

## ELEKTROMOS HAJTÁSÚ AUTÓK SZERVIZELÉSÉNEK MUNKABIZTONSÁGI ELEMZÉSE

**Zákányi Balázs** 

egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar,  
Víz- és Környezetgazdálkodás Intézet  
3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: [balazs.zakanyi@uni-miskolc.hu](mailto:balazs.zakanyi@uni-miskolc.hu)

**Hasulyó Gábor**

munkavédelmi szakmérnök hallgató, Miskolci Egyetem, Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar,  
3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: [gabor.hasulyo@student.uni-miskolc.hu](mailto:gabor.hasulyo@student.uni-miskolc.hu)

**Zákányiné Mészáros Renáta** 

tudományos főmunkatárs, Miskolci Egyetem, Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar,  
Alkalmazott Földtani Kutató Intézet  
3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: [renata.zakanyine@uni-miskolc.hu](mailto:renata.zakanyine@uni-miskolc.hu)

### **Absztrakt**

Az IPCC éghajlatváltozás mérsékléséről szóló összefoglaló jelentése szerint a környezetbarátabb villamos energiával működő elektromos járműveknek jelentős szerepük van az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésében. A szárazföldi közlekedésben a CO<sub>2</sub>-csökkentés legnagyobb potenciálját - életciklus-alapon - az alacsony ÜHG-kibocsátású elektromos járművek kínálják (Skea et al., 2022). Munkánkban az elektromos autók szervizelésének kockázataival, veszélyeivel és mérséklési lehetőségeivel foglalkozunk. Célunk a tisztán elektromos járművek szervizeléséhez szükséges képesítések, képzési anyagok, egyéni védőeszközök, valamint szerszámok és berendezések meghatározása. Célunk továbbá, hogy ismertessük a biztonságos elektromos autójavítás előtt teendő lépéseket és intézkedéseket. Végző következtetéseink kiindulópontot nyújthatnak az elektromos járművek biztonságos szervizeléséhez.

**Kulcsszavak:** elektromos autók, autóservizelés, munkavédelem

### **Abstract**

According to the IPCC Summary Report on Climate Change Mitigation, electric vehicles powered by more environmentally friendly electricity have a major role to play in reducing GHG emissions. The greatest potential for CO<sub>2</sub> reductions in land transport, on a life-cycle basis, is offered by electric vehicles with high potential for low GHG emissions (Skea et al., 2022).

In our work, we address the risks, hazards and mitigation options for electric car servicing. Our aim is to identify the qualifications, training material, personal protective equipment, and tools and equipment necessary for the servicing of pure electric vehicles. We also aim to describe the steps and measures to take before a safe electric car repair. Our final conclusions can provide a starting point for safe servicing of electric vehicles.

**Keywords:** electric cars, car servicing, work safety

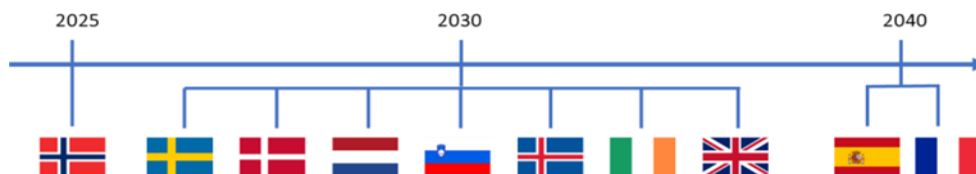
## 1. Bevezetés

Az e-mobilitás forradalmának és társadalmi elterjedésének az egy töltéssel megtehető kb. 200 km-es hatótáv szab gátat, azonban be kell valljuk, hogy a napi használat során az embereknek ritkán kell többet megtenniük ennél. Ezt a közlekedési alternatívát választó potenciális felhasználók feltehetőleg már otthonukat is napelemmel vagy geotermikus energiával látják el, így elektromos autójukat is környezetkímélően megújuló energiával töltik. Azonban a villanyautók többsége nem az utakon szennyez, hanem előállítás és töltése során, ha nem megújuló energiából nyerjük az e-autók energiaszükségletét, csak a CO<sub>2</sub> termelődésének helyszíne változik. A gépjárművek elektromos meghajtása több évtizedes múlttal rendelkezik és lényeges piaci térhódítása az utóbbi években figyelhető meg, amely új műszaki megoldásokat követel azok karbantartásához és szervizeléséhez, amelyre sok meglévő szerviz még nincs felkészülve. Az elmúlt években majdnem minden autógyártó piacra dobott tisztán elektromos hajtású autót. Bár az elektromos járművek részesedése a teljes járműparkhoz viszonyítva még csekély, ennek ellenére a szervizeknek már fel kell készülni arra, hogy a jövőben egyre több elektromos hajtású jármű felülvizsgálatát vagy javítását kell elvégezniük, mert az elektromos hajtás elterjedésével megváltoztak az alkalmazott alapvető karbantartási stratégiák is. Számos kockázatot hordoz magában az elektromos gépjárművek szervizelése. A hagyományos belső égésű motor meghajtású gépjárművekkel szembeni szignifikáns különbség a nagyméretű akkumulátor.

## 2. Jogi- és gyártói háttér

Az elektromos gépjárművek értékesítése exponenciálisan nőtt a csökkenő költségek, a fejlődő technológia és a kormányzati támogatás miatt. Több országban jogilag biztosítanak a kormányok kedvezményeket, amikkel ösztönzik az elektromos járművek elterjedését, többek között ilyen az engedélyezett buszsáv használat, adókedvezmények, ingyenes töltőhálózati pontok, ingyenes komppal történő vízi szállítás és parkolás. Norvégia, Izland, Svédország, Hollandia és Kína lenyűgöző ütemben vált át elektromos járművekre, ez az első 5 ország, ahol a legmagasabb az elektromos járművek értékesítésének aránya. Ezen országok erős kormányzati politikája és pénzügyi ösztönzői kikövezték az utat a dinamikus elektromos-gépjármű eladások növekedéséhez.

