

Lítium-ion akkumulátorok üzemeltetési kérdései

Li-ion akkumulátorokkal ma már az élet szinte minden területén találkozhatunk



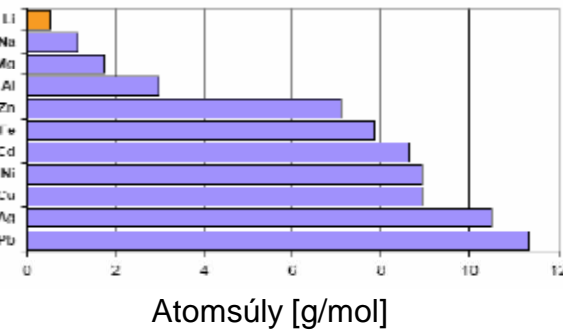
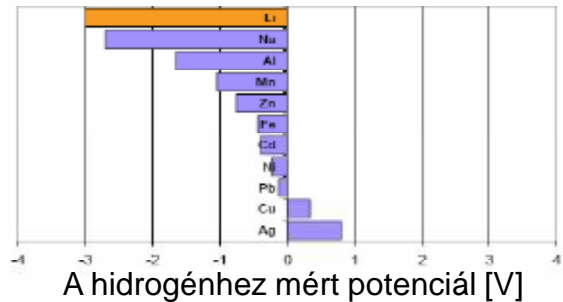
Miért lítium?



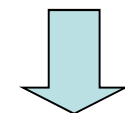
IUPAC Periodic Table of the Elements

1 H Hydrogen 1.007 94(7)																	2 He Helium 4.002 602(2)												
3 Li Lithium 6.941(2)	4 Be Beryllium 9.012 1831(5)	Ac										13 B Boron 10.811(7)	14 C Carbon 12.010 7(8)	15 N Nitrogen 14.006 42(2)	16 O Oxygen 15.999 431(2)	17 F Fluorine 18.998 431(2)	18 Ne Neon 20.1797(6)												
11 Na Sodium 22.989 769 28(2)	12 Mg Magnesium 24.304 0(6)											19 K Potassium 39.098 3(1)	20 Ca Calcium 40.078(4)	21 Sc Scandium 44.955 912(6)	22 Ti Titanium 47.88(7)	23 V Vanadium 50.941 86(2)	24 Cr Chromium 51.996 1(6)	25 Mn Manganese 54.938 044(3)	26 Fe Iron 55.845(2)	27 Co Cobalt 58.933 195(5)	28 Ni Nickel 58.693 4(4)	29 Cu Copper 63.546(3)	30 Zn Zinc 65.38(4)	31 Ga Gallium 69.723(1)	32 Ge Germanium 72.64(1)	33 As Arsenic 74.921 62(2)	34 Se Selenium 78.96(3)	35 Br Bromine 79.904(1)	36 Kr Krypton 83.799(2)
37 Rb Rubidium 85.4678(3)	38 Sr Strontium 87.62(1)	39 Y Yttrium 88.905 84(2)	40 Zr Zirconium 91.224(2)	41 Nb Niobium 92.906 38(2)	42 Mo Molybdenum 95.94(1)	43 Tc Technetium 98	44 Ru Ruthenium 101.07(2)	45 Rh Rhodium 102.905 50(2)	46 Pd Palladium 106.42(1)	47 Ag Silver 107.868 2(2)	48 Cd Cadmium 112.411(8)	49 In Indium 114.818(1)	50 Sn Tin 118.710(7)	51 Sb Antimony 121.757(1)	52 Te Tellurium 127.6(3)	53 I Iodine 126.905 4(3)	54 Xe Xenon 131.29(3)												
55 Cs Cesium 132.905 451 9(3)	56 Ba Barium 137.327(1)	57-71 La-Lu Lanthanides	72 Hf Hafnium 178.49(2)	73 Ta Tantalum 180.947 88(2)	74 W Tungsten 183.84(1)	75 Re Rhenium 186.207(1)	76 Os Osmium 190.23(2)	77 Ir Iridium 192.222(1)	78 Pt Platinum 195.084(8)	79 Au Gold 196.966 569(4)	80 Hg Mercury 200.59(2)	81 Tl Thallium 204.383 3(2)	82 Pb Lead 207.2(1)	83 Bi Bismuth 208.980 401(1)	84 Po Polonium [209]	85 At Astatine [210]	86 Rn Radon [222]												
87 Fr Francium [223]	88 Ra Radium [226]	89-103 Ac-Lr Actinides	104 Rf Rutherfordium [261]	105 Db Dubnium [262]	106 Sg Seaborgium [266]	107 Bh Bohrium [264]	108 Hs Hassium [277]	109 Mt Meitnerium [268]	110 Ds Darmstadtium [271]	111 Rg Roentgenium [272]																			
101 La Lanthanum 138.904 877(1)	102 Ce Cerium 140.12(1)	103 Pr Praseodymium 140.907 652(1)	104 Nd Neodymium 144.242(1)	105 Pm Promethium [145]	106 Sm Samarium 150.36(2)	107 Eu Europium 151.964(1)	108 Gd Gadolinium 157.25(1)	109 Tb Terbium 158.925 162(2)	110 Dy Dysprosium 162.500 51(2)	111 Ho Holmium 164.930 32(2)	112 Er Erbium 167.258(3)	113 Tm Thulium 168.930 25(2)	114 Yb Ytterbium 173.054 71(2)	115 Lu Lutetium 174.967(1)															
118 Ac Actinium [227]	119 Th Thorium [232]	120 Pa Protactinium [231]	121 U Uranium 238.028 91(3)	122 Np Neptunium [237]	123 Pu Plutonium [244]	124 Am Americium [243]	125 Cm Curium [247]	126 Bk Berkelium [247]	127 Cf Californium [251]	128 Es Einsteinium [252]	129 Fm Fermium [257]	130 Md Mendelevium [258]	131 No Nobelium [259]	132 Lr Lawrencium [262]															

Lítium bázison érhető el a tárolt energia mennyiségre vonatkozó legkisebb fajlagos térfogat és súly.

