

# Mercedes S 400 Hybrid



## Lithium-Ionen Batterie

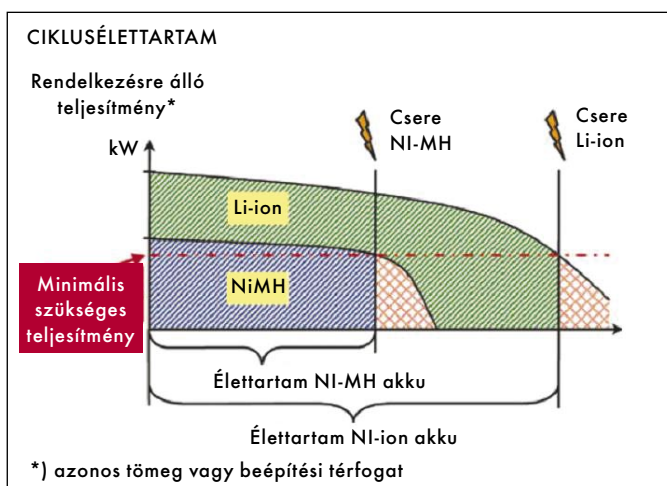
2009 nyár végén mutatta be a Mercedes-Benz cég legújabb sorozatgyártású S 400 hibrid gépkocsiját, melyben a korábbi S 400 ólomakkumulátorával szemben, egyetlen nagyfeszültségű Li-ion akkumulátor látja el a teljes elektromos rendszer táplálását. A megoldás különlegessége, hogy a 3 évig tartó fejlesztőmunka eredményeként kialakított akkumulátor azonos helyen nyert elhelyezést, mint a korábbi, ugyanakkor mindazt a többletkövetelményt is teljesíti, ami egy hibrid jármű üzemeltetésekor elvárható.

A fejlesztők kettős célt tűztek maguk elé. Egyrészt, ismervén a Li-ion akkumulátorok fejlesztésében elért eredményeket, olyan hibrid járművet szerettek volna kialakítani, melyben a beépített új egységek (főleg a korábbi Ni-Mh akkuk méretére gondolva!) nem csökkentik

olyan Li-ion akkumulátor egységgel lehetett megvalósítani, melyet a korábban alkalmazott ólomakku helyén a motortérben helyeznek el. Az elhelyezés körülményei, a megkívánt teljesítmény (~25 kW) és teljesítménysűrűség (~ 2 kW/liter) olyan kemény műszaki feltételeket teremtettek, melyek egyértelműen indokolják a közel 3 éves fejlesztési munkát. A fejlesztés legfontosabb állomásait és eredményeit kíséreljük meg a következőkben áttekinteni.

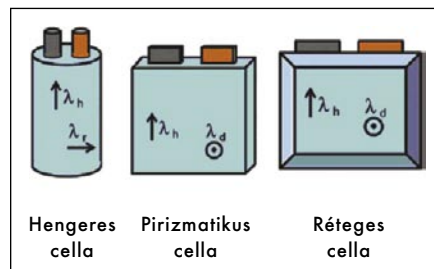
Megfelelő óvintézkedéseket alkalmazva (cellatöltöttség-figyelés, hűtés stb.) kimutatták, hogy a Li-ion akkumulátorok töltési-kisütési ciklusszámra vonatkozó ciklusélettartama, még a jelenlegi hibridekben használt Ni-Mh akkumulátorokkal összehasonlítva (azonos tömeg vagy térfogat esetén a minimálisan szükséges teljesítmény viszonylatában) is közel kétszeres (1. ábra), nem beszélve a kiváltani szándékozott ólomakkuról.

Figyelembe véve, hogy a jelenlegi Li-ion akkumulátorok, azonos térfogat vagy tömeg mellett, közel 80%-kal magasabb energiasűrűséggel és kb. 50%-kal nagyobb teljesítménysűrűséggel rendelkeznek, mint a Ni-Mh társaik, valamint az említett típusok előállítási költségeit is összevetve (Li-ion < 2\$/Wh > Ni-Mh) belátható a Li-ion akkuk szinte behozhatatlan előnye.