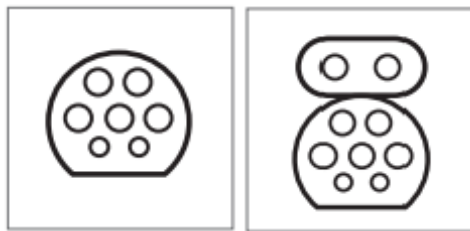
Az elektromos technológia elterjedésben nagy szerepük lesz az egyes államok törvényhozásainak, mert a közúti közlekedés elektromos alapokra történő átállítása nélkül nem érhetőek el a környezetvédelmi célok és a szigorodó emissziós kvóták. Számos ország a következő évtizedekben tervezi betiltani a belső égésű motorral ellátott gépjárművek értékesítését (1. ábra).



1. ábra. Belső égésű motorral ellátott járművek betiltásának tervezett időpontja egyes országokban (ITM, 2022)

Az alternatív üzemanyagok infrastruktúrájának kiépítéséről szóló 2014/94/EU uniós irányelvnek való megfelelést szolgáló és a hazai jogalkotással átteljesített az elektromobilitás szolgáltatás egyes kérdéseiről szóló 243/2019. (X.22.) Korm. rendelet tartalmazza az elektromos járművek töltésének módját és feltételeit, a gépjárműtöltési szolgáltatás követelményeit, a töltőpont töltési teljesítményét

(3,7-22 kW). A rendelet értelmében a nyilvános elektromos töltőpontoknak kivétel nélkül rendelkezniük kell az MSZ EN-62196-2 szabványnak megfelelő háromfázisú 2. típusú csatlakozódugallal (2.ábra), amely a töltőállomáson 43 kW (400 V, 63 A) töltési teljesítményt biztosít. Ha nagy teljesítményű töltés is lehetséges ez esetben 1 db MSZ EN 62196-3 szabvány szerinti kombinált csatlakozó (2.ábra) megléte is szükséges, amely további két elektromos érintkezővel egészíti ki a 2-es típusú csatlakozót. A gyorsöltésre alkalmas kombinált csatlakozódugallj támogatja az AC és DC (váltakozó áramú és egyenáramú) töltést, maximális töltési teljesítménye 170 kW (2014/94/EU; Internet\_1).



2. ábra. Balról 2-es típusú csatlakozó, jobbról kombinált csatlakozó (Internet\_1)

Az MEKH jelentése alapján 2022-ben az elektromos autókba összesen 7,1 GWh energiát töltöttek nyilvános elektromos töltőállomásokból, de ez nem a teljes mennyiség, amit Magyarországon elektromos járművek töltésére használtak, mert a háztartási töltésnél elfogyasztott energiamennyiség nem szerepel a statisztikában. Az elektromos autók villamos töltésekor lehetséges áramütés fokozott kockázatára hívja fel a figyelmet a 6/1990. (IV. 12.) KöHÉM rendeletet módosító 40/2015. (VI. 30.) NFM rendelet, amely az elektromos autók egyfajta egységesítése mellett segítséget nyújt azok beazonosításához is.

A közúti járművek műszaki megvizsgálásáról szóló 5/1990 (IV.12.) -ei KöHÉM rendelet értelmében minden elektromos meghajtású járművet köteles a tulajdonosa műszaki vizsga előtt érintésvédelmi vizsgára bocsátani. Erre az áramütés veszélyének elkerülése, valamint az elektromos zárlat kialakulásának megelőzése végett van szükség. Az érintésvédelmi felülvizsgálatnak ki kell terjednie csatlakozókábel vizsgálatára, sérülésmentességére, folytonossági és szigetelési ellenállásmérésére és az IP védettségére. Sok szerviz és műszaki vizsgabázis között évek óta nincs egyetértés, hogy a tisztán elektromos autók vizsgáztatása során szükség van-e érintésvédelmi felülvizsgálatra vagy sem. A bizonytalanságot az okozta, hogy a közúti járművek forgalomba helyezésének és forgalomban tartásának műszaki feltételeiről szóló 6/1990 (IV.12.) KöHÉM rendelet 9. § (3) pontja szerint a villamos meghajtású, valamint villamos berendezéssel felszerelt járműnek meg kell felelnie a vonatkozó érintésvédelmi előírásoknak, ezt sok vizsgabázis a korábbiak alapján trolibuszokra alkalmazta, így többen eltekintettek az elektromos autók ilyen jellegű vizsgálatától, hogy ne terheljék extra költségekkel a tulajdonosokat.

A gyártók az általános szabályozások szigorú betartása mellett folyamatos biztonságot növelő fejlesztésekkel igyekeznek elérni ügyfeleik bizalmát. Egy ütközéses baleset által kiváltott tűz vagy áramütés elkerülése miatt a gyártók úgy alkották meg az elektromos autókat, hogy ütközés hatására az autó saját magát feszültség-mentesítse.

Az áramütés veszélyére hívja fel a figyelmet a gyártó azzal, hogy az elektromos autók magasfeszültségű vezetőkeleit narancssárga színnel jelöli. Töltési útmutatóban szabályozzák az optimális töltési időt lassú és gyors töltés esetére is, valamint felhívják a figyelmet a túltöltés robbanás veszélyére. De nem csak az autókban ülőkre nézve kell a gyártóknak a kockázatokat csökkenteniük, hanem a

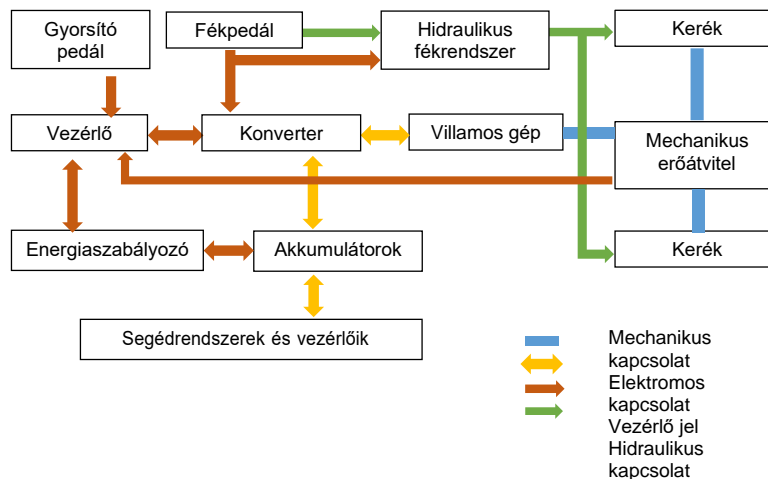
gépjárművet karbantartókra vagy a baleset esetén az azon beavatkozást végző tűzoltókra nézve is csökkenteniük kell a veszélyforrásokat (Vajda, 2018; NFPA, 2010).

