

IMSYS Kft.
-
**Környezetvédelmi és
Iparbiztonsági Konferencia**

**Tűz- és robbanásvédelem az
akkumulátorok teljes életciklusa
vonatkozásában**

Kecskés Csaba
2026. év április hónap 15. napja



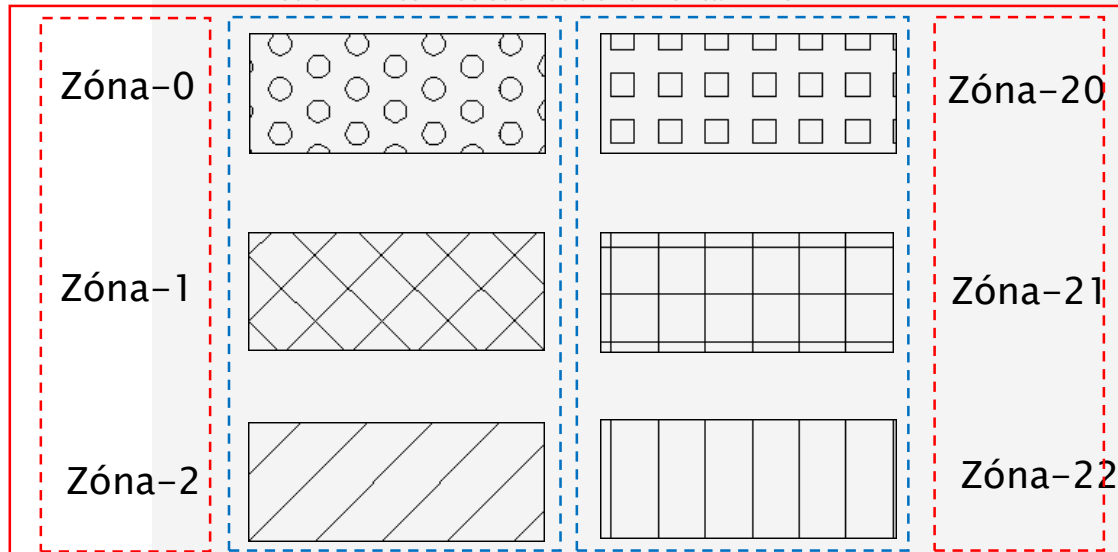
TARTALOMJEGYZÉK

SZABÁLYOZÁSI KÖRNYEZET – JOGSZABÁLYI KÖVETELMÉNYEK	3
AZ AKKUMULÁTOR ÉLETCIKLUSA	7
GYÁRTÁSI ELJÁRÁS SORÁN VÁRHATÓ KOCKÁZATOK	9
BIZTONSÁGOS ALKALMAZÁS FELTÉTELEI	18
ÚJRAHASZNOSÍTÁS (RECYCLING) SEM VESZÉLYMENTES	25
NEMZETKÖZI MEGKÖZELÍTÉS	27
RB ELLENŐRZŐ SZERVEZET KFT. – CÉGPROFIL	28

SZABÁLYOZÁSI KÖRNYEZET – JOGSZABÁLYI KÖVETELMÉNYEK

54/2014. (XII. 5.) BM rendelet XI. Fejezet – Robbanás elleni védelem

99. § (1) A fokozottan tűz- vagy robbanásveszélyes osztályba tartozó anyag előállítása, feldolgozása, használata, tárolása és forgalmazása során az érintett térrészben, helyiségben, építményben, ipari technológiai egységben, továbbá az e tevékenységekkel összefüggő tervezés és kivitelezés során a robbanás elleni védelmet – kivéve elhanyagolható mértékű robbanásveszély esetén – tervezéssel és védelmi intézkedésekkel biztosítani, a védelmi intézkedéseket dokumentálni kell.



3/2003. (III. 11.) FMM–ESzCsM együttes rendelet

6. § (2) Az (1) bekezdés szerinti eljárás során a veszélyeztetettséget, illetve annak mértékét a következő szempontok figyelembevételével kell meghatározni:

a) a robbanóképes légtér kialakulásának és fennmaradásának valószínűsége, illetve annak időtartama.

8. § (1) A munkáltatónak az irányítása alatt álló olyan munkaterületeket, ahol robbanóképes légtér kialakulhat, az 1. számú mellékletben meghatározott zónákba kell besorolni.



