feladattá vált, amelynek megoldására vállalat-szövetségeket és sokmillió kormányzati programokat hoztak létre, Dél-Koreán, az Európai Unió, Japánon, Kínán keresztül, az Amerikai Egyesült Államokig bezárólag, szerte a világon.

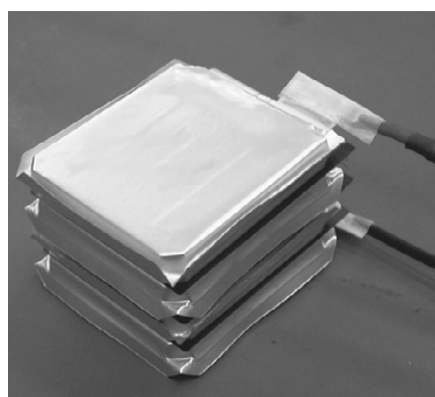
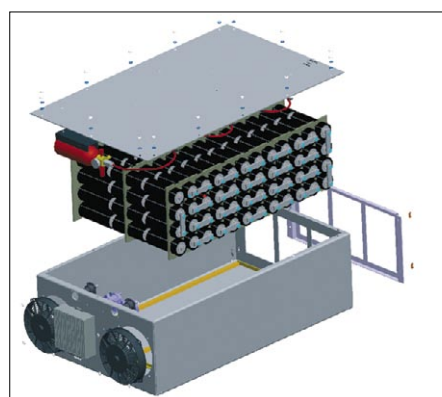
A villamos hajtás és energiatárolás azonban csak megfelelő energiaellátó, akkumulátortöltő infrastruktúra kiépítésével és működtetésével válhat a mai járműhajtás és energiafelhasználás hatékony alternatívájává.

A gépkocsik villamosítása azonban éppen úgy megfelelő stratégiát és infrastruktúrát igényel, mint a fosszilis üzemanyag felhasználásán alapuló energiaellátó és hajtórendszereké. Ezért minden olyan országban át kell alakítani az energiaszerkezetet, és ki kell építeni a villamos hajtás infrastrukturális és tárgyi feltételeit, ahol azt meg akarják teremteni.

E törekvéseket promóciókkal kell előmozdítani. A promóciók és a fejlődés eredményeit mérni szükséges. A célirányos fejlesztések legeredményesebb eszközeit

szabványosítani kell az akkumulátorok esetén éppen úgy, mint az akkumulátortöltő eszközök körében.

A törekvéseket nemzeti szinten célszerű megtervezni, koordinálni és támogatni. Elkerülve mindezek hiányának fogyasztókra való áthárítását. A Magyar Köztársaságban is. Enélkül a legkorszerűbb járművek és akkumulátorok importja esetén sem lesz áttörés. Az akkumulátorok fejlődése ugyanis feltalálásuk óta az elmúlt 200 évben alig változott. Természetesen nálunk sem. Kedvezőbb adottságai miatt azonban a lítium-ion akkumulátor megfelelő elterjesztése globális fordulat alapja lehet.



A traktív lítium-ion akkumulátorok sorba kapcsolt celláit burkolatba tokozák, és a tokokat hűtött egységbe zárják

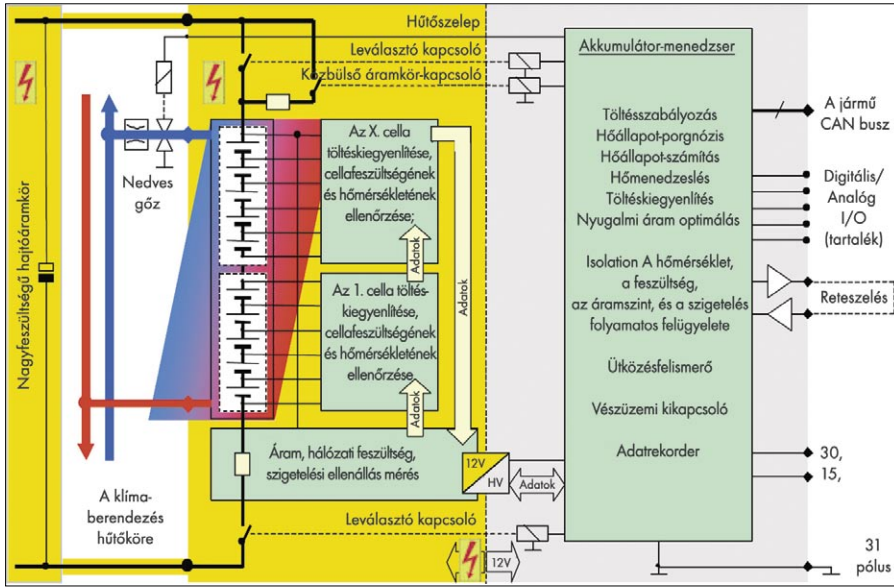
Lítium-ion akkumulátor

A lítium-ion akkumulátort a '70-es években az Exxon kutatói fejlesztették ki. Fém-anódját mára grafit, katódját fém-oxidok váltották fel, elektrolitja szerves oldószerben (például éterben) oldott LiPF_6 , LiBF_4 vagy LiClO_4 só.