### 3. Elektromos gépjárművek felépítése

A gyártók igyekeznek kihasználni a villanymotorok üzemeltetési szempontból kedvező külső karakterisztikáit. Egy elektromos autó szerkezeti kialakítása nagyban függ az alkalmazott villanymotortól, ezért itt egy általánosan értelmezhető felépítés (3.ábra) kerül bemutatásra.

Az elektromos meghajtás három alrendszerre bontható:

1. hajtáslánc (vezérlő- és átalakító egység, villanymotor, mechanikus hajtómű),
2. energiaforrás,
3. segédberendezések (Erjavec, 2013).



3. ábra. Elektromos autó elvi felépítése

A meghajtás és a meghajtáshoz alkalmazott motorok alapján már látszik a különbség az elektromos gépjármű felépítésében, de nagy kontrasztot az üzemanyagtankok helyére került, az elektromos energiát biztosító nagyméretű Li-ion akkumulátorok adnak.

Az elektromos autók leggyengébb pontja kétségtelenül a lítium-ion akkumulátor, amely évről-évre degradálódik. Ez a folyamat a mérnökök által ismert jelenség, a degradáció mértéke évente 1-4% között mozog. A lítium-ion akkumulátorok összetétele, energiasűrűsége folyamatosan javul és egyre tartósabb ez az alkatrész. Erre utal, hogy az eredetileg 5 éves akkumulátor garanciát az autógyártók egytől-egyig 8 évre emelték. A tapasztalat egyébként az, hogy a 10 évvel ezelőtt gyártott autók csökkent hatótávval ugyan, de a mai napig használatban vannak 60-80% körüli akkumulátor állapot mellett (Internet\_2).

### 4. E-autók csoportosítása az akkumulátor mérete szerint

#### Hibrid elektromos autó

HEV (Hybrid electric vehicle): Kis elektromos akkumulátort tartalmaz, amely kiegészíti a belső égésű motort. Az akkumulátort visszatölti a benzinmotor és a fékezési energia.

**Tölthető elektromos autó**

PHEV (Plug-in hybrid electric vehicle): Nagyobb méretű akkumulátort tartalmaz, mint a hibrid autó és az akkut közvetlenül az elektromos hálózatról töltik.

**Kiterjesztett hatótávolságú elektromos autó**

EREV (Extended range electric vehicle): Villanymotor hajtja, de ha anagyméretű akkumulátor lemerült az elektromos generátort egy belső égésű motor hajtja meg.

**Akkumulátoros elektromos autó**

BEV (Battery electric vehicle): Nem tartalmaz belső égésű motort, elektromos hálózatról tölthető a nagyméretű akkumulátor.

**Üzemanyagcellás elektromos autó**

FCEV (Fuel cell electric vehicle): Az akkumulátort oxigénből és hidrogénből álló üzemanyagcella helyettesíti, a hidrogént platina katalizátoron átnyomva két ionra és elektronra szakad, az elektron hajtja a motort és az oxigénnel keveredett hidrogén gőzként távozik.

**5. Nagyfeszültségű alkotóelemek az elektromos autókban****Teljesítmény elektronika**

Átalakítja a nagyfeszültséget kis feszültséggé a 12 V-os hálózat számára, ezenkívül átalakítja a nagyfeszültségű akkumulátorból érkező egyenfeszültséget váltakozó feszültséggé az elektromos gép számára és fordítva az akkumulátor töltésére.

**Nagyfeszültségű akkumulátor**

A nagyfeszültségű rendszer tárolója, tartalmazza az akkumulátor szabályozó elektronikát és a karbantartó csatlakozót.

**Elektromos gép**

Váltakozó áramú szinkrongép, amely mozgatja a járművet, indítja a belső égésű motort és generátorként tölti a nagyfeszültségű akkumulátort és a teljesítményelektronikán keresztül a 12 V-os akkumulátort is.

**Klímakompresszor**

Nagyfeszültség hajtja és a teljesítmény elektronikához csatlakozik.

**Nagyfeszültségű vezetékek**

Narancssárga színnel jelölt nagy keresztmetszetű vezetékek kötik össze egymással a nagyfeszültségű alkatrészeket.

- Egy vezeték köti össze a teljesítményelektronikát a klímakompresszorral (266 V DC);
- Két vezeték köti össze a nagyfeszültségű akkumulátort a teljesítmény elektronikával (266 V DC);
- Három vezeték köti össze a teljesítményelektronikát az elektromos géppel (300 V AC).

**6. Villanyautó szervizelése**

Akár hagyományos vagy elektromos autóról van szó nem különbözik a futómű, ablaktörlő lapátok, gumiabroncsok elhasználódása. Ugyan úgy ellenőrizni szükséges időközönként az elektromos gépjármű futóművét és fékrendszerét is. Mindenképpen cserélni kell szervizeléskor a pollenszűrőt és a

fékfolyadékot is. Fontos szerepet tölt be a hűtőfolyadék a villanyautók részegységeinek hűtésében, ezért ezt is cserélik 120 ezer kilométerenként.