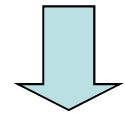


A lítiumnak van a legnegatívabb potenciálja



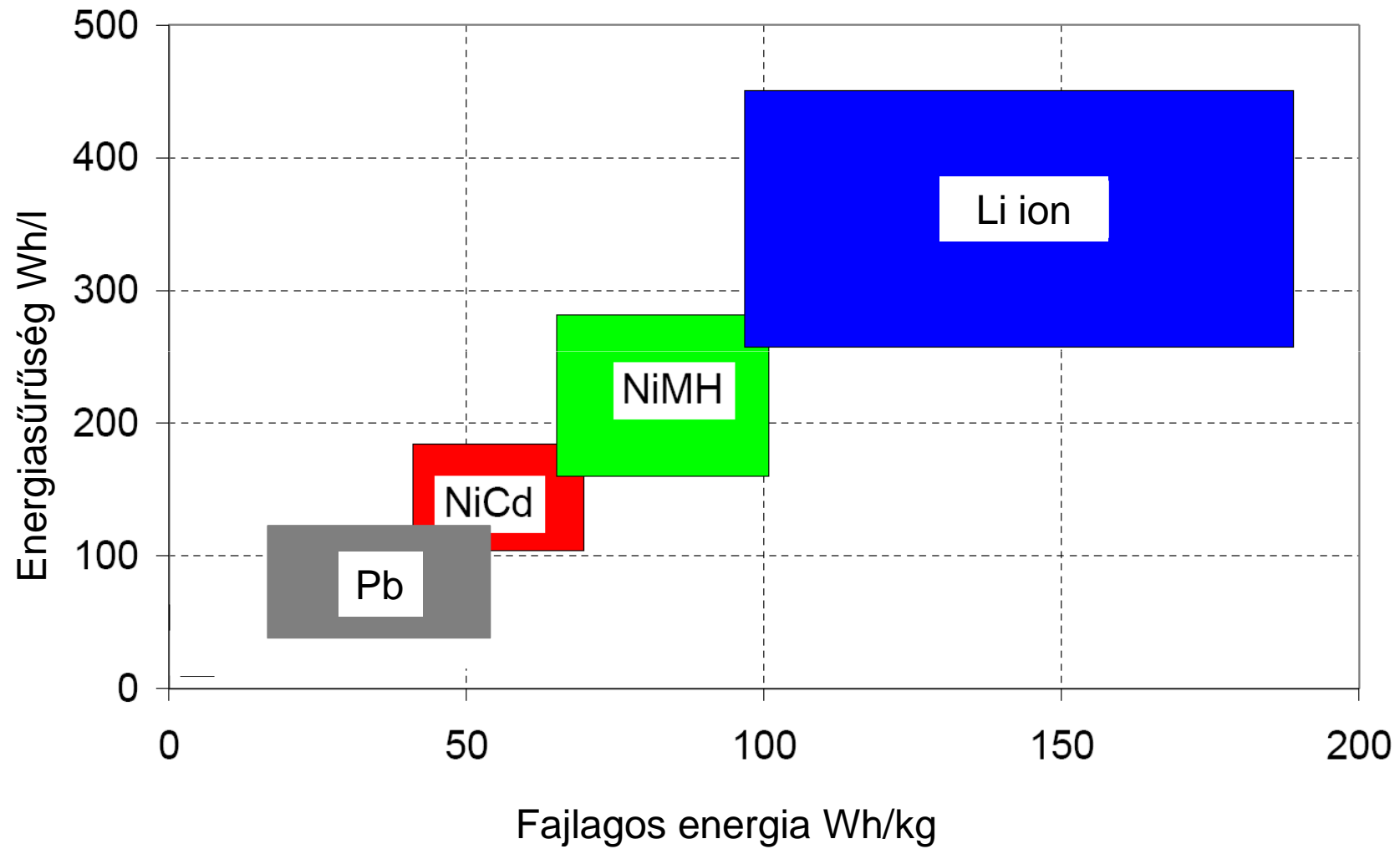
nagy cellafeszültség

A lítium a legkisebb atomsúlyú fém



nagy fajlagos energia

A különböző akkumulátor technológiák összehasonlítása



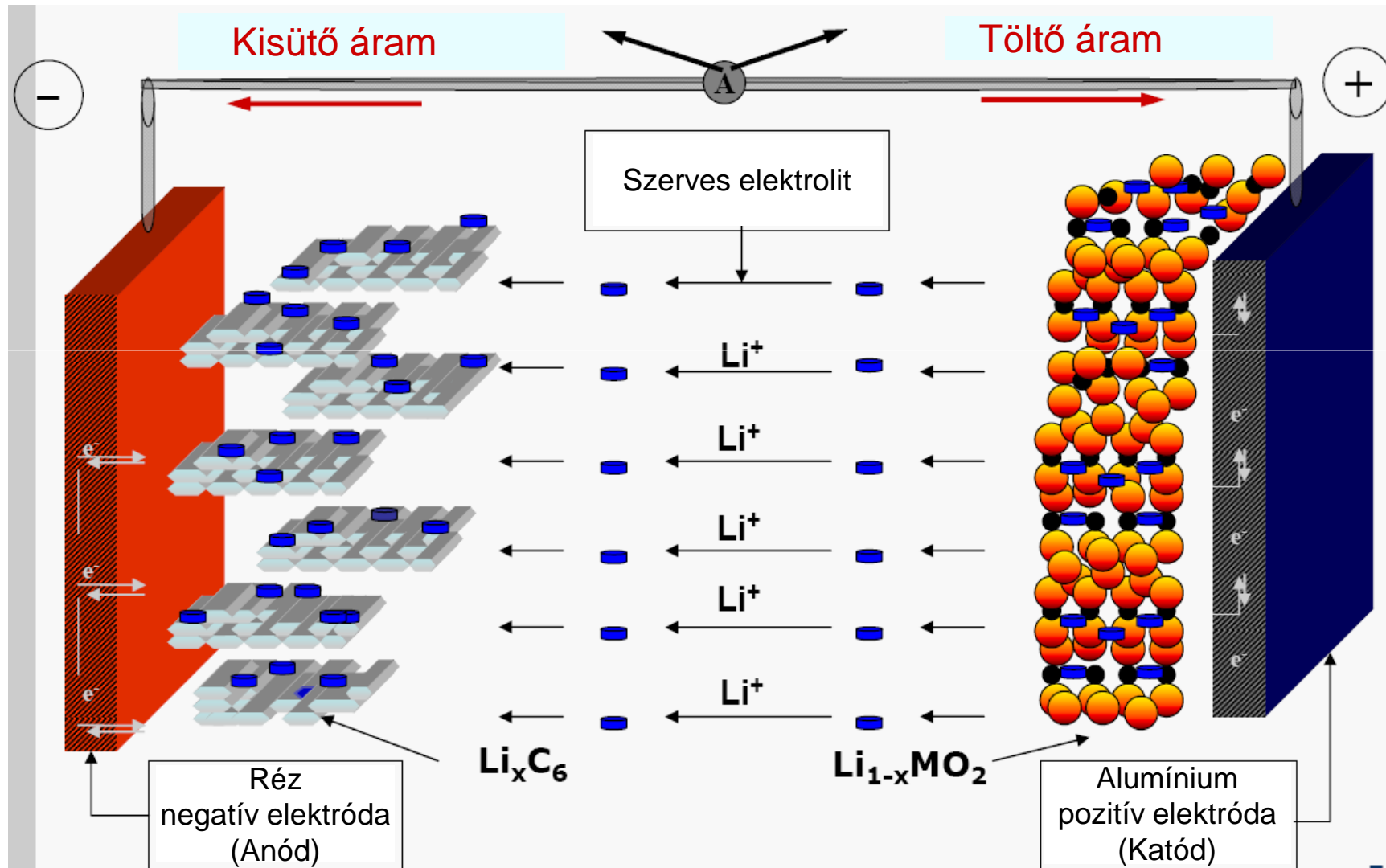
Biztonsági kérdések



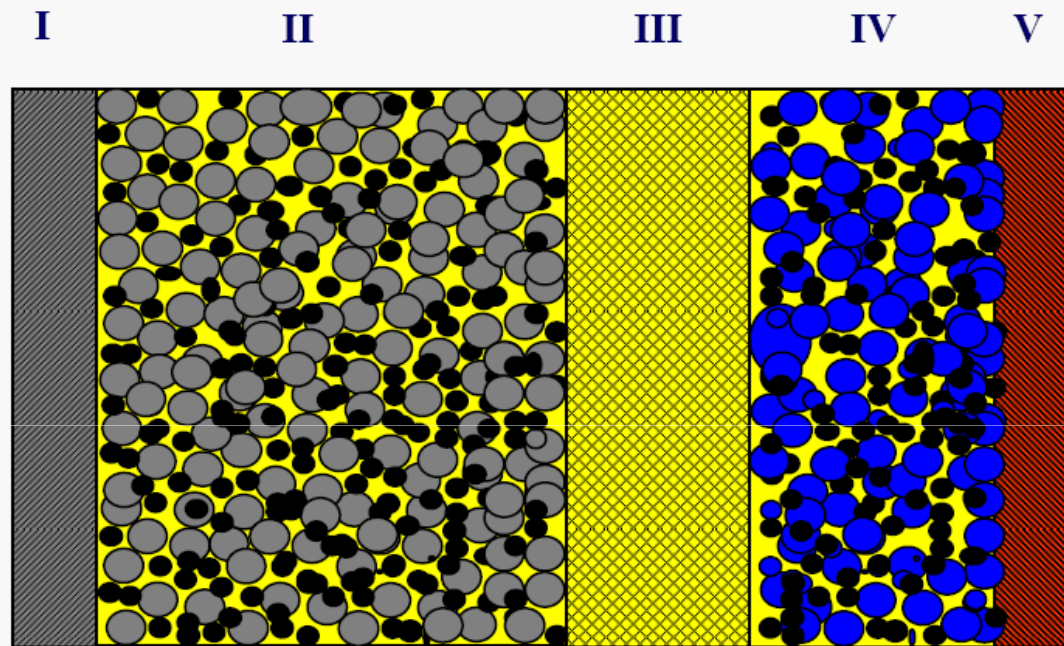
Közismertek a hasonló balesetek, amelyek minden esetben a Li-ion telepek nem megfelelő kezeléséből illetve üzemeltetéséből eredeztethetők. Az általános mögöttes ok pedig ezen kémiai áramforrásoknak a hagyományosnak tekinthető akkumulátorokétól jelentősen eltérő tulajdonságaiban keresendő.