Hogy miért a lítiumra esett a kutatók választása, annak az az egyszerű magyarázata, hogy a lítium fém a legutolsó a Volta-féle elektrokémiai feszültség-sorban, ezért anyaga a maga 3,7 voltjával a legnagyobb névleges cellafeszültséget kínálja. Ez a cellafeszültség 3,7 V, ami háromszor, energiasűrűsége 100 Wh/kg körüli, ez kétszer nagyobb az ólomakkumulátorokénál.

A hibridhajtású gépkocsikat eddig döntően nikkeltetál-hidrid akkumulátorokkal működtették, a máig költségesebb lítium-ion akkumulátorokkal ugyanis kevesebb használati tapasztalatot gyűjtöttek a fejlesztők és az üzemeltetők.

Mára azonban megfelelő védelmi áramköröket és jobb szeparátorokat fejlesztettek ki, a lítium-ion akkumulátorok fokozott hő- és feszültségérzékenységének csökkentésére. A hajlékony kerámia-



A trakciós lítium-ion akkumulátoregységek működési feltételeit bonyolult áramkörök felügyelik

félik ugyanis a korábbiaknál nagyobb hőstabilitást, hosszabb élettartamot és nagyobb működésbiztonságot kölcsönöznek a lítium-ion akkumulátoroknak. Töltéskor, külső feszültség hatására a lítium-ionok az anódhoz, az elektronok a fém-oxid katódhoz áramlanak. Kisütéskor fordított a helyzet: a lítium-ionok a fém-oxid katódhoz, az elektronok mozgása a külső áramkörön keresztül, az anódhoz irányul.

A lítium-ion akkumulátorok különösen érzékenyek az üzemeltetés villamos és termikus viszonyaira. A túlmelegedés ugyanis növeli az elektrolit belső ellenállását, és az aktív anyagok öregedéséhez vezet. Emiatt a lítium-ion akkumulátorok folyamatos működtetése a -25°- +55 °C közötti hőmérséklet és az 50-80%-os

töltöttségtartományban precíz akkumulátor-menedzselést igényel. Ennek fenntartásához folyamatos kényszerhűtést kell alkalmazni.

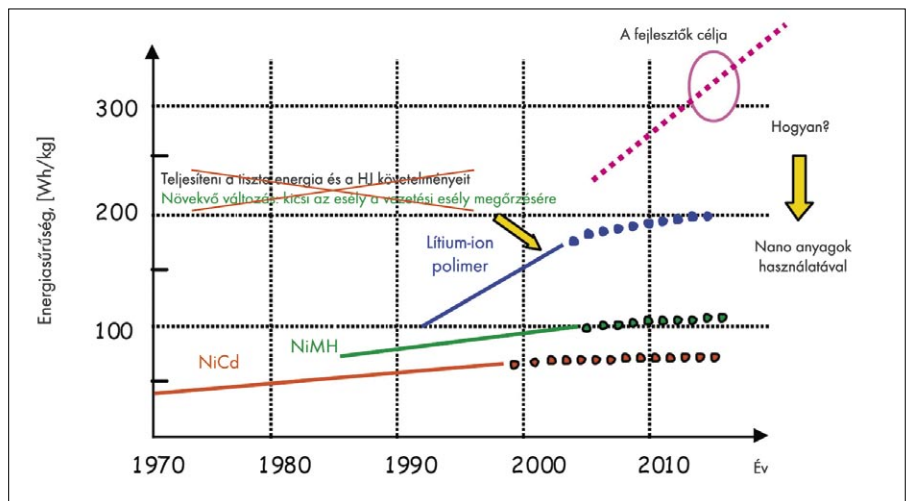
A nagy üzemi hőmérsékleten működő polimer elektrolit vezetőképessége túlságosan csekély.

A hibrid üzemű és a villamos hajtású gépkocsik lítium-ion akkumulátorait, különösen a forszírozott gyorsítások során, védeni kell a termikus megszaladástól.