54/2014. (XII. 5.) BM rendelet
XI. Fejezet – Robbanás elleni védelem

99. § (6) Robbanásveszélyes térben csak olyan villamos és nem villamos berendezések alkalmazhatóak, amelyek a robbanásveszélyes zónának megfelelő robbanásbiztos védelmi móddal rendelkeznek.

3/2003. (III. 11.) FMM–ESzCsM együttes
rendelet

5. § Amennyiben a robbanásvédelmi dokumentáció a kockázatértékelés alapvető megállapításaira alapozva más megállapításokat nem tartalmaz, mindazokon a területeken, ahol robbanóképes légtér kialakulhat, a készülékeket és védelmi rendszereket a külön jogszabályban meghatározott kategóriák szerint kell kiválasztani.

Robbanóképes légtérben a következő kategóriájú készülékek alkalmazhatók:

- 0. vagy 20. zóna: 1. kategóriájú készülék;
- 1. vagy 21. zóna: 1. vagy 2. kategóriájú készülék;
- 2. vagy 22. zóna: 1., 2. vagy 3. kategóriájú készülék.

SZABÁLYOZÁSI KÖRNYEZET – JOGSZABÁLYI KÖVETELMÉNYEK

A gyulladás következményeinek kiértékelésével együtt alkalmazott besorolás lehetővé teszi a gyártmányvédelmi szint és annak alapján a térségekre vonatkozó megfelelő védelmi módok meghatározását.

Az éghető anyagok által előidézett robbanási kockázat csökkentésére való megelőző intézkedések 3 (három) elven alapulnak, melyeket a következő sorrend szerint kell alkalmazni:

Elsődleges védelmi intézkedés

- 1) Helyettesítés
 - a) egy éghető anyag nem éghetővel vagy egy kevésbé éghetővel való felváltás
- 2) Szabályozás
 - a) az éghető anyag mennyiségének csökkentése;
 - b) a kibocsátás elkerülése vagy minimalizálása;
 - c) a kibocsátás szabályozása;
 - d) a robbanóképes közeg kialakulásának megakadályozása;
 - e) a kibocsátott anyag összegyűjtése és tárolása; és
 - f) a gyújtóforrások elkerülése.

Térségbesorolás eljárás részét képezi

Harmadlagos védelmi intézkedés

- 3) Mérséklés
 - a) a veszélynek kitett személyek számának csökkentése;
 - b) a robbanás áttérjedésének elkerülésére szolgáló intézkedés;
 - c) a robbanási nyomás csökkentése;
 - d) a robbanási nyomás elfojtása; és
 - e) a megfelelő személyi védelmi eszközök biztosítása.

Másodlagos védelmi intézkedés

Ezen elvek alkalmazását követően a fennmaradó robbanás-veszélyes térségeket zónákba kell besorolni a robbanóképes közeg jelenlétének valószínűsége alapján.



Tűzvédelem

A tűzvédelmi dokumentáció az építészeti–műszaki tervdokumentáció kötelező része, amely a tűzvédelmi követelményeknek való megfelelést igazolja *(1996. évi XXXI. törvény 21. §)*.

A dokumentáció készítése kizárólag **tűzvédelmi szakértő vagy tervezői jogosultsággal rendelkező személy** által végezhető *(1996. évi XXXI. törvény 21. §)*.

A tervezés során az **OTSZ (54/2014. (XII.5.) BM rendelet)** és a **hatályos TvMI-k** előírásainak figyelembevétele **szükséges**.