Ma már a vonatkozó szabványok (UL2054, UL1642 és IEC62133) szerinti ellenőrzések az előírások betartása esetén garantálják a megfelelő biztonságot.

Li-ion cella elvi működése

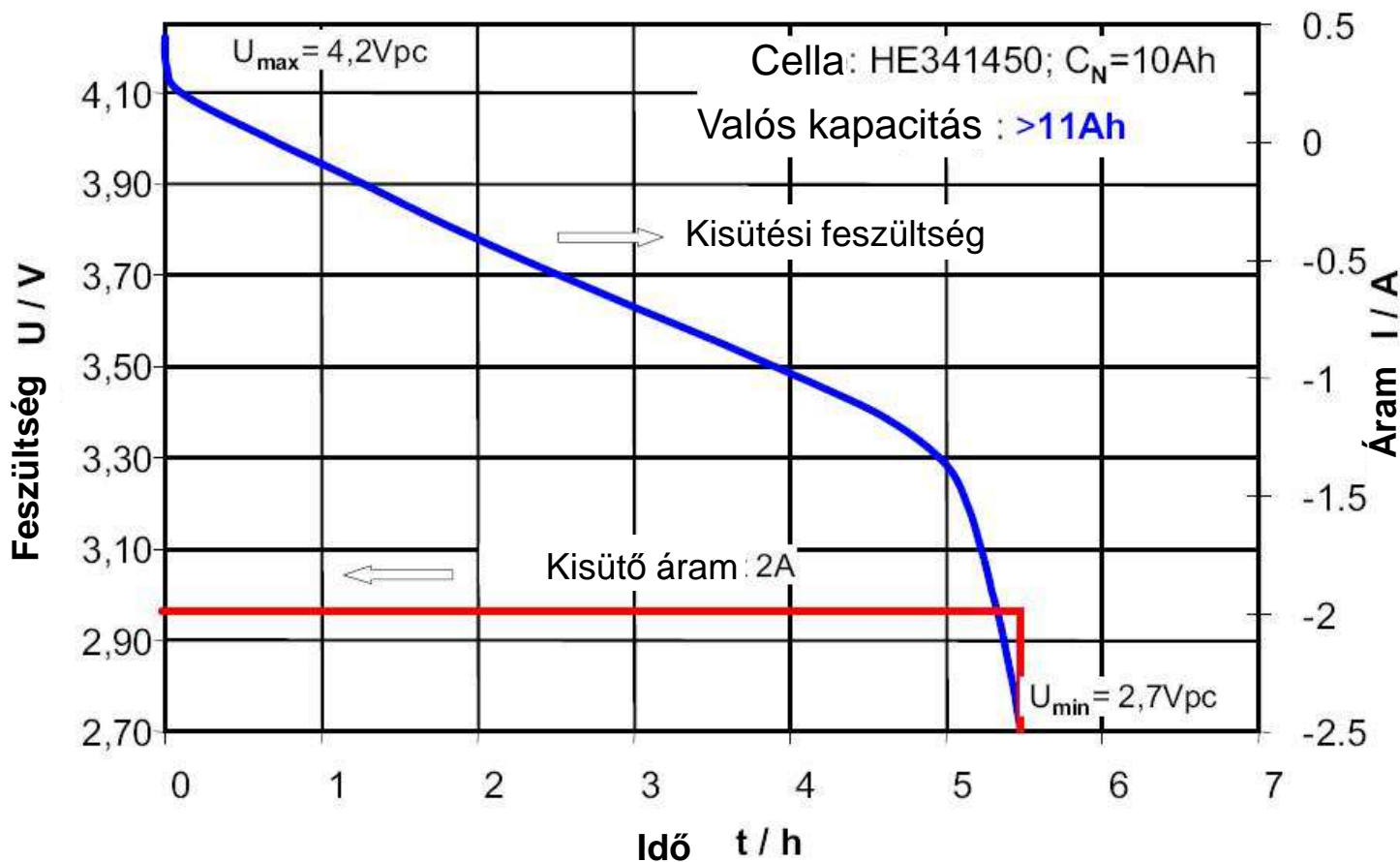
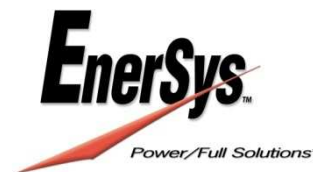


Lítium-ion cella felépítése



- I - Al kollektor (18-25 μm)
- II - pozitív elektróda (40-200 μm)
- III - szeparátor (16-35 μm)
- IV - negatív elektróda (30-150 μm)
- V - Cu kollektor (12-20 μm)

