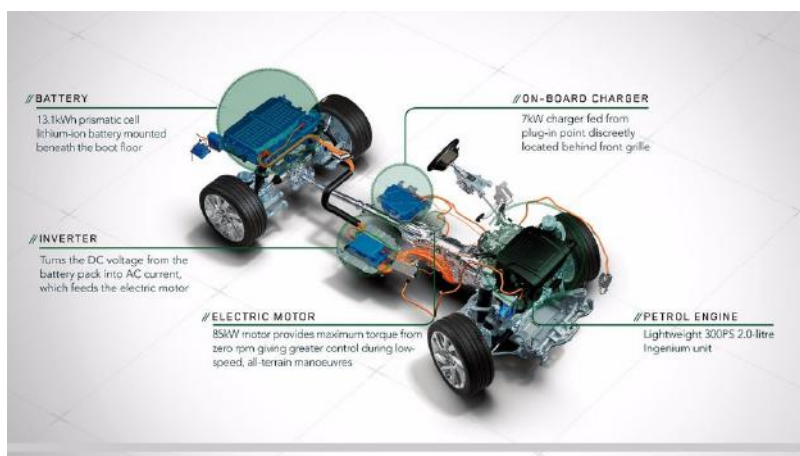


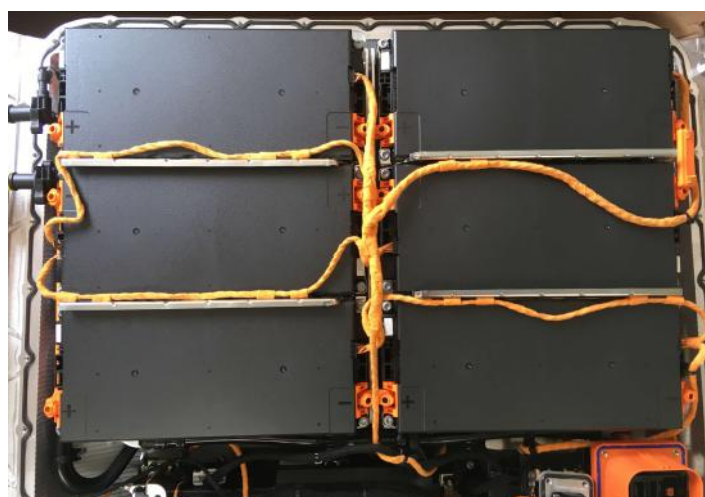
# Jaguár akkumulátor

## avagy az elektromos autó és a víz

Régebben, ha hoztak hozzám egy elektronikát javításra vagy szétszedésre, sosem érdekelt maga az autó, amiből származik. Ebből aztán lett pár kellemetlen szituációm, mert néhányan kb. hülyének néztek (teljesen jogosan), hogy hogyan tudom megjavítani azt, ha még azt sem tudom, milyen autóból származik? Nem mintha sokat segítene egy IGBT meghajtó fokozat oszcilloszkópos kimérésében az a tény, hogy most krómozott-e az autó lökhárítója, vagy sem; de hogy ne legyek még hülyébbnek nézve, mint amilyen vagyok, mostanában már magára az autóra is rá szoktam keresni. Így amikor először utána néztem a *Land Rover* által gyártott *Range Rover Sport PHEV*-nek, vigyorogva konstatáltam, hogy ebből is cikk lesz, mégpedig jó vizes! Bár a cikk címe *Jaguár akku*, de ez rövidebb, mint százszor leírni a *L-R-R-R-S-PHEV* szóvirágot, márpedig ugyanazt az akkut használják a *Jaguár*ban is, és a hosszúnevűben is. És mivel is lehetne jobban felütni az írásomat, ha nem egy olyan publikus képpel, ahol szépen be van karikázva a szóban forgó akkumulátor az autó hátsó részén? (És igen, ez a hosszúnevű...)