Az elektromos autókban általában olyan háromfázisú, váltakozóáramú szinkronmotorokat alkalmaznak, amelyek nem tartalmaznak kopó alkatrészeket, így maguk a motorok szinte nem igényelnek karbantartást. De vannak más karbantartást vagy ellenőrzést igénylő alkatrészek, mint pl. a fékek, igaz ezeket is ritkábban kell cserélni, mivel az elektromos járművek kevésbé veszik igénybe a fékeket. Ennek egyik oka a már ismertetett rekuperáció, amely során az autó fékezésekor mozgási energia alakul elektromos energiává, így az visszanyerhető. A rekuperáció egyfajta motorfékként is szolgál, aminek eredményeképpen csökken a fékrendszer igénybevétele, így nem kopik olyan gyorsan, mint a belsőégésű motor esetében. Az elektromos autók a nagyméretű meghajtó Li-ion akkumulátor mellett tartalmaznak egy hagyományos ólom savas 12 V-os másodlagos fedélzeti akkumulátort is, amelyre a nagy kapacitású lítium-ion akku mellett azért van szükség, hogy a hagyományos belső égésű autókkal megegyező alkatrészeket ellássa feszültséggel, pl. ablaktörlő, világítás, rádió, műszerfal. Valamint kikapcsolt állapotban biztonsági okokból a nagyfeszültségű akkumulátor le van választva, így a rendszer bekapcsolását a 12 V-os akku végzi el. A villanyautóban nem szükséges motorolajat és olajsűrőt, légsűrőt, benzin- vagy gázolajsűrőt cserélni, valamint gyújtógyertyát vagy izzítógyertyát sem, mert ezeket nem tartalmazza.

Specifikus komponensként kerül fel a karbantartási listára a nagyméretű akkumulátor, amelyet sokszor szemrevételezéssel ellenőriznek. Az általános karbantartás részeként egyrészt a töltőcsatlakozást és a kábelcsatlakozásokat, másrészt az akkumulátor állapotát vizsgálják meg alaposan (Internet\_2; Internet\_3; IDIS Konzorcium, 2021).

## 6.1. Szervizelési teendők

Összegyűjtöttük az 5 legfontosabb szervizelési feladatot, amelyet egy elektromos autó esetén el kell végezni. Ezek mellett tartalmaz részfeladatokat is, mint például az ablaktörlő lapátok, mosófolyadékok és a gépjármű világításának az ellenőrzése.

### Akkumulátor ellenőrzése

A rendszeres szerviz során ellenőrizni szükséges a hőmérséklet-szabályozó rendszert és a cellák megfelelő működését és ha szükséges cserélni kell a hűtőfolyadékot. Hibás akkumulátor esetén cserélni szükséges a modult is (4.ábra).

### Futómű ellenőrzése

A rendszeres szerviz során megvizsgálják a kormányműveket, összekötőket, gumiharangokat és a futóművet.

### Keréktárcsák és gumiabroncsok ellenőrzése

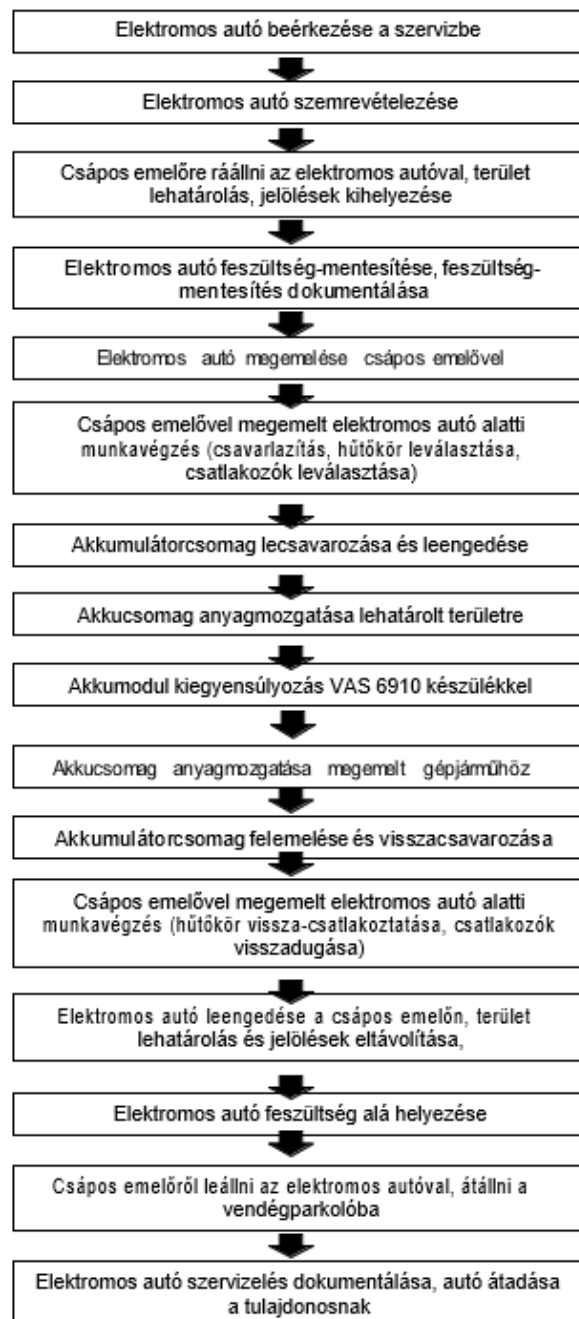
Ilyenkor ellenőrzik a légnyomást és a futófelület barázdamélységét. Amennyiben nyári gumi esetén 2 mm és téli gumi esetén 4 mm alá csökken le kell cserélni a gumiabroncsot, mert veszélyeztetheti a biztonságos közlekedést.

### Fékrendszer és fékfolyadék ellenőrzése

Már korábban leírtuk a regeneratív fékrendszer működését és ezáltal a hosszú élettartamát, de ezeket is ellenőrzik a rendszeres szerviz során, valamint cserélik a fékfolyadékot.

### Utastérszűrő csere

Az aktív szén vagy bionikus utastérszűrő az utastérbe belépő levegőt szűri, amely sokszor eltömődik a szennyeződések és por miatt. Ennek csereperiódusa megegyezik a szerviz intervallummal, így azokat minden rendszeres szerviz alkalmával cserélik (Internet\_4).