1. ábra

az S osztálynál már megszokott tágas utas- és rakodótér méretét, másrészt a párhuzamos hibrid kialakítással fogyasztáscsökkenést és ennek megfelelően rendkívül alacsony károsanyag- (főleg a CO<sub>2</sub> értékében) kibocsátást érhetnek el. A kitűzött célokat csak



2. ábra

Elsőként célszerű a kialakított akkumulátor fizikai méretével kapcsolatos megfontolásokat áttekinteni. Mint ismeretes, a Li-ion akkumulátor cellák fizikai felépítése, melyeket elsősorban a konzumelektronikában alkalmaznak, különböző. Az egyik legelterjedtebb forma a hengeres kialakítású tekercselt, a másik a prizmatikus kialakítású ugyancsak tekercselt, míg a harmadik is szögletes alakú, de belül réteges elrendezésű (2. ábra).

Megvizsgálva a különböző cellaelrendezéseket, bizonyos (főleg mechanikai) előnyök miatt a hengeres kivitelét választották. A következő fontos szempont az elektródák anyagának kiválasztása volt, ahol a legkülönbözőbb feltételeket támasztották (viszonyított potenciál, egységnyi tömegrre eső kapacitás, biztonság, ciklusélettartam, stabilitás, hőmérséklet-állóság, bekerülési ár stb.) a választandó anyagokkal szemben. A vizsgálati szempontok alapján „nyerő” összeállítás anódayagként grafitot, míg katódanyaga-

	Ólomakku	Nickel-metal-Hydrid	Li-ion	
Energia	kicsi	közepes	nagy	Energia
Rizikó	Durránógáz- robbanás	Égésveszély (Hidrogén) Hőmegfutás Durránógáz-robbanás	Elektrolitűz Hőmegfutás Robbanás	Rizikó
Óvintézkedések	kevés - gázszelep - szellőztetés - akkumulátor	néhány - robbanásbiztos kivitel - szellőztetés - modulmonitor - BMS, modulfel- ügyelet	sokrétű - robbanásbiztos kivitel - tűzbiztos akkuhá z - cellamonitor - BMS, cella felügyelet - hűtés	Óvintézkedések

A Li-ion akku technikai adatai	
Akkufelépítés:	35 cella
Feszültség:	126 V, max. 144 V, min 87,5 V
Teljesítmény:	9 kW (End of Line), 10 s
Energia:	0,8 kWh
Kapacitás:	6,5 Ah
Hűtés:	R134a, akkuhűtés integrálva a hűtőkörbe