Az ábrán amúgy minden fontos dolog fel van tüntetve magáról az autóról, talán csak annyit tennék hozzá, hogy az akkuk valódi kapacitása 14.9 kWh (szerintem – más források 14.7 kWh kapacitást írnak), miközben a kivehető kapacitás 13.1 kWh. Persze míg ezt beírom, már nincs fent a fedél sem, én meg ezt látom:



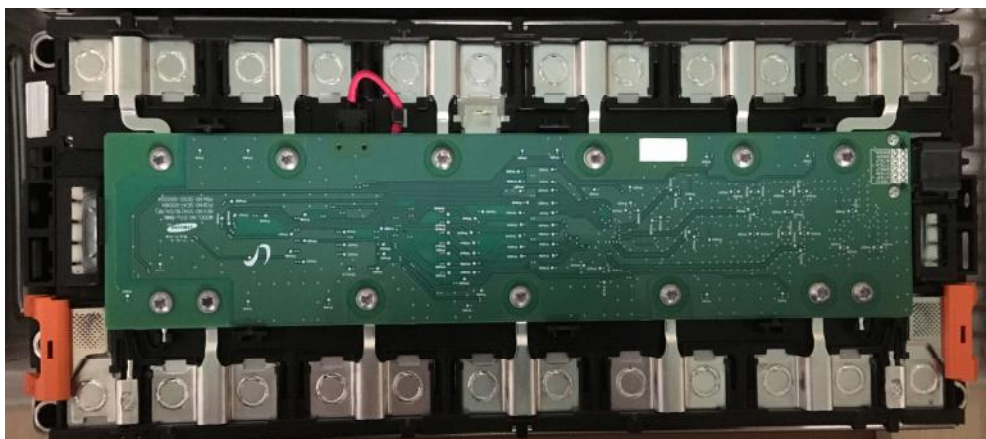
A kifejezetten esztétikusan szerelt akkuban Z alakban vannak sorba kötve a 3-3 modulból álló egységek. Pillanatok alatt szétkapható, és bár tekintélyes súlya van egy-egy ilyen 3-as modulnak, a fotó kedvéért megfordítom, hogy látszódjon a vízhűtés, amely egyszerre hűti a 3 modult:



A Samsung logóból már sejthető, hogy a cellákat ki gyártja, de azért nekem ennél több infó kell, így bontok tovább, amikor meglepő felfedezést teszek: ez az akkumulátor emeletes!!!



Bizony-bizony: a korábban hitt 6 modul helyett 9 van benne, így jön ki a ritka magas, 108-as cellaszám – merthogy egy-egy modul 12 cellát tartalmaz, és 3x3, azaz 9 db ilyen modul van benne sorba kötve. Emiatt az akku névleges feszültsége 395V, ami elvben akár 443V-ig is elmehet; ez 40V-al, azaz 10%-al több, mint az 5x ekkora kapacitású Tesla akkuk maximális feszültsége. A magasabb feszültség tulajdonképpen nem rossz, hiszen vékonyabb vezetékek is elegendőek hozzá, az elektronikának meg kb. 480VDC alatt egyre megy, mennyi az annyi. Mivel a FET-ek 650VDC-t tudnak, mindenféle biztonsági ráhagyással még talán 550VDC is beférne. Ha pedig elterjednek (és így olcsóbbá válnak) a szilícium-karbid alapú (SiC) félvezetők, az 1000VDC-s akkufeszültség sem lesz ritka.



És amikor az utolsó modult is kiszedtem, meghűlt az ereimben a vér eme kép láttán:



Nos, aki szereti tornáztatni az agyát, az most ne olvasson tovább, hanem próbáljon rájönni, min akadhattam ki annyira?

Na jó, adok egy segítséget: az írás alcíme „avagy az elektromos autó és a víz”.

Szabad a gazda? Nos, ebben az akkuban a jobb alsó sarokban lévő nagy szellőzőnyílás (a kék „P” betű melletti lyuk, az alján egy szűrővel) nem az akku legalján van, hanem jó 12 centivel felette, úgy a „középszinten”. Tehát ha ez az akku egyszer sok vizet kap, akkor az alsó 3 modul, azaz összesen 36 db cella és 3 BMS panel nyakig vizes lehet, mert onnan soha többet nem fog a víz kijönni! Tekintettel arra, hogy ez egy nagyon súlyos állítás részemről, többször is leellenőriztem, hogy semmiféle vízérzékelő nincs az akkumulátor semmilyen részén, főleg nem a teknő alján. Egyszerűen meg sem fordult a tervezők fejében, hogy ide víz kerülhet. De elég csak a vízűtést megemlítenem, és annak 6 db belső csatlakozóját, a 2 db T alakú elágazó idomot, és a vízhőfok-hőérzékelőket. Ezek bármelyike szivároghat!