4. ábra. Elektromos autó akkumulátorcsomag cseréjének folyamatábrája

## 6.2. Szervizeléshez szükséges képesítések és javasolt eszközök

A legtöbb szerelő már találkozott elektromos (BEV) vagy hibrid autókkal (HEV, PHEV). Az ilyen típusú járművek szervizelése a járműben lévő nagyfeszültségű rendszer miatt kockázatot jelent a szervizelést végző számára. A balesetek elkerülése érdekében fontos, hogy azokat kizárólag szakképzett személyek szerelhetik, akik kötelesek követni a gyártó által meghatározott eljárásokat és vonatkozó biztonsági szabványokat (pl. MSZ EN 50110-2:2011). Mivel az elektromos autók hajtóakkumulátorai ipari akkumulátorok és 100-400 V közötti feszültséggel rendelkeznek, így a szervizelést csak nagyfeszültségű oktatásban részesült személyek végezhetik.

### Képesítési szintek

- Képzetlen személy: Képzetlen személynek minősül a szervizelés szempontjából minden a nem a műhely alkalmazásában álló személy, a járművel érkezett vezetőtől a javításhoz szükséges alkatrészek szállítójáig. Ez azért van, mert lehetetlen meghatározni, hogy ezek az emberek milyen ismeretekkel rendelkeznek az elektromos veszélyekről vagy a nagyfeszültségű rendszer működéséről. A képzetlen személyeket meg kell akadályozni abban, hogy a műhely helyiségeiben és az elektromos munkaterületen hozzáférjenek a járműhöz.
- Elektro-technikailag kiképzett személy - EiP, EuP: A nagyfeszültségű alapképzést mindenkinek meg kell kapnia, aki ilyen szervizben dolgozik, az autósósótól a gumiszerelőig mindenkinek. Ezzel a munkavállaló felismeri a rá leselkedő veszélyt, amit leginkább a vastag, narancssárga, nagyfeszültségű kábelek, illetve a 400 V-os egyenfeszültség jelentenek és tisztában vannak a járművön jelentkező veszélyekkel, a rendelkezésre álló egyéni védőeszközökkel, a nagyfeszültségű alkatrészeken található jelölésekkel, valamint az elsősegélynyújtás elveivel. A képzett személy feszültség-mentes állapotban végezhet a járművön olyan javítási és karbantartási munkákat, amelyek nem a nagyfeszültségű rendszerhez kapcsolódnak, pl. kerékcsere, a nagyfeszültséghez nem kapcsolódó rendszerek javítása (világítás csere), detisztában kell lennie az elvégezhető tevékenységek körével.
- Nagyfeszültségű technikus - HVT, FHV: A nagyfeszültségű technikus már rendelkezik megfelelő képesítéssel és ismeri a nagyfeszültségű rendszerek építését. Ez a minősítés lehetővé teszi a HVT számára:
  - nagyfeszültségű jármű felismerését,
  - dokumentált feszültség-mentesre kapcsolás elvégzését,
  - dokumentált újbóli üzembe helyezés elvégzését,
  - szigetelési ellenállás ellenőrzésének elvégzését,
  - jogosultságot ad a nagyfeszültségű járműveken végzett munkához nem aktív nagyfeszültségnél.
- Nagyfeszültségű szakértő – HVE: A nagyfeszültségű szakértő, aki már beavatkozhat a nagyfeszültségű rendszerbe. A szakértők, akik már magához az akkumulátorhoz is hozzányúlhatnak, szétszedhetik, illetve a cserélhető részegységeket, modulokat is kicserélheti. A nagyfeszültségű szakértői oklevél egyértelműen tartalmazza a jogosultságot:
  - dokumentált feszültség-mentesre kapcsolás elvégzésére,
  - nagyfeszültségű potenciál kiegyenlítésre,
  - nagyfeszültségű rendszer biztosításra,
  - nagyfeszültségű akkumulátor diagnosztikára, javításra,
  - sérült nagyfeszültségű akkumulátor komponensek csomagolására és szállítására.



A személyzet megfelelő képzettségének biztosítása lehetővé teszi a kockázatok minimalizálását és a munka hatékony kezelését, különböző szakterületű személyzet szükséges a nagyfeszültségű rendszerrel rendelkező elektromos jármű szervizelési teendőihez (Internet\_5).

Mint korábban említettük, Németországban már konkrét rendelet szabályozza az elektromos gépjármű javításához szükséges szakképesítéseket, ezt emelte át a Volkswagen csoport is a villanyautó képesítési szabályzatával. Azonban létezik Magyarországon is jogszabály, amely ugyan nem speciális elektromos gépjárműjavítási szakképesítésről szól csupán, hanem egységesen tartalmazza a gépjárműfenntartó tevékenység személyi és dologi feltételeit. Ez a jogszabály az 1/1990. (IX. 29.) KHVM rendelet, amely szabályozza hazánkban a hibrid és tisztán elektromos hajtásrendszerek javítása esetén szükséges képesítéseket. A rendelet értelmében ezen munkálatok elvégzéséhez felső- és középfokú szakképesítés szükséges:

- elektromos járműhajtás szakmérnök,
- okleveles villamosmérnök,
- villamos üzemmérnök,
- elektromos gép- és készülékszerelő technikus.

De úgy gondoljuk, hogy az elektromos járművek szakterületéhez kapcsolódó speciális felsőfokú mérnökök és szakmérnökök a képzési tematika alapján ezen ismeretek birtokában az elektromos hajtáslánccal szerelt járművek gyártására, fejlesztésére, tervezésére alkalmasak és nem azok szervizelésére és javítására.

A jogszabályban előírt képesítések mellett a rendelet is megengedi, hogy a javítandó hajtásrendszerrel szerelt elektromos járműgyártó által kiadott képzettségi szabályzatokbanszeplő képzés vagy képesítés megléte esetén elvégezhető a hibrid és tisztán elektromoshajtásrendszerek javításához kapcsolódó szervizfeladat.