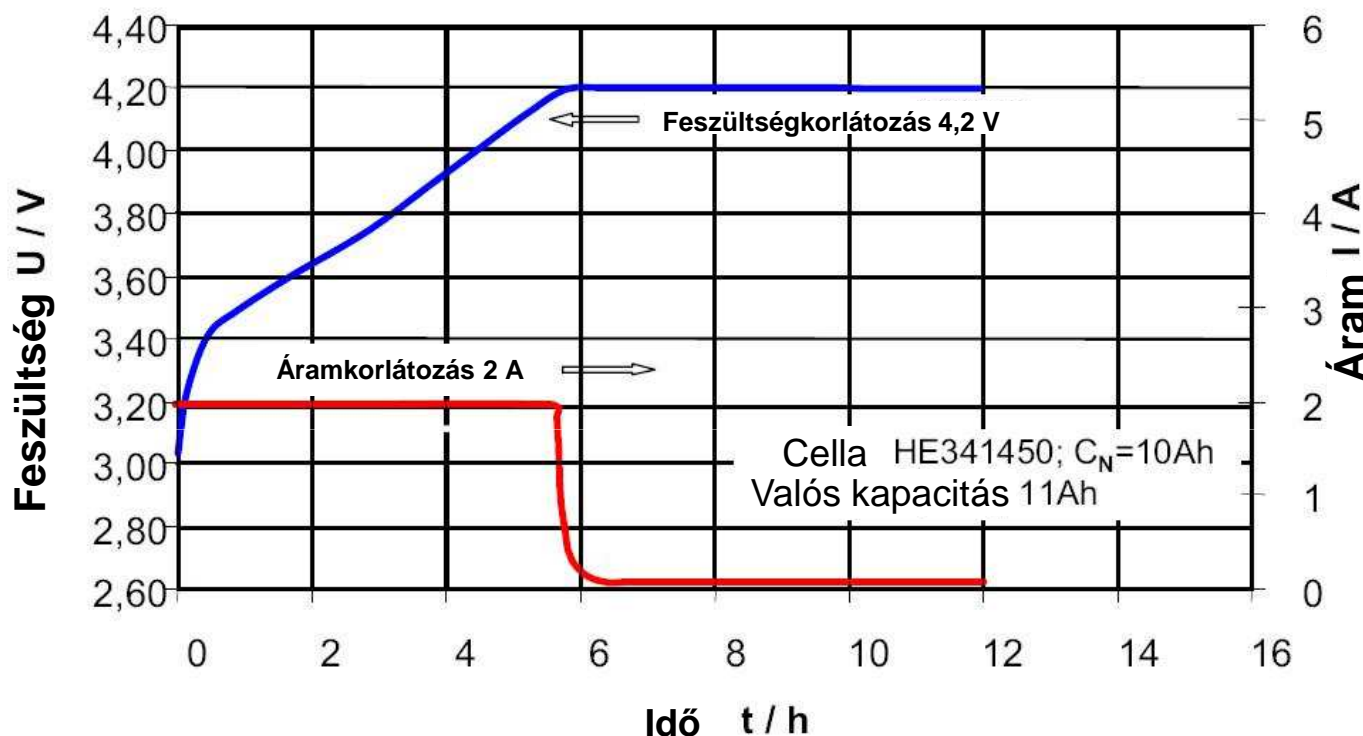
Tipikus lítium ion kisütési jelleggörbe



A kisütési végfeszültség mintegy 3 V/cella

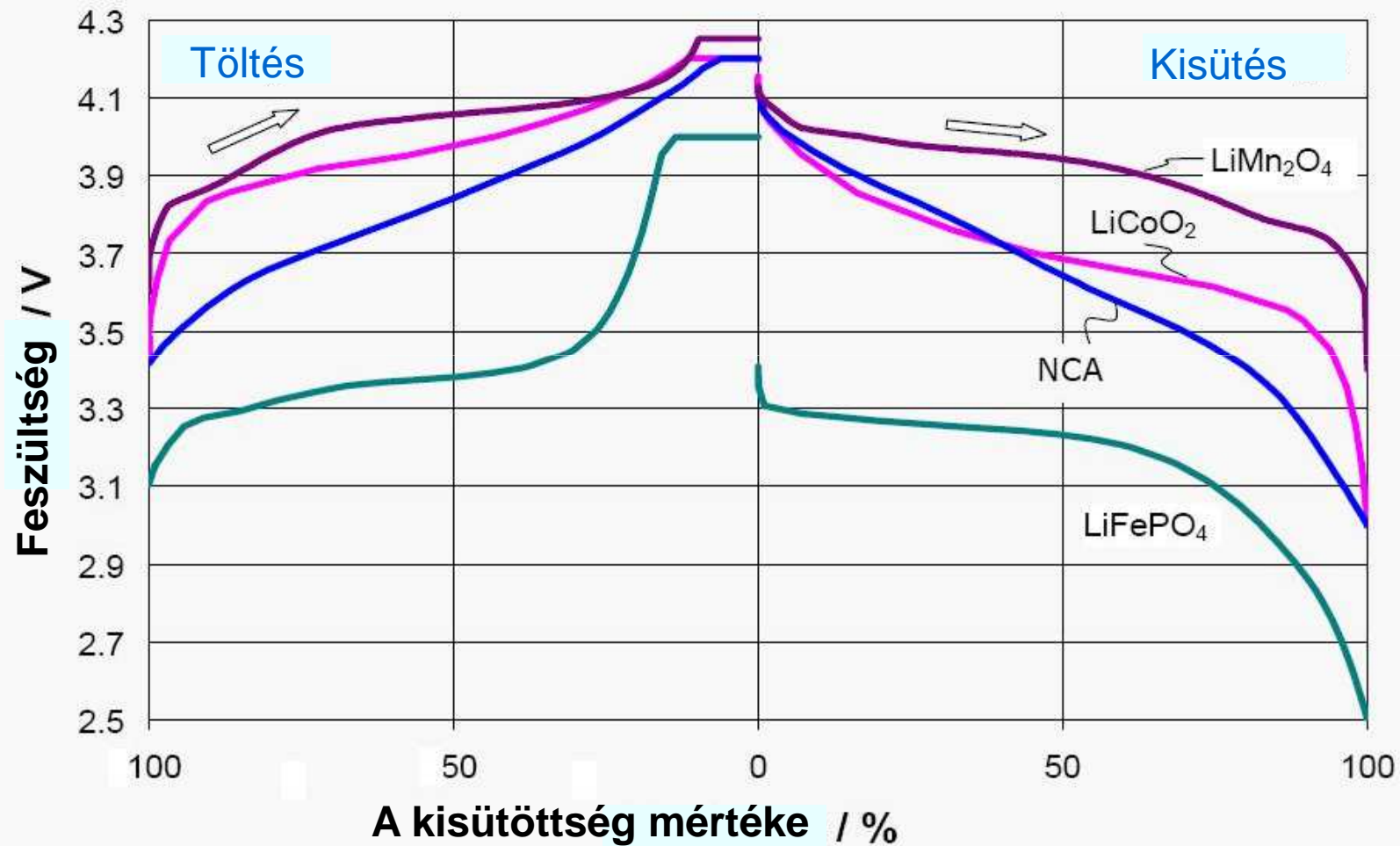
(Az ennél alacsonyabb érték maradandó cellakárosodást és biztonsági kockázatokat okoz. → Cu kirakódás)

Tipikus lítium ion töltési jelleggörbe

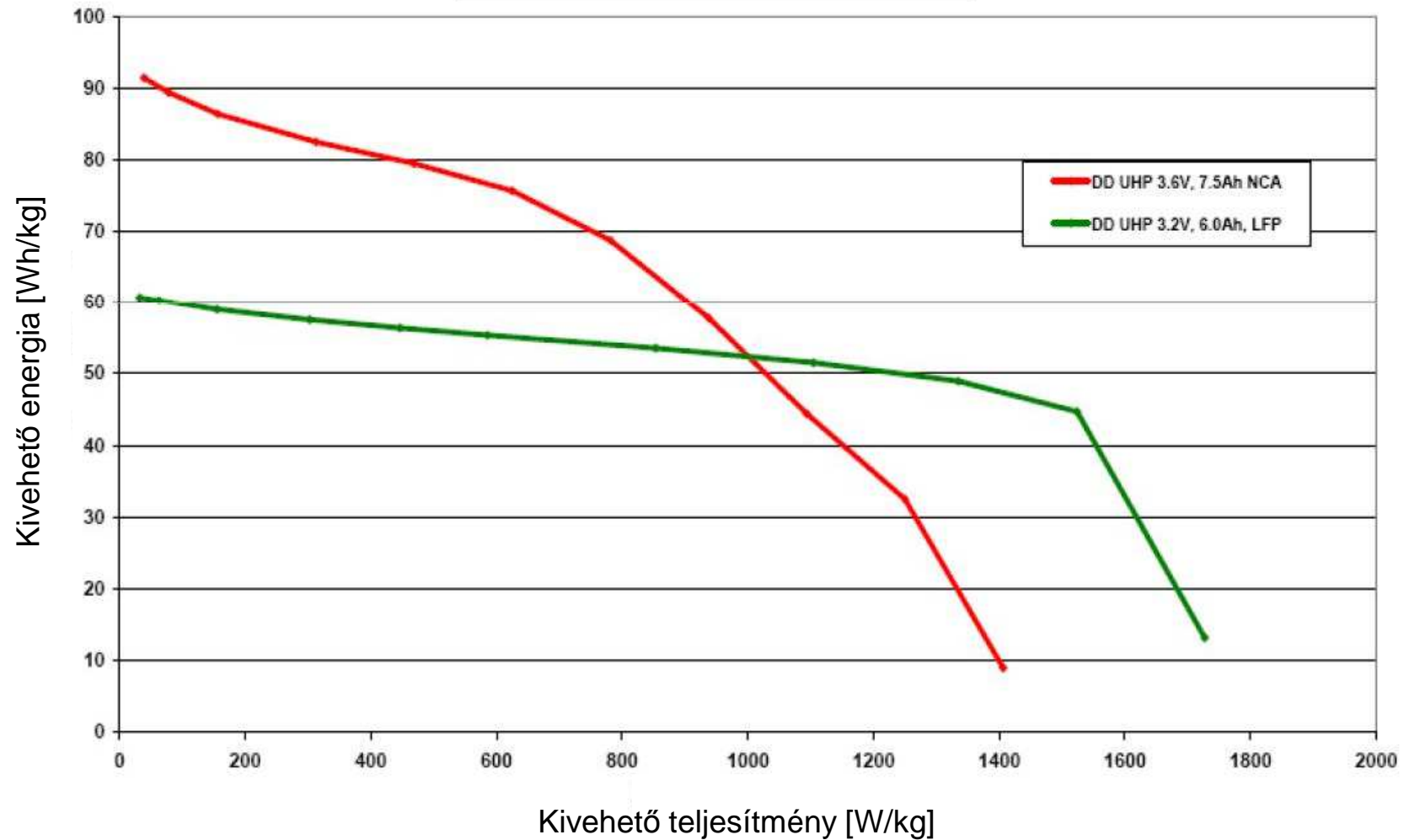
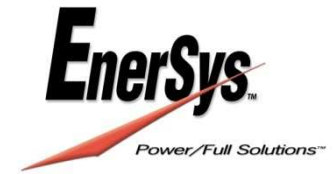