Hasonló veszély az összes eCar akkut fenyegeti, de azokon legalább alul volt a leeresztő nyílás. Sőt, az első *Tesla Roadster* akkuja máig az egyetlen, amiben ez idáig vízérzékelőt találtam: egy dupla fémezést tartalmazó csík halad végig az akku alján, a hátsó falhoz ragasztva, így az autó gyorsításakor az akku alján lévő víz pont ráfolyik.



És akkor még nem is mondtam a legfontosabb veszélyt: ha ez az autó akár csak egyetlen alkalommal is mély vízbe megy, akkor ez az alaphól meleg és hatalmas aluöntvény a hideg víz hatására lehül – ahogy a benne lévő levegő is! A hőmérséklet-változást nyomás-változás követi, és a hermetikusan zárt akkumulátor jó porszívóhoz hasonlóan szépen fel fogja szívni a vizet. Gondosan megszűrve persze, de azért csak be fog folyni a víz, ami aztán onnan többé ki nem megy. De hogy kerülne oda a víz, kérdezhetitek? Csak 4 marketing fotóval válaszolnék:



Azt hiszem, nem merő rosszindulat beszél belőlem, amikor agyhalottnak tartom az összes olyan marketingest, akik ész nélkül nyomják az „autó = szabadság, szerelem” mottót: vegyél egy hobbi-terepjárónak titulált SUV-ot, menj ki a szabadba, ugrálj bele az összes pocsolyába, mint egy szellemileg retardált négyéves, és majd ettől leszel boldog! Emberek, észfék!

Az elektromos autók érzékenyek a vízre! Tudom, hülyeség leírnom, de amikor egy mikro használati utasításában benne van, hogy nem alkalmas a macska megszáritására, akkor én már semmin sem csodálkozom! Még egy 48V-os *Mild-Hibrid* izével szerelt autó se igazán szereti a vizet, de egy ~400VDC egyenfeszültséggel szerelt PHEV pláne nem! Erre azzal próbálják eladni, hogy csónakázz vele nyugodtan... Nézzétek meg újra a legelső képet, a röntgen-rajzot: az oké, hogy az akku magasabban van, de a fedélzeti töltő és a DC/DC kb. a földet súrolja! És mindkettőn vannak szellőző nyílások, különben a légnyomás változása, vagy egy svájci hegy meghágása miatti nyomáskülönbség összeroppantaná a dobozt, vagy letépné a fedelét. Ezek a szellőzőnyílások teljesen szakszerűen kialakított apró, kb. 4-5 mm-es lyukak:

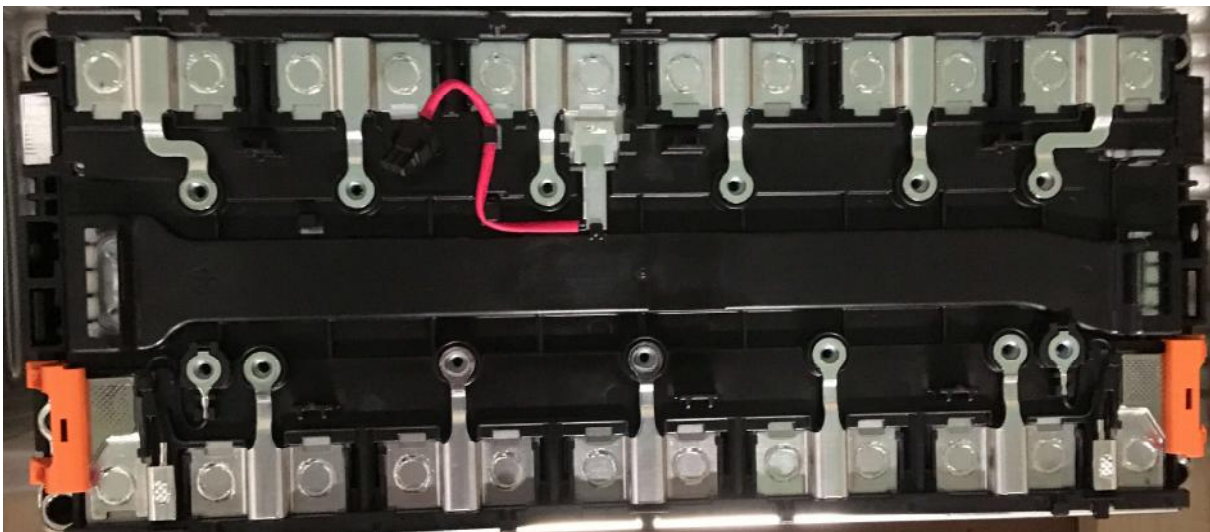


Amikor pl. egy DC/DC üzem közben dolgozik, felmelegszik. Ha Te belemész egy gázlóba, egy aluljáróban lévő özönvízbe, egy patakba, akkor az lehüti és így a vizet magába szippantja. És odabent folyamatosan párolog, lecsapódik a hideg részeken, amik jellemzően a vezérlő elektronika millió-lábú, érzékeny áramkörei, hiszen azokat direkt úgy tervezik meg, hogy ne melegedjenek nagyon, mert akkor elmásznak a mérési paraméterek. Kijönni nem tud, mert nincs olyan nagy légáramlat, hogy kiszellőzzön. És szilika-géles zacskó csak az akkukban szokott lenni, mivel azok olyan nagy térfogatúak, hogy rengeteg bennük a levegő, és komoly mértékben „lélegeznek”. És a hajnalonként beszívott friss pára azoknak sem tesz jót. A *Smart ForTwo* leírásában pl. benne van, hogy kétévente ki kellene cserélni az akku aljában lévő, rúd alakú szitában lévő szilikagéles nedvszívó elemet (angolul *Desiccant Cartridge*). Tízezrekben is mernék fogadásokat kötni, hogy még mindenkinek az eredeti van benne...

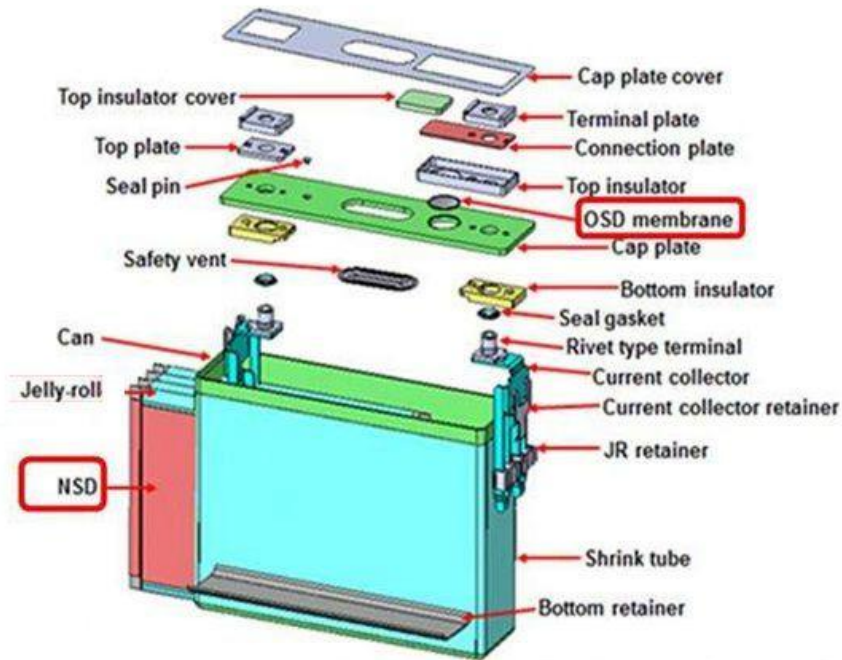


Természetesen a mosást bírják az elektromos autók, hiszen az IP56-es védetség alap egy autó érzékeny elektronikájánál; az pedig hivatalosan az „erős vízszugár és vízbe merítés ellen védett (rövid ideig tartó merülés, nem károsító mértékű szivárgás megengedett)”. Tehát be tud jutni pár csepp víz, de mivel az elektronikák lakkozva vannak, nem tud akkora mennyiségű víz felhalmozódni a panelen, hogy cseppeket alkotva zárlatot csináljon két láb között. Sokak szerint az autók IP67-et is tudnak; de elég csak az előző oldal alján lévő szellőzőket megnézni ahhoz, hogy teljesen kizártnak tartsak egy „vízbe merülés ellen védett korlátozott ideig (0,15–1 m között 30 percig)” kategóriát.