1. táblázat

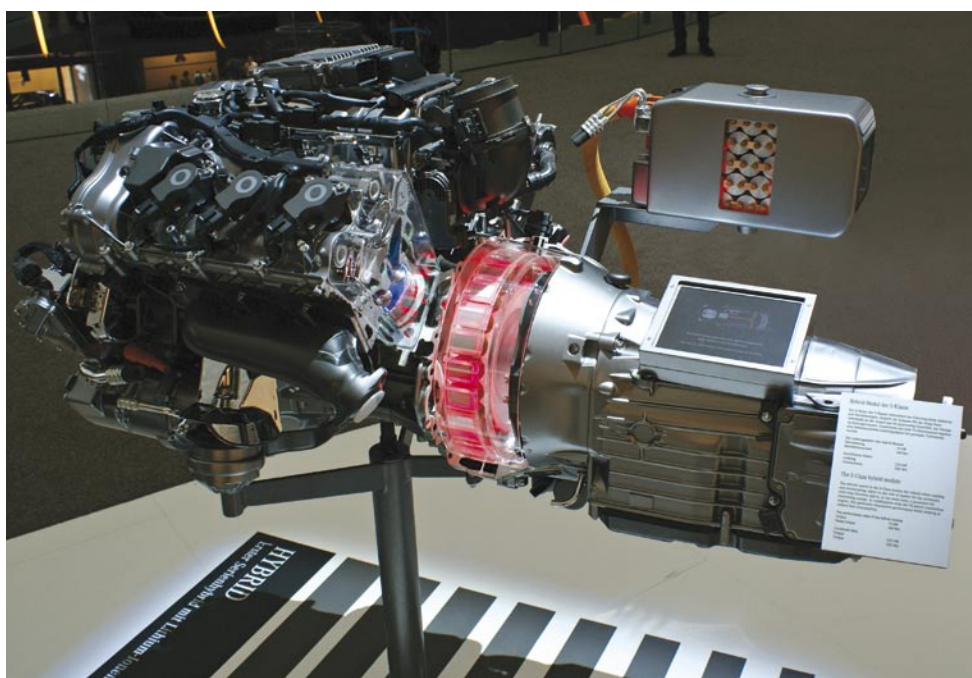
ként lítium-fémoxidot (Li[Nix Co<sub>x</sub> Mn<sub>1-x</sub>]O<sub>2</sub>) választottak. A cellafeszültség ezzel az anyagpárosítással 3,6 V-os névleges értéken tartható, tehát egyharmad cellaszámmal biztosítható a megkívánt blokkfeszültség, mint a Ni-Mh cella esetében, mégpedig úgy, hogy közben az egyéb előírt feltételek is teljesülnek. Kiegészítésként megemlítjük, hogy a választott cellakialakítással mintegy 400 000 (ha a töltés/kisütés < 5%) ciklus valósítható meg, és ezzel mintegy 10 év tényleges élettartam érhető el. A 3. ábrán a korábban említett szempontok alapján kifejlesztett akkublokk főbb technikai adatait tüntettük fel, melyek magukért beszélnek.

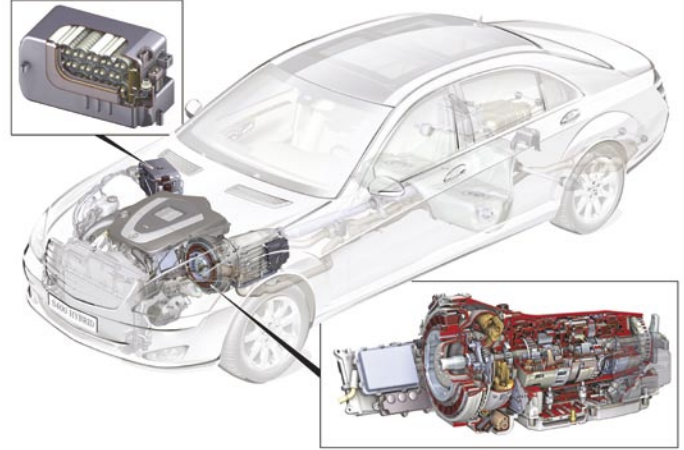
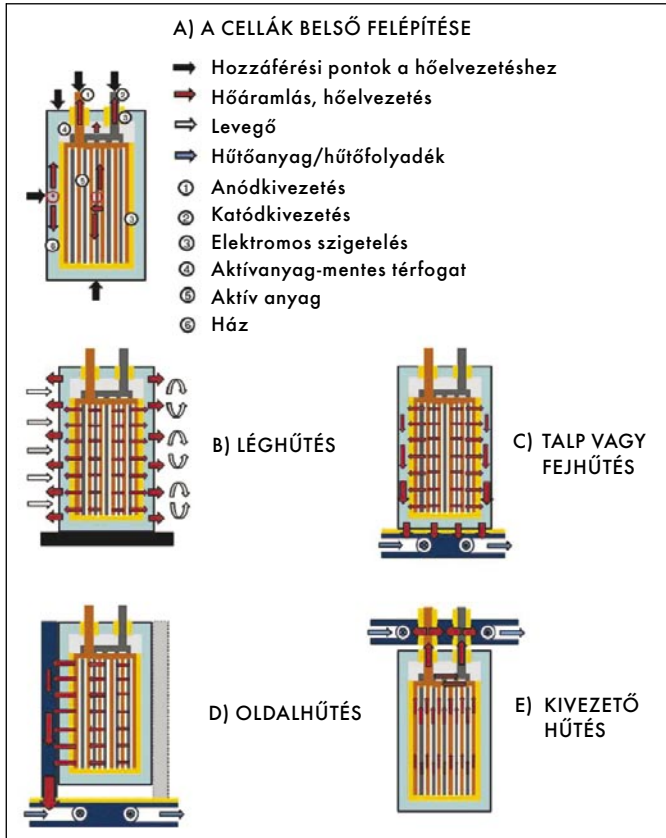
A Li-ion akkublokk egy hegesztett acéllemez házban foglal helyet, melyben a 35 cellát egy integrált alumínium hűtőmaszk fogja össze. A hűtőmaszk közvetlenül a gépkocsi klímarendszeréhez kapcsolt. Mint egy korábbi cikkben említettem, a Li-ion cellák (többek között) a túltöltésre, illetve alultöltöttségre meredek élettartam-csökkenéssel reagálnak. Ennek megfelelően el kellett látni az egységet egy cellatöltés-kiegyenlítő elektronikával és a már ismert akkumenedzsmnt rendszerrel is, melyek szintén az akkuháiban nyertek elhelyezést. A különböző csatlakozási pontok (nagyfeszültségű pólusok, DC-DC átalakító, hálózati, illetve klímarendszer-csatlakozó, CAN stb.) az egység homloklapján nyertek elhelyezést. A komplett akkublokk egy kb. 12-13 liternyi térfogatú és mindössze 24,5 kg tömegű.