Elkészítettünk egy oktatási segédletet, a legfontosabb szempontokkal, ismertetendő információkkal, amelyet egy nagyfeszültségű alapképzésnek tartalmaznia kell:

- Nem minden karbantartási munkához kell a nagyfeszültségű rendszert feszültség-mentesre kapcsolni.
- Az elektromosan kiképzett személy (EuP) alapvető karbantartási munkákat végezhet feszültség-mentes nagyfeszültségű rendszerenél (pl.: gumicsere, izzócsere).
- A nagyfeszültségű járműveknél végzendő szervizmunkákhoz az EuP a minimális szükséges képzettség.
- Nem képzett személy nem végezhet munkát ilyen járművön.
- Nagyfeszültségű rendszeren végzett munkához dokumentáltan feszültség-mentesre kell kapcsolni a jármű nagyfeszültségű rendszerét a nagyfeszültségű technikusnak.
- A feszültség-mentesítést és a nagyfeszültségű alkotóelem szervizmunkáit csak a HVT és HVE végezheti el.
- A járművet a HVE/HVT alapján különböző figyelmeztető feliratokkal kell megjelölnie.
- A nagyfeszültségű vezetékek narancssárga színűek és nagy keresztmetszetűek.
- A nagyfeszültségű kábel állapotáról csak szemmel győződhet meg, ha sérült a nagyfeszültségű kábel, értesíteni kell a HVT-t.
- A nagyfeszültségű rendszer a kikapcsolást követően 5 percig is áram alatt lehet.
- A nagyfeszültségű rendszer kikapcsolásának módja gyártóspecifikus.
- Soha se feltételezze azt, hogy az elektromos autó feszültség-mentesítve van, csak mert az csöndben van.

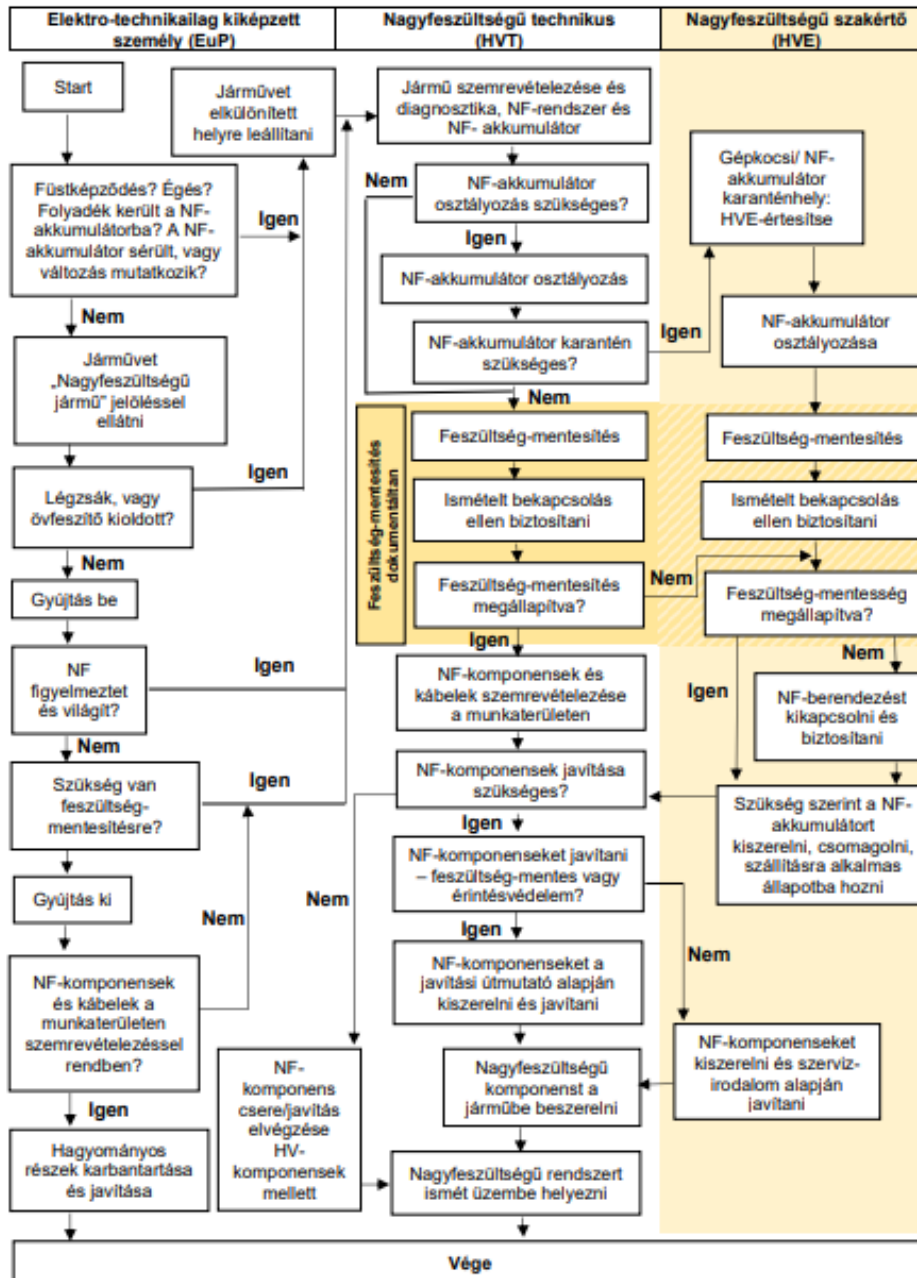
- Ne érintse meg, vágja el vagy nyissa fel a narancssárga nagyfeszültségű vezetékeket vagy nagyfeszültségű alkatrészeket.
- Ne fejtse ki olyan erőhatást, amely kábelsérüléshez vezethet.
- Az elektrolit gyúlékony és mérgező lehet, és káros lehet az emberi szövetekre.
- Az akkumulátoron végzett munka közben ne tartson magánál fémtárgyakat, ékszert.
- Az EV akkumulátort ne tegye ki nagy hőnek, például ne hagyja kint hosszú ideig a tűző napon és a környezetében ne használjon nyílt lángot.
- Ne lélegezze be az akkumulátorból felszálló gőzöket, párát vagy gázokat.
- Kerülje az akkumulátor tartalmának bőrrel vagy szemmel való érintkezését.
- Viselje az egyéni védőeszköz juttatási rend szerinti védőeszközöket.
- Baleset esetén, vagy ha rosszul érzi magát, azonnal forduljon orvoshoz.
- Kizárólag jól szellőző helyen szigetelje el és szerelje szét az EV jármű rendszereit.
- Ne engedje az akkumulátorban levő káros anyagokat a környezetbe.
- Mindig vegye figyelembe a jármű gyártója által esetlegesen kiadott kiegészítőutasításokat.
- Az EV akkumulátor nagyon nehéz, ezért emelés során speciális akkupakk emelőt kellhasználni.
- A lítiumion akkumulátorok nem rendeltetésszerű használata vagy súlyos sérülése esetén fennáll a hőfejlődés, tűz vagy gázszivárgás veszélye.
- Soha ne érintse a pozitív pólust a negatív pólushoz, és soha ne csatlakoztassa a cella burkolatát elektromos vezetőhöz.
- Nagyfeszültségű vezetékekre és csatlakozóra soha ne támaszkodjon, arra szerszámot ne tegyen, ne hajlítsa, ne törje meg.
- Soha ne használjon vágó, éles élű szerszámot nagyfeszültségű komponens közelében.
- Soha ne forrasszon, hegesszen, hővel ne ragasszon és ne használjon forró levegőt.
- A gépjármű nagyfeszültségű hálózata és a nagyfeszültségű akkumulátor veszélyesek, égéseket és más sérüléseket vagy halálos áramütést okozhatnak.
- Tilos olyan személynek nagyfeszültségű rendszeren munkát végezni, akinek a testében vagy a testén elektronikus/orvosi életműködést támogató és egészségmegőrző készülék van, ide sorolható az életműködést támogató készülékek:
  - belső fájdalomcsillapító adagoló,
  - implantált defibrillátor,
  - szívritmus szabályozó,
  - inzulinadagoló,
  - agyműködés-szabályozó,
  - hallókészülék.