Oh, most kapok észbe, hogy túlon túl felvizeztem az írásomat, merthogy alapvetően ez egy akkukról szóló cikk lenne. Így hozzám illő idióta csavarral a víz után rögtön jöjjön a tűz, mert köztudomásúan nem vagyok komplett:



A fenti fotón középvonalban megy egy műanyag borda-féle, aminek mindkét vége szabad. Ha azt mondom, hogy az a kémény, nem hívjátok rám a mentőket? A bal oldali végén látszik is az akkucella közepén egy ovális alakú fémlap, amin egy „X” jel van. Ez az úgynevezett „szakadó membrán”, angolul *Safety Vent* (== biztonsági szelep) néven fut, bár a magyar neve sokkal találóbb: pontosan azért van ott, hogy ha az akkucella megsérül belül pl. egy gyártási hiba miatt, akkor a keletkező túlnyomástól ez a membrán az X jel mentén kireped, és füstöt ereget magából. Ezt a BMS elektronika alá helyezett kémény elvezeti az elektronikától, hogy az ne okozhasson ott ívzárlatot, illetve (mivel ionizált, fém lítiumot is tartalmazó, áramot jól vezető gőz is lesz benne) ne juthasson el a többi, még ép cella kivezetéséhez, mert azokat is rövidre tudná zárni, fokozva ezzel a tüzet és a károsodást.



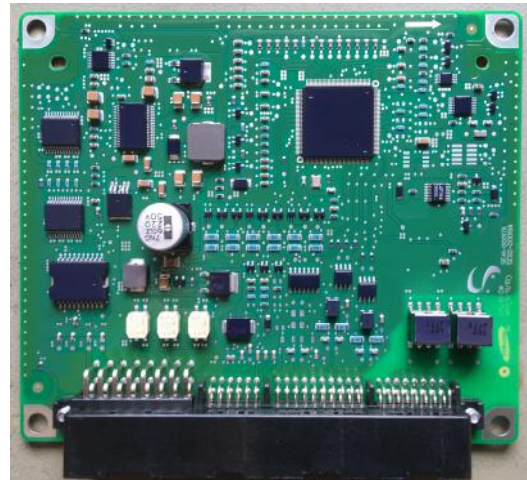
Fentieknek van egy folyamánya is: talán egy éve is lehetett, amikor egy szalonban füstölni kezdett egy *BMW*, mire az „elővigyázatos” tűzoltók az egész autót belerakták egy konténerbe és nyakon zúdították 8 köbméter vízzel – merthogy a *Tesla* ezt ajánlotta az egyik írásában a karambolos autók oltására. Két megjegyzésem lenne ehhez:

Részint a *BMW*-ben is ugyanilyen *Samsung SDI* cellák vannak, talán hasonló kéményes megoldással (még csak futólag láttam a *BMW* akkuját, így nem emlékszem pontosan rá). De az biztos, hogy ez a szakadó membrán azokon is rajta van. Lehet, hogy furán fog hangzani, de egy elektromos autónak jogában áll egymagában füstölnie; ez biztosan nem üzemszerű, de nem feltétlen katasztrófális dolog. Ezért kár volt elpusztítani egy egész autót, mert szerintem simán javítható lett volna modul-cserével.