2. táblázat

Már a kísérleti tapasztalatokból is lezűrhető volt, hogy a Li-ion akkublokkok gyakorlati használatánál sokkal több előrelátásra és óvintézkedésre van szükség, mint a korábbi ólom, vagy a hibridekben mindeddig használt nagyfeszültségű Ni-Mh akkumulátorok esetén. A 4. ábrán látható táblázat röviden összefoglalja a lehetséges rizikófaktorokat és az elhárításhoz szükséges biztonsági óvintézkedéseket, mindhárom akkutípus esetén.

Egy fontos dologról, nevezetesen az akkublokk hűtéséről eddig még alig beszéltünk, pedig az üzembiztos működésnek ez az egyik alapfeltétele. Mivel a Li-ion cella felépítése olyan, hogy a két elektródát egy műanyagból készített, hőre lágyuló, hajlékony (a feltekercselés miatt) szeparátor választja el egymástól, mely a számára kritikus hőmérséklet elérésekor deformálódhat, és elválasztó hatását elveszítheti. A rendkívül vékony (~20 µm polimerfilm) szeparátor az elektródák elválasztását 45 °C-on már nem tudja biztosítani, ezért az elektródák között zárlat keletkezhet, ami égéshez, vagy akár a cella felrobbanásához is vezethet. Korábban talán azért nem volt