A 4,2 V legnagyobb töltőfeszültség csak ciklikus alkalmazásoknál ajánlott.
Pufferüzemű alkalmazásoknál 4,05 – 4,1 V/cella az irányadó.
(A töltőfeszültség növelésével csökken az élettartam. ➡ Li kirakódás)

Különböző elektródák töltési-kisütési jelleggörbéinek összehasonlítása



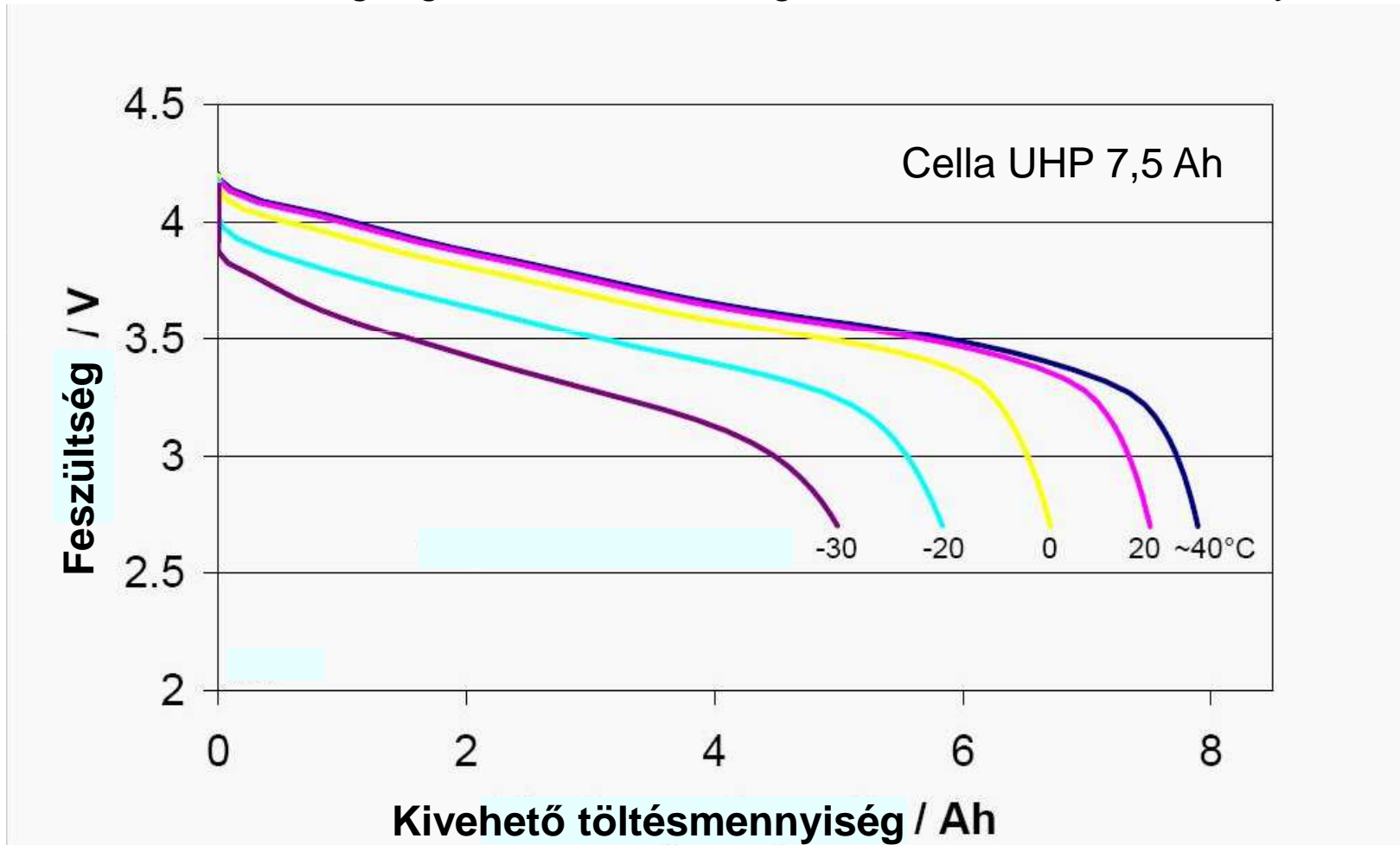
NCA – LFP összehasonlítás



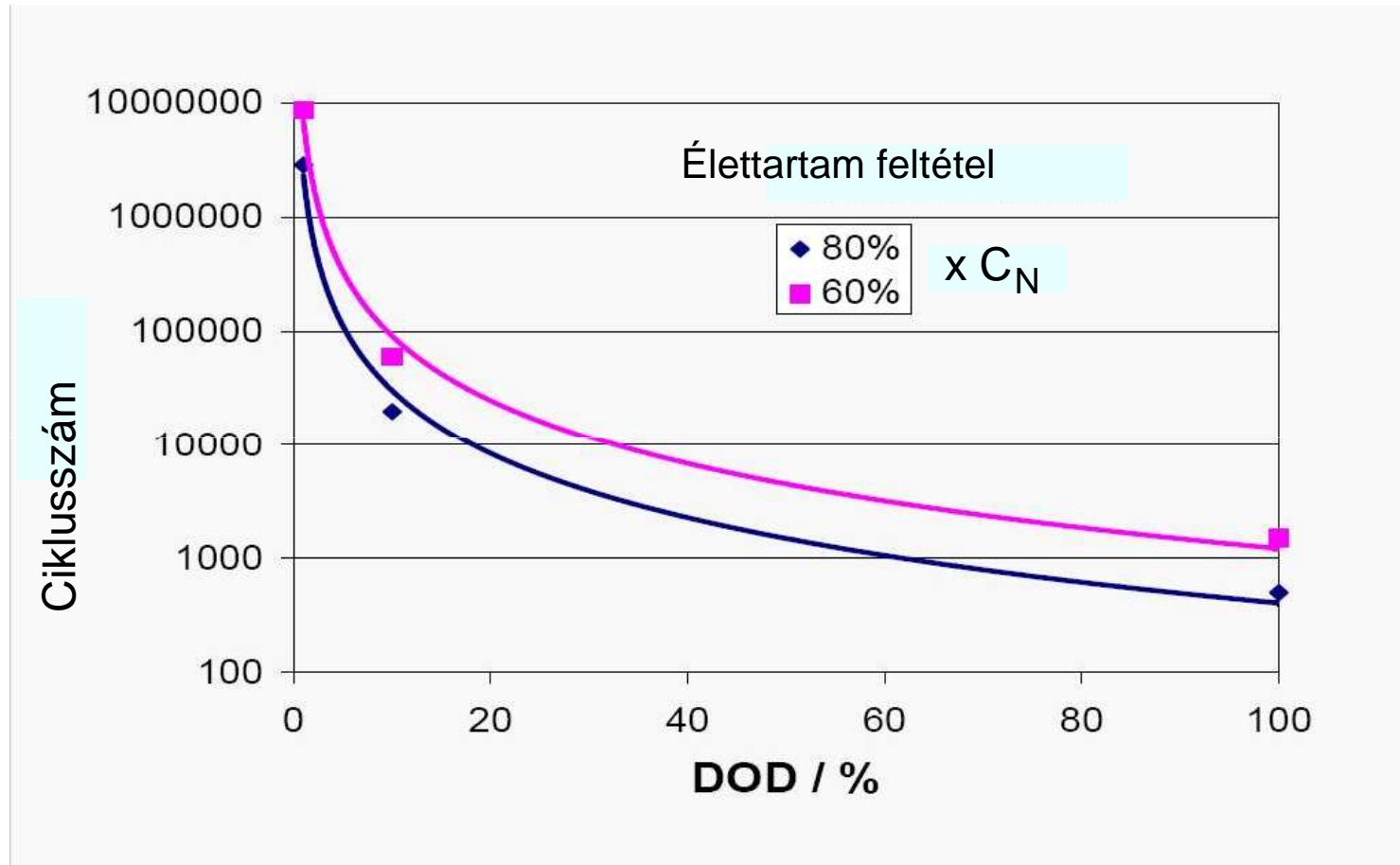
Hőmérsékleti viselkedés



Általában nem megengedett a töltés a negatív hőmérséklet tartományban.