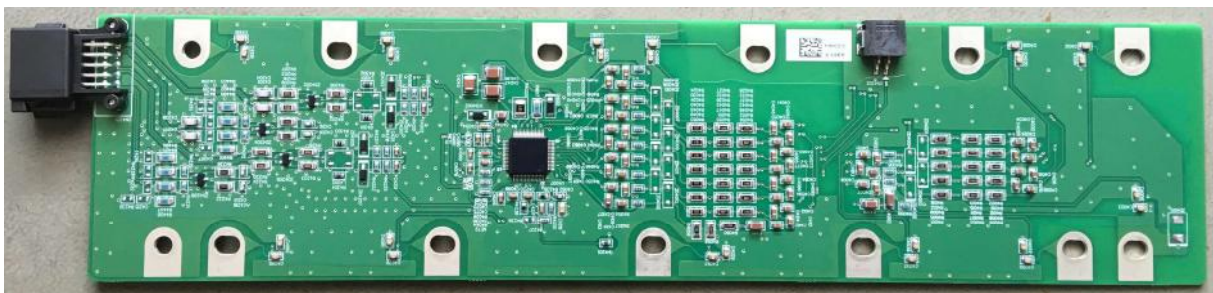
Másrészt ezt a bizonyos *Tesla*-ajánlást a *Teslá*kra ajánlják – nem véletlenül! A *Teslá*-kban négy-nyolcezer hengeres cella van, amelyek mindegyike képes petárdát játszani, ha karambol miatt súlyos sérülés éri őket. És mivel nagyon szorosan vannak szerelve, egyik a másikat fel tudja gyújtani. De csak a közvetlen szomszédait! Így aztán ha az akku egyik szélé kigyullad a karambol miatt, egy perc után kigyullad a következő 2-3 cella, aztán újabb egy perc, mire a szomszédos 4-6 cella kigyullad – és órák, de inkább egy teljes nap, mire végig ég az egész. Emiatt tényleg az a biztonságos, ha elárasztós oltással lesz az egész megoldva. Ezzel szemben az összes többi elektromos autóban zacskós vagy prizmatikus cellák vannak, amelyekből nincs túl sok: még egy Amperában is csak 288 db van, ebben a Jaguárban meg csak 108 db.

Ha egy ilyen „százcellás” akku igazán kigyullad, akkor az végig ég kb. 10 perc alatt. Max. 30 perc. Teljesen felesleges elárasztani az egész autót! Amíg ég, hűteni kell az akku közvetlen környezetét, az akkut meg hagyni kell kiégni. Eloltani úgyszólván lehetetlen! És ha kiégett, az már egy árva füstpamacsot sem fog többé kiadni, nekem legalábbis ez a véleményem. A kezemben kigyulladt Volvo akku-modulban két cella zárlata után magától kialudt a tűz! Még csak meg sem kíséreltem oltani. A többi 7 cella a mai napig jól van, köszöni szépen. (A 8.-at én dobtam ki, biztonsági okokból.) Direkt teszteltem le, hogy egy ilyen tűz után mi marad az akkuból.

Tűz és víz után folytassuk újra az akkuval, bár nagyon nem tudok már mit mondani róla. Nekem ez már a „sokadik”, szóval régi ismerősként köszön vissza a kontaktor-csoport az ún. *PreCharge* relével (sárga), a háttérben a 30  $\Omega$ -os ellenállással, alul a *Panasonic* kontaktorral, ill. az egész akkut vezérlő BMS panel, a rajta lévő kontaktor-vezérlő áramkörökkel.



Ami számomra érdekes és tanulságos volt ebben a *Samsung*-féle BMS-ben, az az volt, hogy megjelentek a piacon a redundáns BMS rendszerek. Ez alatt azt kell érteni, hogy az itt alkalmazott BMS chipnek létezik egy „ikertesója”, ami cellákat kiegyenlíteni ugyan nem tud, de a cellafeszültségek független mérésére alkalmas. Ez azért jó, mert ha a BMS elromlik – és ez sajnos elég gyakran megesik, legalábbis én már egy tucatot javítottam meg tavaly – akkor a cellafeszültségek rosszul lesznek mérve, és a cella túltöltődhet, emiatt kigyulladhat. Ezért az lesz a jövő egyik fejlődési iránya, hogy az egyik chip „mér és intézkedik”, a vele párhuzamos második, más típusú chip viszont csak mér, ami lényegesen egyszerűbb belső felépítést jelent. És a fő BMS panel másodpercről másodpercre ellenőrzi, hogy a két mérési adat között nincs-e eltérés. Ebben ezt még nem alkalmazták, mert jól láthatóan itt még csak egyetlen chip van:



Ennyi fért bele a mai mondókámba... Igyekeztem a száraz szakmai részletek helyett vizes témákat leírni, mert a *Facebook*-on mostanában többször is felmerültek ezek a kérdések. A tüzes részt meg vegyétek gratísznak! ☺

Verzió: 1.00, 2020-01-27, Tata

**Varsányi Péter E.V.**

Tel: +36-20-942-7232

Web: <https://varsanyipeter.hu/>

Email: [info@varsanyipeter.hu](mailto:info@varsanyipeter.hu)