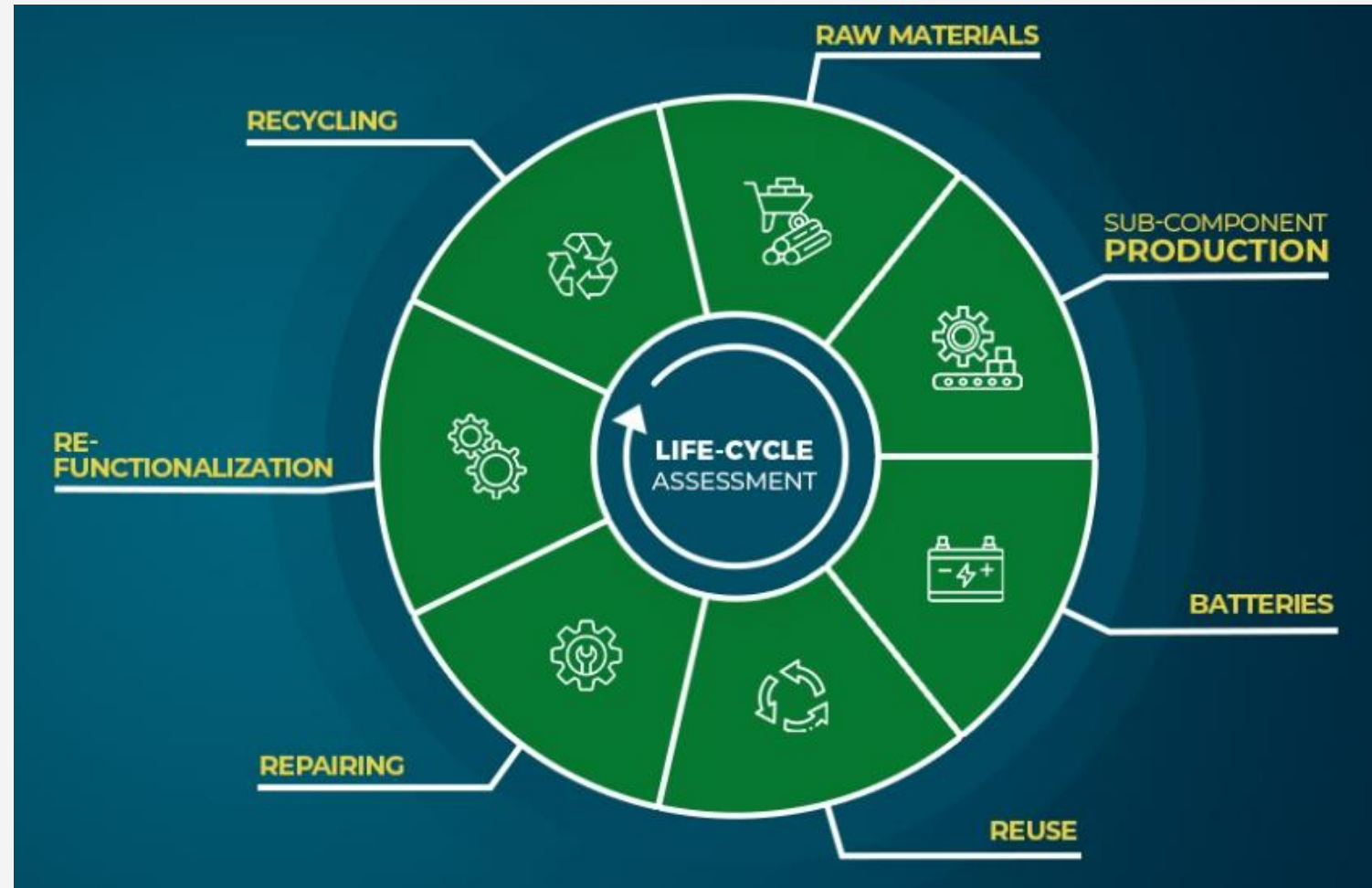
Az energiatároló rendszerek kialakításánál a **speciális TvMI alkalmazása indokolt**, különösen az „akkumulátoros energiatárolók elhelyezésével kapcsolatos speciális tűzvédelmi megoldások” dokumentum alapján *(TvMI 1.7:2025.02.01.)*.

Tűz- vagy robbanásveszélyes technológia alkalmazása előtt a **szükséges vizsgálatok elvégzése** és azok dokumentálása **kötelező**, megfelelő (kijelölt tanúsító, vagy akkreditált) szervezet bevonásával *(1996. évi XXXI. törvény 20. §)*.

A tűzvédelmi hatósági feladatok ellátása a **kijelölt kormányhivatalok** hatáskörébe tartozik *(259/2011. (XII.7.) Korm. rendelet)*.

AZ AKKUMULÁTOR ÉLETCIKLUSA

A gyártástól a használaton át az újrahasznosításig tartó folyamat, amelyet nagyban befolyásolnak a használati szokások és a környezeti tényezők.



AZ AKKUMULÁTOR ÉLETCIKLUSA – BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK

A gyártástól a használaton át az újrahasznosításig tartó folyamat, amelyet nagyban befolyásolnak a használati szokások és a környezeti tényezők.