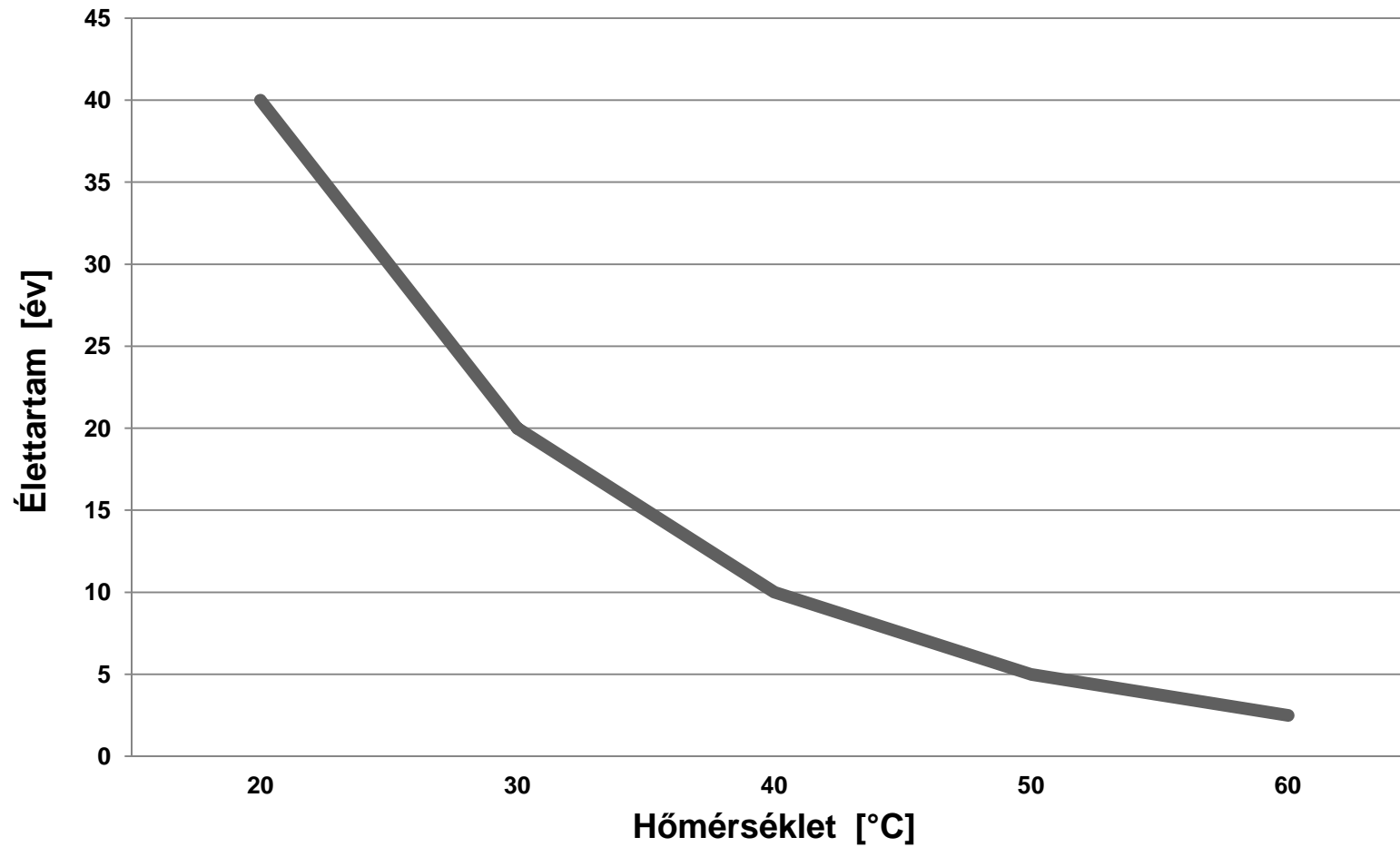
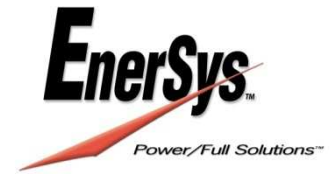


Ciklikus élettartam

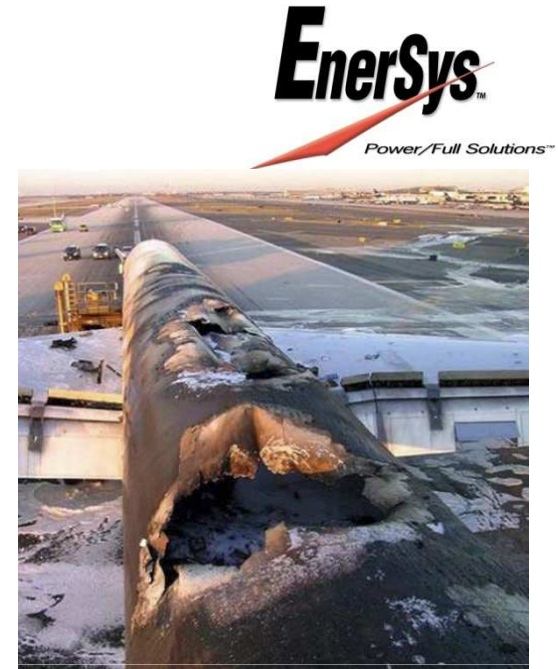


Nagy kisütési mélységeknél az ólomakkumulátorokkal azonos a ciklizálhatóság. Kis DOD esetén lényegesen kedvezőbbek a tulajdonságok.