A lítium-ion akkumulátorok fontos eszközei a hibrid gépkocsiknak, ugyanis a jármű értékének 5-10, a plug-in hibrideken pedig a jármű értékének 15-30%-át képviselik.

A lítium-ion akkumulátorok fejlesztése

A fejlődés ígéretes, mert a lítium-ion akkumulátorok fajlagos energiatartaléka ma még csak 10-25%-ban használják



Az akkumulátortechnikák fejlődése

Tulajdonság	Ni-MH	Li-ion
Energiasűrűség, Wh/kg	80	200
Teljesítménysűrűség, W/kg	1600	> 3000
Térfogat-energiasűrűség, Wh/kg	200	550
Költség, \$/kWh	35	30-35
Önkisülés (havonta), %	15%	5%
Input/output hatásfok	90	> 95
Hőmérséklet tartomány	-10 -40	-30 -50
Ciklusélettartam; (EV) VJ; (HEV) HJ	90 (EV) 300K (HEV)	1000 (EV) 300K (HEV)
Naptári élettartam, év	> 10	> 10

A Ni-MH és a Li-ion akkumulátorok főbb jellemzőinek összehasonlítása

Jellemzők, tulajdonságok	Használati jellemzők			
	Spinnel LiMn ₂ O ₄	Mix	"1/3" LiNi 1/3Co 1/3Mn 1/3 O ₂	LiFePO ₄
Energia	alacsony	magas	magas	magas
Teljesítmény	magas	magas	mérsékelt	mérsékelt
Hibatűrés	kedvező	kedvező	rossz	kedvező
Költsége	alacsony	alacsony	magas	magas
Hidegtűrése	kedvező	kedvező	mérsékelt	mérsékelt (nano)
Várható élettartam	rossz	kedvező	kedvező	nem ismert

A Li-ion akkumulátorok jelentősebb használati jellemzői

ki az elméleti lehetőségeket. E tekintetben a nanotechnika alkalmazása jelentős lehetőségek forrása. Nanocsöves struktúrával különösen vékony elektródok, kisebb méretű cellák, a korábbi-nál nagyobb energiasűrűségű, kisebb tömegű és térfogatú lítium-ion akkumulátorok készíthetők. A nanocsöves felépítés különösen a pozitív elektródok és a háromkomponensű katódok kialakításában hordoz jelentős fejlesztési lehetőségeket.

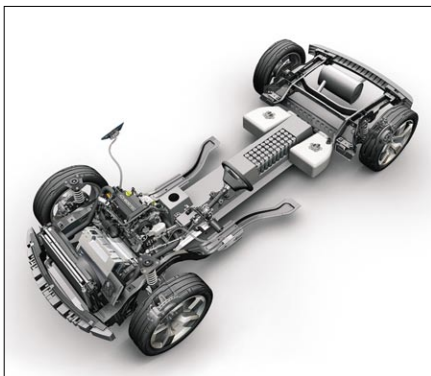
Raktározási és biztonsági tudnivalók

A lítium-ion akkumulátorok sajátossága, hogy 40%-os töltésű állapotban jelentősen tovább tárolhatók mint teljesen feltöltve, ezért 40-60%-os töltési szinten hűtve tárolhatók.

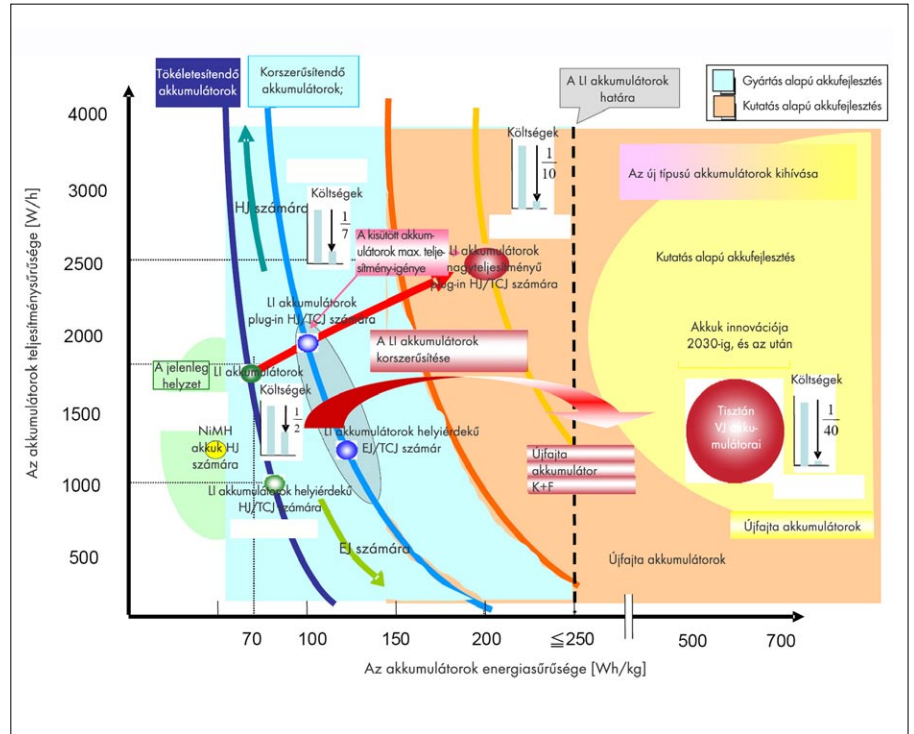
A lítium-ion akkumulátorok csak speciális elektronikákkal tölthetők. Túltöltés esetén ugyanis robbanást elérő gázkoncentráció is kialakulhat.