– Hőmérséklet

A 0°C alatti vagy 45°C feletti hőmérséklet gyorsítja az akkumulátor öregedését. A hűvös, száraz helyen történő tárolás az ideális.

– Töltési sebesség

A gorstöltés (pl. 2C sebességgel) jelentősen csökkentheti a ciklusok számát (akár 800–1000 ciklusra), míg a lassabb töltés kíméli a cellákat.

– Teljes kisütés

Ha az akkumulátort gyakran 20% alá merítik a töltés előtt, az nagyobb terhelést jelent, ami gyorsabb kapacitásvesztéshez vezet.

– Részleges kisütés

A részleges merítés és töltés (pl. 40% és 80% között tartás) kíméli az akkumulátort és növeli az élettartamot.



GYÁRTÁSI ELJÁRÁS SORÁN VÁRHATÓ KOCKÁZATOK

Egyes folyamatoknál általában kis mennyiségű és magas lobbanáspontú anyagok kerülnek felhasználásra, ezáltal normál üzemi körülmények között robbanásveszélyes térség kialakulása nem várható.

- Elektrolitoldat tárolása és felhasználása **Robbanásveszélyes**
- Anód és katód gyártási folyamat **Robbanásveszélyes**
- Bevonatolási eljárás **Általában nincsen robbanásveszély**
- Szárítási folyamat **Robbanásveszélyes**
- Cella gyártási folyamat **Általában nincsen robbanásveszély**
- Gázmentesítési eljárás **Robbanásveszélyes**
- Formázási művelet **Általában nincsen robbanásveszély**
- Tisztítási folyamat **Általában nincsen robbanásveszély**
- Pakk gyártási folyamat **Általában nincsen robbanásveszély**

ELEKTROLITOLDAT TÁROLÁSA ÉS FELHASZNÁLÁSA

Az elektrolitok kezelése során gyúlékony gőzök képződése és feldúsulása várható. A biztonságos üzemeltetés alapja a robbanásveszélyes terek azonosítása és a megfelelő műszaki védelem kialakítása.

A technológia különböző pontjain Zóna-0, Zóna-1 és Zóna-2 besorolású terek jelenléte lehetséges.

- Az alkalmazott anyagok kezelése (MSZ 9790:1985), mely robbanásveszélyes léghatárok mellett „Fokozott tűz- vagy robbanásveszélyes” terek elleni védelem szükségességét igényel.
- Oldható kötések, peremleakázások, szivárgások, kibocsátásból származó veszélyes anyagok.
- Talajszint alatti terek feldúsulásával kell számolni.
- Tárolási és technológiai rendszerek (1/2016. (I. 5.) NGM rendelet).
- Inertizált rendszerek esetén az inert állapot megbízhatóságát figyelembe kell venni, amennyiben ellenőrzött a folyamat.
- Megfelelő műszaki kialakítás (pl. tömítettség, teljesen zárt rendszer) esetén mérsékelhető a robbanásveszélyes terek típusa és kiterjedése (MSZ EN 1127-1:2019).



¹⁾ Safe handling of hazardous substances – requirements for tank systems for liquid raw materials such as electrolytes and NMP (<https://goehler.de/en/news-en/safe-handling-of-hazardous-substances-requirements-for-tank-systems-for-liquid-raw-materials-such-as-electrolytes-and-nmp/>)

ANÓD ÉS KATÓD GYÁRTÁSI FOLYAMAT

A gyártási folyamat során gyúlékony és vezetőképes porok kezelése történik, ezért robbanásveszélyes poros légkör kialakulásával kell számolni.

A technológia különböző pontjain Zóna-20, Zóna-21 és Zóna-22 besorolású terek egyaránt jelen lehetnek, különösen az adagolás, keverés és porleválasztás során.