Várható, naptári élettartam



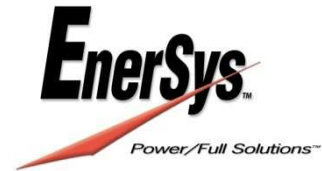
A szükséges biztonsági intézkedések



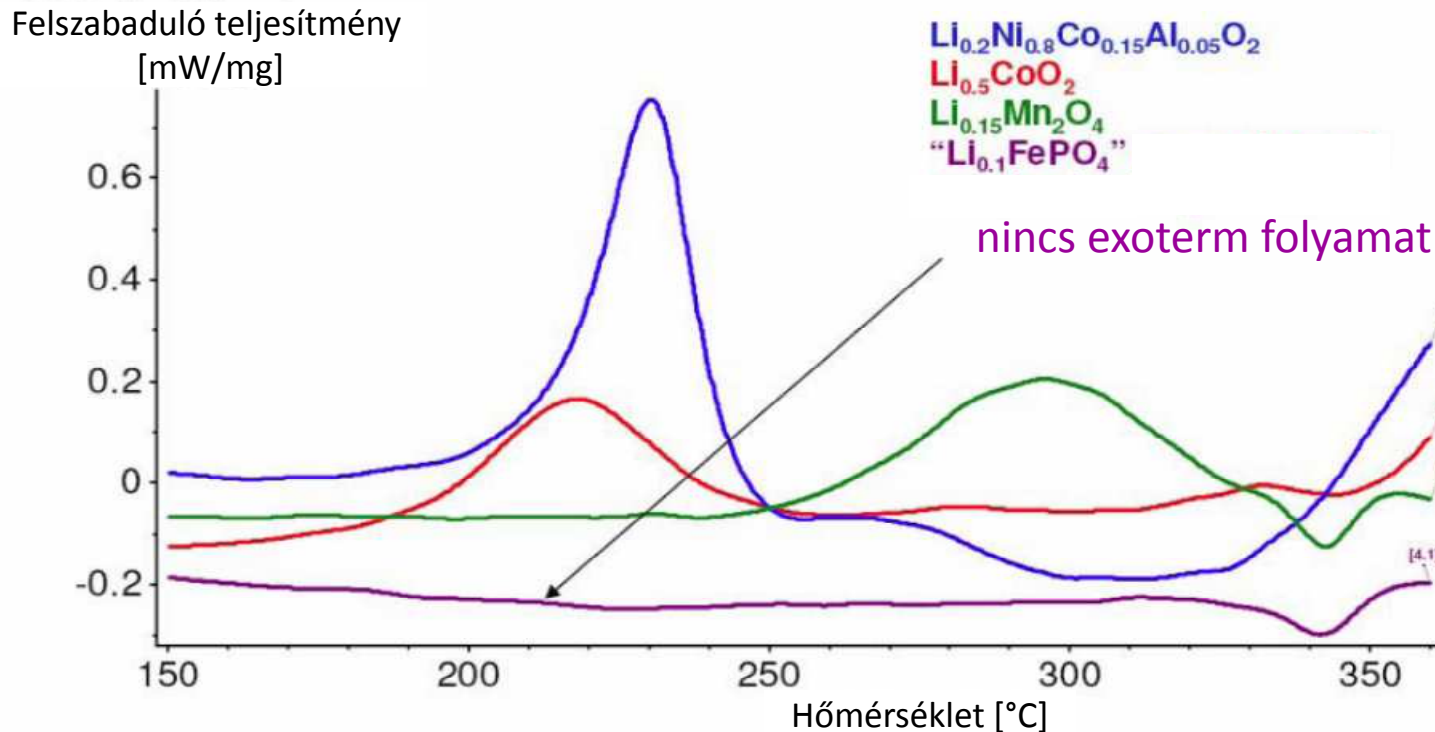
A biztonsági intézkedések szintjei

- megfelelő elektrokémia
- cellaszintű beavatkozó eszközök
- rendszerszintű akkumulátor felügyelet

A megfelelő elektrokémia megválasztása



A lítium ion cella hőmegfutási jelensége



A hőmérsékletemelkedés okai lehetnek külsők

(pl.: napsütés, túlmelegedő alkatrész vagy kötés a közelben)

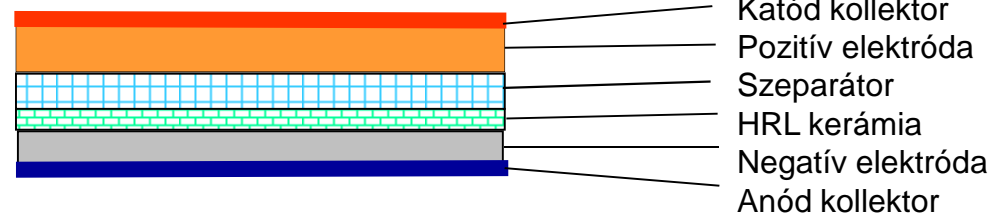
és/vagy belsők

(pl.: az adott körülményekhez képest túl nagy töltő vagy kisütő áram)

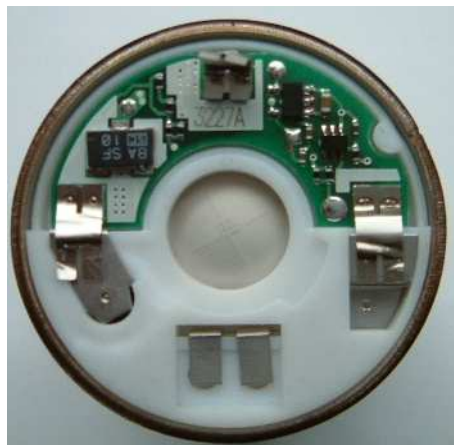
Biztonsági intézkedések cella szinten



HRL – Heat Resistant Layer



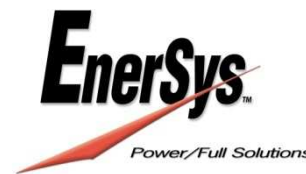
CID – Current Interruption Device



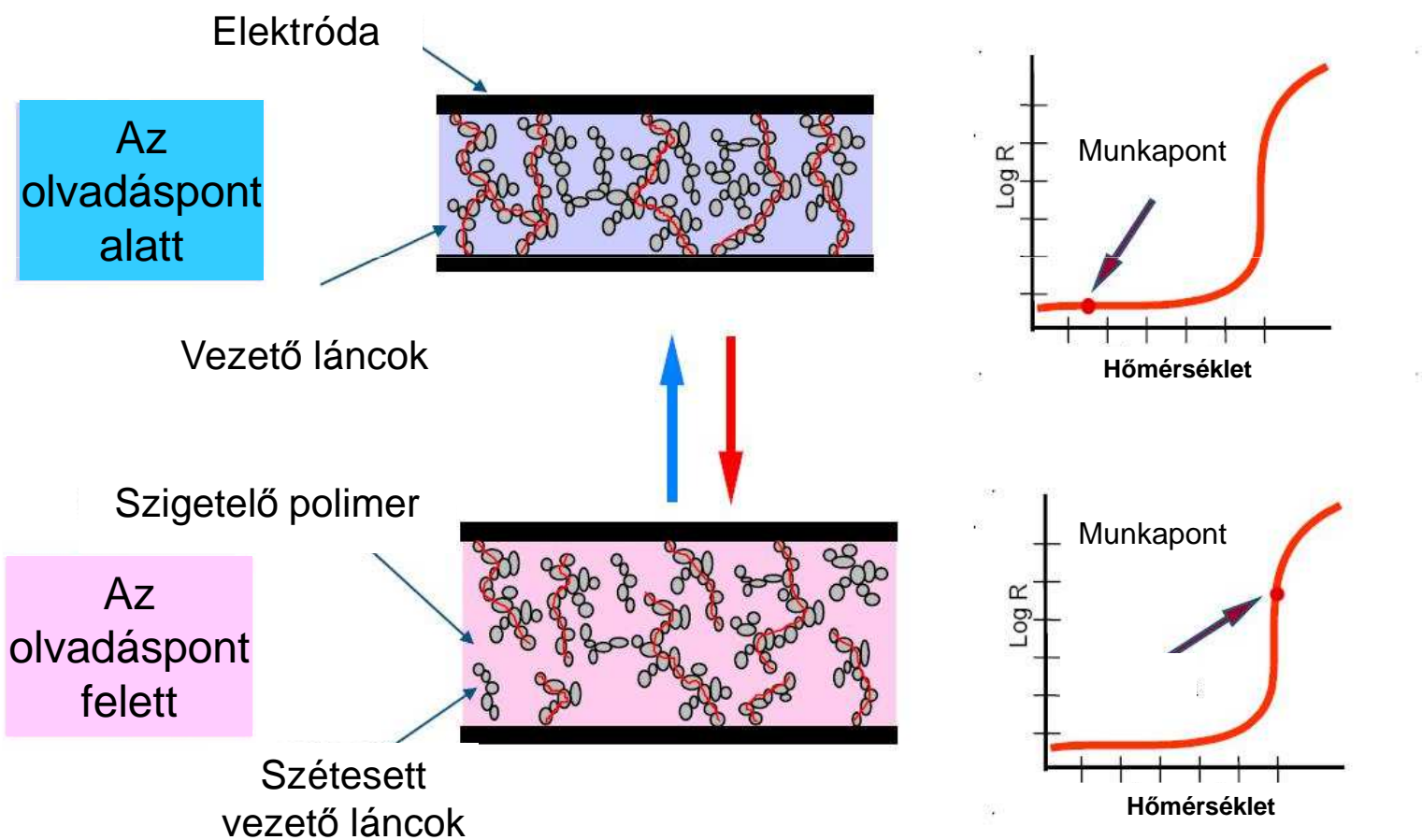
Kombinált védelmi egység minden cellában

- túlnyomás szelep
megakadályozza túlnyomás és ezáltal robbanás kialakulását
- olvadó biztosító
megakadályozza meg nem engedett túláramok kialakulását, a cella túlmelegedését
- elektronikus védelem
cellafeszültség ellenőrzés (megakadályozza a cella túltöltését)
töltőáram függő lekapcsolási folyamat

Cellablokkok védelme – PolySwitch



Hő hatására elbomló és újra felépülő, villamosan vezető láncok a polimer belsejében



Az akkumulátorok felügyeleti rendszere

(**B**attery **M**anagement **S**ystem)



Az akkumulátor felügyeleti rendszer egy adatgyűjtő, adatfeldolgozó és beavatkozó elektronikus egység, amelynek feladata a telep üzemének ellenőrzése.