A fentiek alapján készítettünk egy szervizfolyamat- képzettség gráfot is (5. ábra), amely egyértelműen meghatározza, hogy mely munkálatokhoz mely képzettségi szintek szükségesek, ezt érdemes kihelyezni a szervizállomás mellé.

#### **Elektromos szervizműhely javasolt felszerelése:**

- Mentőhorog;
- Elektromosan szigetelő szőnyeg;
- Elsősegély-felszerelés;
- Szemmosó;
- Szigetelt műszerek.
- Lézeres infrahőmérő;

- Digitális lakatfogó;
- Két érintkezéses feszültségvizsgáló készülék;
- Digitális multiméter;
- Szigetelt szerszámok;
- Elektromos szigetelőszalag és kábelkötegelő.



5. ábra. Elektromos gépjármű szervizfolyamat-képzettség gráf

## 7. Szervizeléshez szükséges egyéni védőeszközök

A nagyfeszültségű rendszerek használatából eredő jellegzetes veszélyek megfelelő védőintézkedésekkel kiküszöbölhetők. A leggyakrabban használt alapvető egyéni védőfelszerelés az elektromosan szigetelő védőkesztyű, arcvédő, szigetelő védőcsizma (1. táblázat).

*1. táblázat. Nagyfeszültségű technikus és szakértő EVE juttatási rendje*

Munkakör	Munkafolyamat	Egyéni védőeszköz megnevezése	Vonatkozó szabvány	Kategória
Nagyfeszültségű technikus és szakértő	Elektromos autó javítás (feszültségmentesítés, akkumulátor modul javítás)	Fejvédő kákmzsa	MSZ EN 13911	HRC 3
		Villanyszerelősisak	MSZ EN 50365 MSZ EN 397	0
		Villanyszerelőarcvédő	MSZ EN 166 MSZ EN 170	8 B
		Elektromos szigetelő védőkesztyű	MSZ EN 60903	0
		Szigetelővédőcsizma	MSZ EN 20344 MSZ EN 20345 MSZ EN 50321	SB0
		Munkaruha	MSZ EN 11611 MSZ EN 11612 MSZ EN 1149-5 MSZ EN 61482-2	1.osztály

Minden elektromos autó szervizeléssel foglalkozó szerviznek rendelkeznie kell az előírt szigetelési tulajdonságú speciális védőeszközökkel, melyek állapotát és tömítettségét a munka megkezdése előtt ellenőrizni kell. A szigetelő védőeszközök elengedhetetlenek a nagyfeszültségű rendszer deaktiválási eljárásának (feszültség-mentesítésének) végrehajtásakor. A nagyfeszültségű rendszer kikapcsolása és a nagyfeszültségű kör feszültség-mentességének ellenőrzése után bizonyos szervizmunkák elvégezhetők szigetelt védőeszközök nélkül, kivéve, ha a munka (pl. akkumulátor csere) a meghajtó nagyfeszültségű alkotóelemet érint. Ennek a résznek a javítása és szétszerelése szigetelt védőeszközt igényel még a deaktiválást követően is.

### Ívvédő kákmzsa, villanyszerelő sisak és arcvédő

Az elektromos autó javítás nélkülözhetetlen egyéni védőeszközei közé tartozik az MSZ EN 50365:2002 szabvány a villamosan szigetelő védősisak kisfeszültségű villamos berendezésekben való használatra alkalmas villanyszerelő védősisak, amely sisakváza teljesen zárt, a sisakra erősíthető Class2 besorolású rövidzárlati villamosív (8) és ultraibolya szűrővel (B) ellátott villanyszerelő arcvédő és az ívvédő arcra húzható alsóruházat a kákmzsa (2. táblázat).

**2. táblázat.** A munkavégzéshez szükséges kábmza, sisak és arcvédő előírásai

Fejvédő kábmza	MSZ EN 13911	HRC 3
Villanyszerelő sisak	MSZ EN 50365, MSZ EN 397	0
Villanyszerelő arcvédő	MSZ EN 166, MSZ EN 170	8 B

**Elektromos szigetelő védőkesztyű**

Az alkalmazott kesztyűkön a gyártás dátumát is fel kell tüntetni vagy szerepelnie kell a kesztyűhöz csatolt kiegészítő dokumentumban a gyártás időpontjának. A szigetelő latex kesztyűket szemrevételezésnek és légáteresztési próbának kell alávetni (Internet\_5).