- Zárt berendezések (pl. keverők, garatok, szállító rendszerek) belső tereiben tartósan robbanásveszélyes porfelhő jelenléte feltételezhető (Zóna-20).
- Anyagbeadagolási pontok és zsákkezelési műveletek során időszakos vagy alkalmoszerű porkibocsátás következtében Zóna-21 vagy Zóna-22 térségek alakulhatnak ki.
- A porelszívó és leválasztó rendszerek kialakítása és üzemi állapota meghatározó a robbanásveszélyes terek kiterjedése szempontjából.
- A porlerakódások kialakulásának megelőzése érdekében folyamatosan fenntartott, hatékony takarítási rend alkalmazása szükséges (3/2003. (III. 11.) FMM-ESzCsM rendelet, MSZ EN 60079-10-2:2015).
- Megfelelő műszaki kialakítással (zárt rendszerek, szabályozott adagolás, hatékony elszívás) a robbanásveszélyesség csökkenthető.



SZÁRÍTÁSI FOLYAMAT

A 22/2009. (VII. 23.) ÖM rendelet a tűzvédelmi megfelelőségi tanúsítvány beszerzésére vonatkozó szabályokról 2025.05.30.-tól hatályos állapota szerint egyes szárító berendezéseknél szükséges a Tűzvédelmi Megfelelőségi Tanúsítvány (TMT).

Az MSZ EN 1539:2016 szabvány szerinti értékelési eljárás komplex, több szempontot is figyelembe kell venni az elszívási teljesítmény mellett.



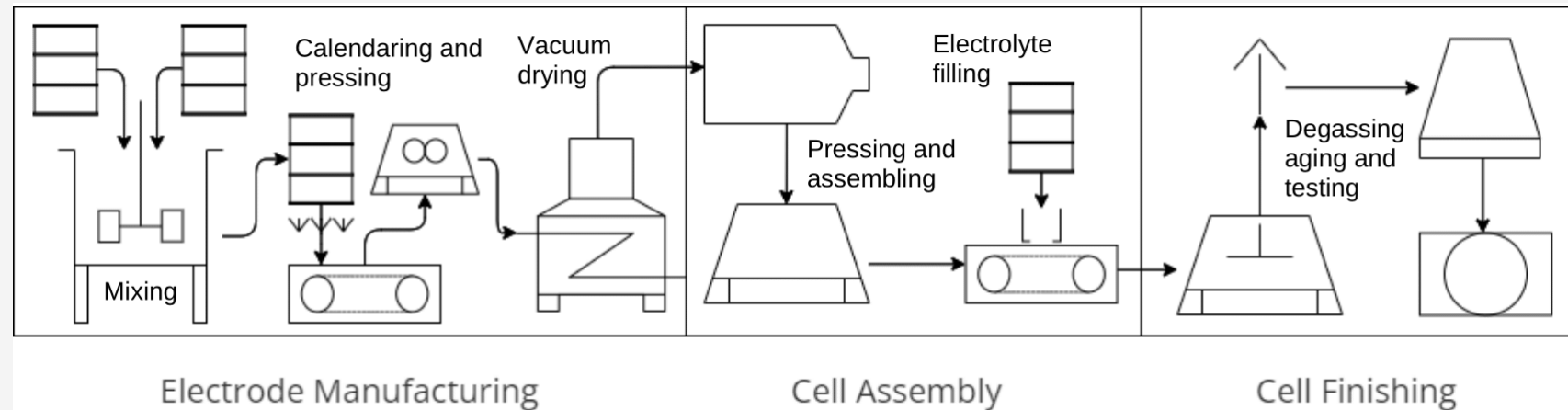
- A szárítási technológia során oldószergőzők képződésével kell számolni, amelyek megfelelő hígítás hiányában robbanásveszélyes légkört eredményezhetnek (MSZ EN 1539:2016).
- A biztonságos üzemeltetés feltétele az alsó robbanási határkoncentráció (ARH) 20%-a alatti koncentráció biztosítása megfelelő *elszívással* (MSZ EN 1539:2016).
- Amennyiben például a rendelkezésre álló elszívási teljesítmény nem éri el egy szükséges, minimális légmennyiséget, a robbanásveszélyes koncentráció kialakulása nem zárható ki.
- Ennek következtében a szárító berendezések és a kapcsolódó légtechnikai rendszerek belső tere Zóna-2 vagy akár Zóna-1 robbanásveszélyes térként veendő figyelembe.
- Megfelelő műszaki intézkedésekkel (pl. elszívás növelése, rendszeroptimalizálás) a robbanásveszélyes állapot kialakulása megelőzhető.

GÁZMENTESÍTÉSI ELJÁRÁS

Az elhanyagolható (EH) robbanásveszélyes térség esetén, a gyártmányok kiválasztása és üzemeltetése szempontjából nincs robbanásvédelmi követelmény támasztva.