Három alapvető funkciója

- a biztonságos üzemelés
- az optimális működés
- a külső, belső kommunikáció biztosítása.

Üzembiztonság

A BMS-nek biztosítania kell, hogy a nagyszámú, soros-párhuzamos cellából álló rendszerben az üzemelési körülmények mindenben megfeleljenek a cellák által támasztott követelményeknek:

- az egyes cellák feszültsége soha nem léphet ki a gyártó által megadott töltési és kisütési végfeszültségek által meghatározott sávból, azaz kell mélykisütés és túltöltés elleni védelem
- a töltési és kisütési áramok nem haladhatják meg a meghatározott időfüggő határértékeket, azaz szükség van túláram védelemre
- a cellák hőmérséklete benne kell maradjon az üzemmódtól függő alsó és felső megengedett értékek által adott tartományban, azaz kell alsó és felső hőmérsékleti védelem

A megfelelő rendszer megbízhatóság megkövetel bizonyos öndiagnosztikai funkciókat is.

Optimális működés

A telep optimális működésének feltétele, hogy valamennyi sorba kapcsolt cella mindig azonos mértékben legyen feltöltve. Minthogy az egyes cellák között mindig vannak eltérések, amelyek ráadásul az öregedéssel növekednek, a felügyeleti rendszernek a cellák töltöttségi állapotát ki kell egyenlítenie. A cél a jelentős, tartós eltérések kiküszöbölése. Kiegyenlítésre sor kerülhet mind töltés, mind kisütés alatt, de gyakorlatilag könnyebb és elegendő is csak a töltési szakaszban alkalmazni. Az eljárást igen sokszor lehet cellafeszültség mérésre alapozni, de ez nem tehető meg tetszőleges cella elektrokémia esetén. Pl. lítium-vas-foszfát celláknál az igen lapos áram-feszültség jelleggörbe miatt ez a módszer csak a töltés végső szakaszában alkalmazható hatékonyan. Itt inkább a töltöttségi állapot (SOC) meghatározása ad megfelelő támpontot.

Kommunikáció

Van egy rendszeren belüli és egy külső kommunikáció. A belső kommunikáció a rendszert alkotó egyes alegységek egymás közötti információ cseréjét jelenti, ami elengedhetetlen feltétele a BMS működésének.

A külső kommunikáció egy szolgáltatás egy fölérendelt rendszer számára. A BMS minden, a rendszerben rendelkezésre álló adatot továbbítani tud, pl. SOC, SOH, hőmérsékletek, feszültségek, áramok, üzemállapotok, hibajelzések stb.

A felügyeleti rendszer tud külső parancsokat fogadni és azoknak megfelelően módosítani az akkumulátor működését.

Másodlagos biztonsági rendszer

A BMS mellett létezik egy attól független, analóg, másodlagos biztonsági rendszer is, amely

- önállóan ellenőrzi a kritikus rendszeradatokat. (feszültségeket, hőmérsékleteket, áramot)
- redundáns módon ellenőrzi a cellafeszültségeket
- kritikus, meg nem engedett helyzetet érzékelve közvetlen rendszer lekapcsolást tud végrehajtani
- közvetlenül ellenőrzi a telepkapcsoló állapotát

Telepkapcsoló

Nagyteljesítményű rendszerekben a telepkapcsolót 3 hierarchikusan egymásra épülő részegység alkotja:

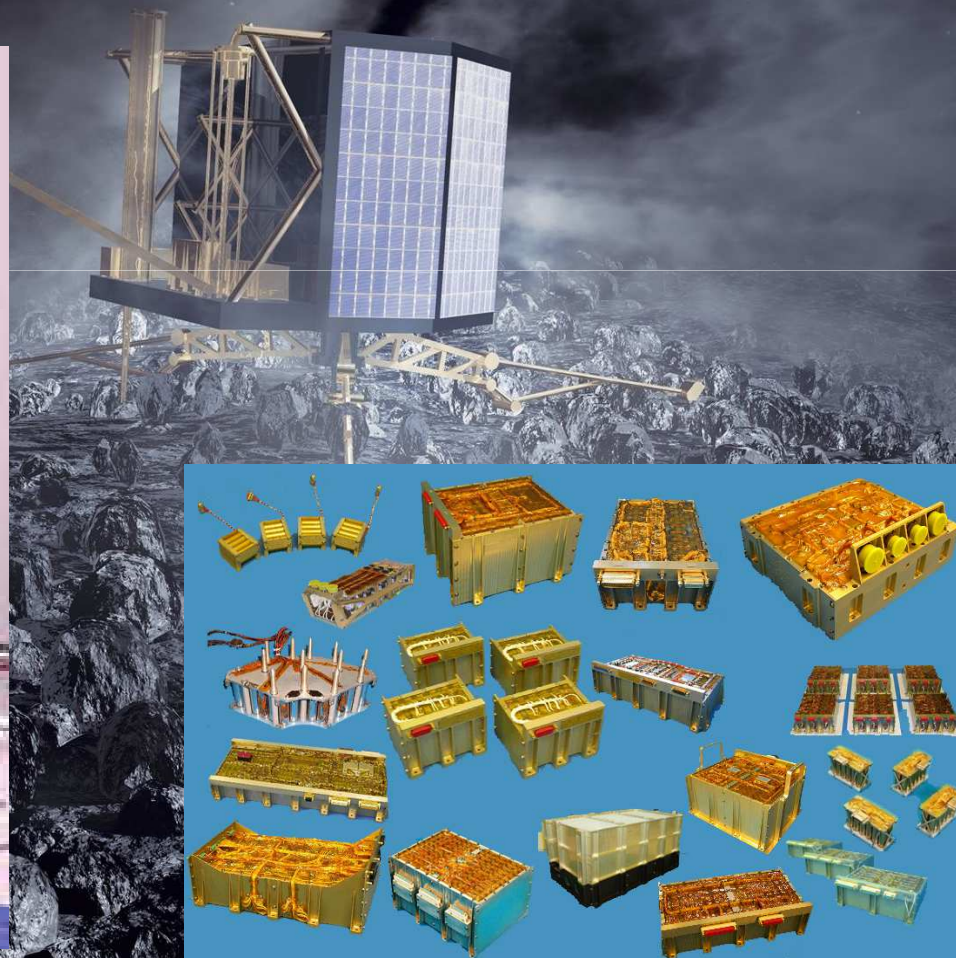
- félvezetős kapcsoló
- kontaktor
- olvadó biztosító

Normál üzemben a lekapcsolásokat a félvezetős egység végzi. Ennek hibája esetén a kontaktor veszi át a szerepét. E két elem együttes meghibásodásakor a lekapcsolás feladata a biztosítóra hárul.

Egy kis aktualitás

Rosetta műhold

Az Európai Űrkutatási Ügynökség Rosetta műholdja 2004-ben indult, hogy találkozzon a Jupiter közelében egy üstökössel 2014-ben. A műhold ezután követi az égitestet napköri pályáján. A Rosettáról leváló Philae egység az üstökösre leszállva gyűjt további, felszíni adatokat.



A photograph of a modern building at night. The building features a prominent red facade on the right side and a large, illuminated staircase. The left side of the building has a large glass window and a light-colored stone or concrete facade. The scene is lit with spotlights, creating a dramatic effect. The text "Köszönöm a figyelmet" is overlaid in the center.

Köszönöm a figyelmet