**3. táblázat.** A munkavégzéshez szükséges kesztyűk szabványi előírásai

Elektromos szigetelő védőkesztyű	MSZ EN 388 MSZ EN 407	2 5 4 2 4 1 3 2 X X
Elektromos szigetelő védőkesztyű (latex)	EN 420 MSZ EN 60903	0

**Szigetelő védőcsizma**

Ahhoz, hogy alkalmas legyen feszültség alatt végzett munkára szigetelő védőcsizmának meg kell felelnie az EN 50321 szabványnak az áramütés elleni védelem érdekében, a lábbeli osztályának megfelelő értékkel (4. táblázat).

**4. táblázat.** A munkavégzéshez szükséges szigetelő védőcsizmák szabványi előírásai

Villanyszerelő cipő	MSZ EN ISO 20344 MSZ EN ISO 20345	S1 P C
Szigetelő villanyszerelő védőcsizma	MSZ EN ISO 20344 MSZ EN ISO 20345 MSZ EN 50321	SB SRA 0

**Antisztatikus munkaruha**

Az elektromos autó szervizeléshez antisztatikus munkaruha viselése szükséges, amelynek meg kell felelnie az MSZ EN ISO 11611:2015 hegesztéshez és hasonló műveletekhez használt védőruházat, az MSZ EN ISO 11612:2015 hő és láng elleni védelemnek, az MSZ EN 1149-5:2018 az elektrosztatikus tulajdonságoknak és az MSZ EN 61482-2:2009 elektromos zárlati ív elleni védelmi képességeknek 1. osztály: 4 kA (5. táblázat).

**5. táblázat.** A munkavégzéshez szükséges munkaruha előírásai

Munkaruha	MSZ EN ISO 11611:2015 MSZ EN ISO 11612:2015 MSZ EN 1149-5:2018 MSZ EN 61482-2:2009	1.osztály
-----------	---	-----------

## 8. Összefoglalás

Az elektromos gépjármű nem nevezhető új megoldásnak, hiszen ezt a hajtási megoldást már több mint száz éve megalkották. A belsőégésű motorok viszont olyan előnyökkel rendelkeztek, amely hatására a személy és tehergépjárművek piacán tisztán egyeduralmukodóvá váltak. Az elmúlt években viszont az akkumulátor technikában olyan jelentős és sikeres fejlesztések zajlottak le, amely éreztette a hatását a gépjárműtechnikában is. Ami az elektromos meghajtás mellett szól, hogy a piaci részesedés évente egyértelműen nő és az elmúlt években egyre több gyártó jelent meg a piacon ilyen autóval. Bár az elektromos járművek részesedése a teljes járműparkhoz viszonyítva még csekély, ennek ellenére a szervizeknek fel kell készülni arra, hogy egyre több elektromos hajtású jármű felülvizsgálatát vagy javítását kell elvégezniük.

Ennek érdekében az alapoktól kezdtük el az elektromos autók ismertetését. Meghatároztuk a tisztán elektromos gépjármű szervizeléséhez szükséges képesítéseket, nagyfeszültségű alapképzés főbb mondanivalóit, a nagyfeszültségű munkafolyamatok során használandó speciális szigetelt egyéni védőeszközöket és a karbantartásához elengedhetetlen szerviztartozékokat is. Ismertettük a biztonságos elektromos autó javítást megelőző lépéseket, lehatárolásokat, figyelmeztető jelöléseket, intézkedések és a szervizelés lépéseit.

## Irodalom

- [1] Skea, J., Shukla, P. R., Reisinger, A., & Winkler, H. (2022). Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change*. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (pp. 3-48). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157926.001>
- [2] ITM (2022). Nemzeti Akkumulátor Iparági Stratégia 2030.
- [3] 2014/94/EU irányelv az alternatív üzemanyagok infrastruktúrájának kiépítéséről.
- [4] Internet\_1: Würth Szereléstechika Kft. *E-Mobility*. (E-mobility.pdf (wuerth.hu)) (2023.07.26.)
- [5] Vajda, A. (2018). Elektromos autók. *Országgyűlés Hivatala – Infójegyzet, 2018(2)*, 1–4.
- [6] NFPA (2010). *Electric vehicle emergency field guide - Classroom edition safety training*. National Fire Protection Association, pp. 1-37.  
<https://regeszet.hermuz.hu/2020/05/21/miskolci-regesz-enciklopedia-terepbejaras/>
- [7] Erjavec, J. (2013). *Hybrid, electric and fuel-cell vehicles*. Paperback – International Edition. ISBN 978-1133284352
- [8] Internet\_2: <https://alapjarat.hu/e-autok/nezzuk-mik-gyenge-lancszemek-es-mitol-van-konnyebb-dolga-annak-aki-elektromos-autot> (Letöltve: 2023.07.11.)
- [9] Internet\_3: <https://www.audi.hu/szerviz-es-tartozek/szerviz/elektromos-autok-szervizelese> (Letöltve: 2023.07.12.)
- [10] IDIS Konzorcium (2021). *A nagyfeszültségű elektromos alkatrészek biztonságos kezelése a járművel elektromos élettartama végén*. pp. 1-19.
- [11] Internet\_4: <https://schiller.hu/blog/elektromos-auto-szerviz-koltsege-es-karbantartasa/> (Letöltve: 2024.10.14.)
- [12] Internet\_5: [https://www.castrol.com/hu\\_hu/hungary/home/auto-repair-workshops/car-servicing/servicing-of-electric-and-hybrid-vehicles.html#tab\\_1](https://www.castrol.com/hu_hu/hungary/home/auto-repair-workshops/car-servicing/servicing-of-electric-and-hybrid-vehicles.html#tab_1) (Letöltve: 2023.07.10.)