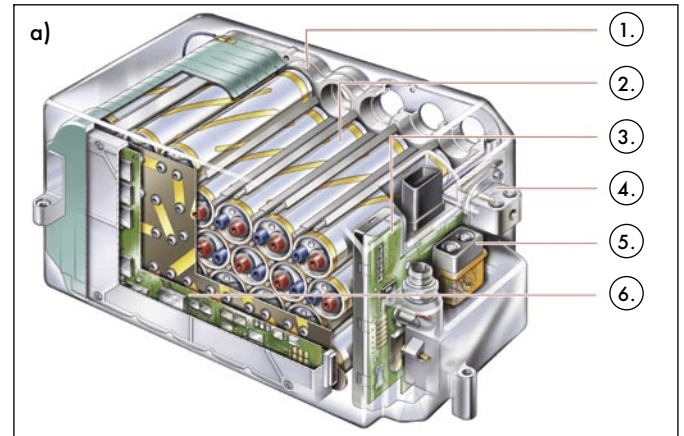
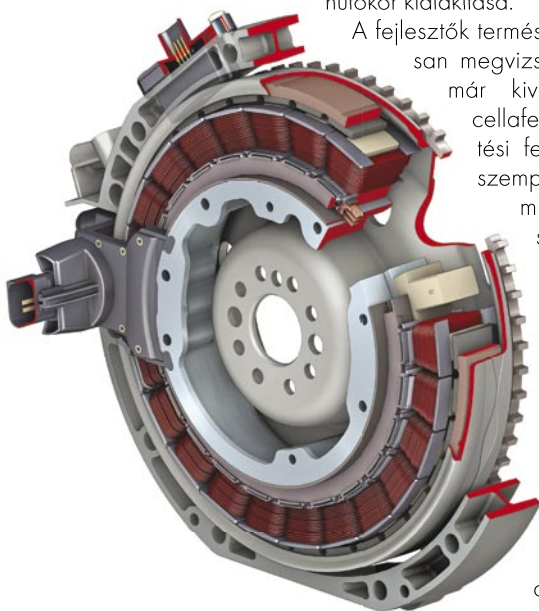
(pl.: hengerfal, talp) elvezethető hőmennyiség lényegesen kisebb. Természetesen a végleges hűtésrendszer kialakításához szükséges adatokat csak szimulációval lehetett megszerezni, hiszen bármilyen elméretezés a tényleges próbatutások alatt kezelhetetlenül sok meghibásodást okozhatott volna. A fejlesztők az eredmények birtokában olyan cellahűtési rendszert terveztek, mely a cellákat összefogó alumíniumburkolat felületén és a cellák között kialakított „elpárolgatótóból” a hőt a gépkocsi klímarendszerének segítségével vonja el. A 4/a és b ábrákon a kialakítást kissé közelebből is szemügyre vehetjük.

Könnyen belátható, hogy a Li-ion akkublokk hűtésére nemcsak akkor van szükség, amikor azt a jármű utasai is igénylik, hanem a mindenkori cellahőmérséklet függvényében. Ilyen eset akár menet közben, akár a motor leállítása után is fennállhat, tehát a klímakör

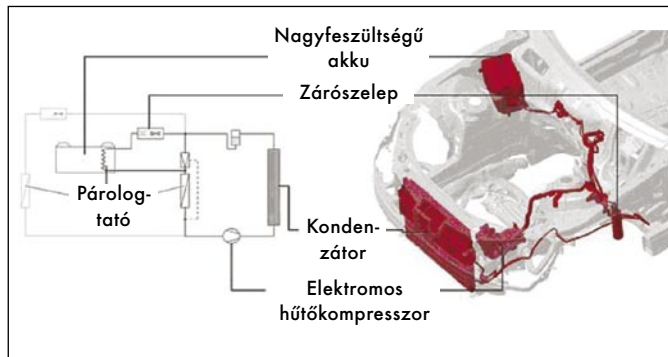
3. ábra

kiemelt téma a hűtés, mert a nagyfeszültségű akkublokkot nem a motortérben, hanem jól szellőző, külső hőforrás által alig melegített térben helyezték el. Igaz, hogy a celláknál normál működés közben is mintegy 4-6 W hővé alakuló teljesítmény keletkezik, de megfelelő léghűtés még hatásos lehet. Az S 400 hibridnél azonban a célkitűzés az volt, hogy az új Li-ion akkublokk a motortérben korábban elhelyezett ólomakku helyére kerüljön. Mivel a motortér hőmérséklete lényegesen magasabb lehet, mint amit egy Li-ion cella, károsodás nélkül elvisel (max. 40-45 °C), elengedhetetlen egy biztonságos hűtőkör kialakítása.