A lítium-ion akkumulátorok hermetikusan lezárt energiatároló eszközök. Tárolásuk során kerülni kell a vízzel való érintkezést, mert a repedt, szivárgó vagy nyitott lítium-ion akkumulátor, az elektrolitnak a vízzel való heves egyesülése, robbanást okozhat. A lítium-ion akkumulátor elektrolit folyadék a tűzveszélyes. Ezért a lángra kapott lítium-ion akkumulátor tüzét soha sem szabad vízzel oltani. Erre a célra csak homok használható.

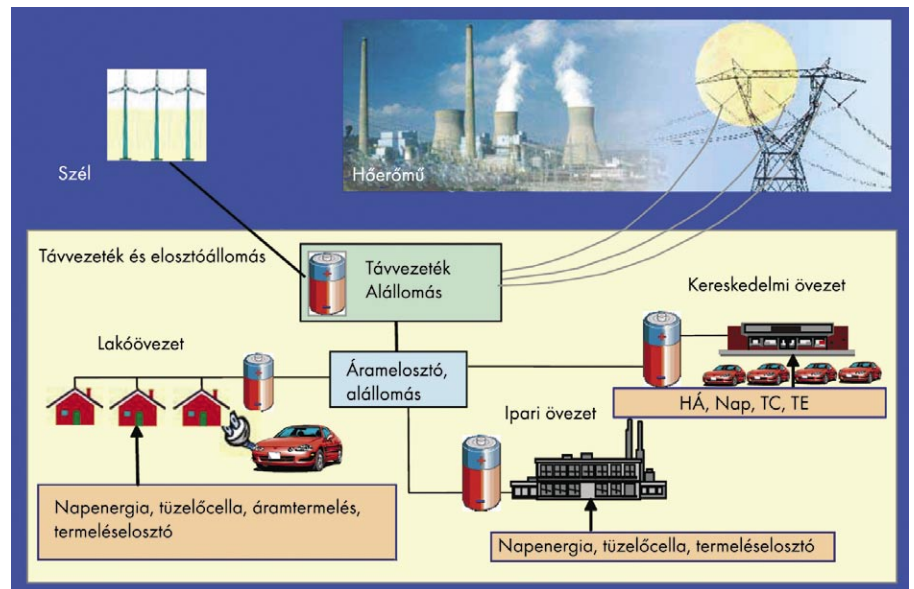
A lítium-ion akkumulátorok pólusait soha sem szabad rövidre zárni, sem 4,2 V-nál nagyobb feszültségre feltölteni, vagy cellánként 2,5 V-nál kisebb feszültségszintre kisütni.



A Johnson Controls Cobasys-A123 rendszerű lítium-ion akkumulátora a Chevrolet Volt, mintaszerűen felépített, plug-in rendszerű hibrid járművét látja el energiával



A járműakkumulátor-technika jövőbeli fejlesztési irányjai (japán stratégia)



A plug-in hibrid gépkocsik tömeges elterjedése nemzeti léptékű áramszolgáltató infrastruktúra kiépítését és működtetését igényli

A lítium-ion cellák és azok fejlesztéspiacát ma döntően a japánok uralják. Dél-Korea és Kína fejlődése azonban ennél is dinamikusabb. Az elmúlt év vége óta tudjuk, hogy a kínaiak elkészítették a maguk első hibridhajtású gépkocsiját. A lítium-ion technika az elkövetkező két évtizedben, a gépkocsiipar számá-

ra világos választást jelent. A lítium-ion akkumulátorok ugyanis biztató előrelépést jelentenek a mobil energiatárolás költségsökkentésében, megbízhatóságában, élettartamában és hibatűrésében.

PETRÓK JÁNOS