A fejlesztők természetesen itt is alaposan megvizsgálták a korábban már kiválasztott hengeres cellafelépítést optimális hűtési felület és hűtőanyag szempontjából. A 3. ábra mutatja a vizsgálatok szempontjait úgy a hőáramlás, mint a hőelvezetés vonatkozásában. Tapasztalatként leszűrhető, hogy a belső, keletkezett hő áramlása mindig a kivezető villamos pólusok irányában a legnagyobb, ezért az egyéb irányokból



4. a, b ábra: 1 hűtőmodul, 2 Li-ion cella, 3 akkumulátormenedzsment rendszer, 4 hűtőközeg-csatlakozás, 5 nagyfeszültség-csatlakozás, 6 cellafeszültség-felügyelet



5. ábra

utasterének és cellahűtési körének működését függetleníteni kell egymástól. Erre a célra egy lezárószelepet iktattak a klímakörbe, mely adott esetben az utaster hűtését megszünteti, de az akkublokkét fenntartja. A módosított klímarendszer elvi vázlatát és tényleges elrendezését az 5. ábra mutatja.

Összefoglalva tehát a Mercedes-Benz fejlesztési eredményeit megállapítható, hogy az alapos és minden részletre kiterjedő vizsgálatok, kísérletek és szimulációk eredményeként sikerült egy olyan, hosszú élettartammal (~10 év!), figyelemre méltó teljesítmény- és energiasűrűséggel, valamint alacsony hőmérsékleten (-10 °C) is kedvező tulajdonságokkal rendelkező Li-ion akkublokkot kifejleszteni, mely méreteit tekintve egy 90 Ah kapacitású ólomakkumulátoréval vetekszik. 3 év fejlesztői munkával sikerült elérni, hogy



egy hagyományos meghajtású gépkocsi hibriddé alakításához ne legyen szükség az utaster vagy raktér csökkentésére, szemben az eddigi, javarészt Ni-Mh akkumulátorokat alkalmazó megoldásokkal szemben. A fejlesztők nem feledkeztek meg a nagyfeszültségű hálózatoknál fenyegető áramütési veszély megelőzéséről sem, ezért az S 400 hibridet folyamatosan működő szigetelésvizsgáló berendezéssel is ellátták.

Természetesen a teljes energiaellátást biztosító kisméretű Li-ion akkublokk biztonságos üzemeltetéséhez szükséges segédrendszerek további költség-többletet jelentenek, mely talán az említett hosszú üzemidőn, a csökkent üzemanyag-fogyasztáson és környezetszennyezésen keresztül térülhet meg.

CSÚRI GYÖRGY



Az autók meghibásodásának több mint 80%-a összefügg az elektromos rendszerekkel.

Vajon mennyi munkát veszít el a **gyári diagnosztikai műszerek** hiánya miatt?

---

Tel.: 20/944-0864.  
 Fax: 1/410-4514.  
 E-mail: [info@bgtech.hu](mailto:info@bgtech.hu)  
[www.bgtech.hu](http://www.bgtech.hu)



**BG Tech**  
Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.

# Battery Heat Shield

Akkumulátor hővédő burkolat

Védi az akkumulátort a motorból sugárzó hőtől téli hidegben a túlhűléstől - nő az akkumulátor élettartama, megbízhatósága





1033 Budapest, Kiscsikós köz 10.  
 Tel: 368-6212 Fax: 250-1168  
 E-mail: [forex@forex.hu](mailto:forex@forex.hu) [www.forex.hu](http://www.forex.hu)

## Motorfelújítás felsőfokon

rövid határidővel, így önnek nem kell sokáig várnia a javításra

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hengerfej</li> <li>• Motorblokk</li> <li>• Turbófeltöltő</li> <li>• Egyedi dugattyú</li> <li>• Siklócsapágy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autó – motor</li> <li>• Youngtimer</li> <li>• Oldtimer</li> <li>• Teher – kamion</li> <li>• Traktor – erőgép</li> </ul>
---	--

[www.nagygepmuhely.hu](http://www.nagygepmuhely.hu)



*Nagy Gépjel*

6000 Kecskemét, Fecske u. 5.  
 Tel.: 76/416-683. Mobil: 30/257-5252.  
 E-mail: [kolben@kolben.hu](mailto:kolben@kolben.hu)