A gázmentesítés során a cellákból oldószergőzök és gázok szabadulhatnak fel, ezért a folyamat robbanásvédelmi szempontból releváns.

- A robbanásveszélyes terek állapotát és kiterjedését alapvetően a kibocsátás mértéke, illetve a szellőzés minősége határozza meg.
- Megfelelő elszívás mellett a berendezések (pl. degassing kamra, hulladéktároló) környezetében elhanyagolható (EH) robbanásveszélyes tér alakulhat ki.
- Rendellenes üzemállapot (pl. tasaksérülés) esetén hidrogén fejlődésével kell számolni, amely lokálisan Zóna-2 robbanásveszélyes tér kialakulását eredményezheti.



A Li-ion akkumulátorok gyártására és tárolására vonatkozóan a „Li-ion akkumulátor gyártásával, tárolásával kapcsolatos speciális tűzvédelmi létesítési megoldások” című Tűzvédelmi Műszaki Irányelv került kiadásra, amely a technológia sajátosságaihoz igazodó speciális tűzvédelmi követelményeket határoz meg.

Beépített tűzoltó berendezések – gyártóhelyiségek

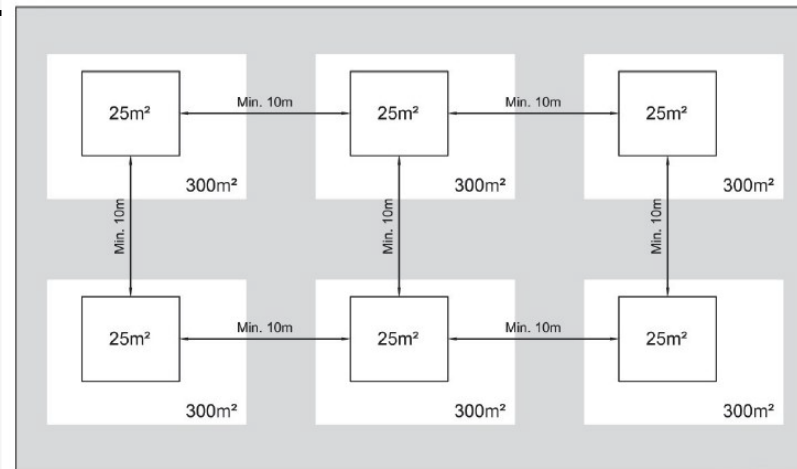
- A Li-ion akkumulátorgyár gyártási technológiát magába foglaló helyiségeiben a **beépített tűzoltó berendezés kialakítása akkor megfelelő**, ha az általános előírásokon túl a vonatkozó TvMI-ben meghatározott **speciális megoldások valamelyike alkalmazásra kerül** (TvMI 6.6:2025.02.01.):
 - A vonatkozó TvMI szerinti előírt sprinkler rendszer kialakítása meghatározott paraméterekkel.
 - Korlátozott ideiglenes tárolásra méretezett sprinkler védelem alkalmazása.
 - Raktározási előírások szerinti oltórendszer alkalmazása, amennyiben a gyártási feltételek eltérnek.
 - Egyedi, valós méretű tűztesztel igazolt oltórendszer alkalmazása.
- A különböző kialakítási megoldások egymással nem kombinálható eltérés esetén alternatív vagy egyedi (pl. tűztesztel igazolt) megoldás szükséges (TvMI 6.6:2025.02.01.)

TŰZVÉDELMI ELŐÍRÁSOK

A Li-ion akkumulátorok gyártására és tárolására vonatkozóan a „Li-ion akkumulátor gyártásával, tárolásával kapcsolatos speciális tűzvédelmi létesítési megoldások” című Tűzvédelmi Műszaki Irányelv került kiadásra, amely a technológia sajátosságaihoz igazodó speciális tűzvédelmi követelményeket határoz meg.

Beépített tűzoltó berendezések – gyártóhelyiségek

- Gyártóhelyiségekben ideiglenes tárolás esetén, 300 m² alapterületen belül a tárolási egységek alapterülete legfeljebb 25 m², valamint a tárolási egységek között legalább 10 m elválasztási távolság szükséges (TvMI 6.6:2025.02.01.).



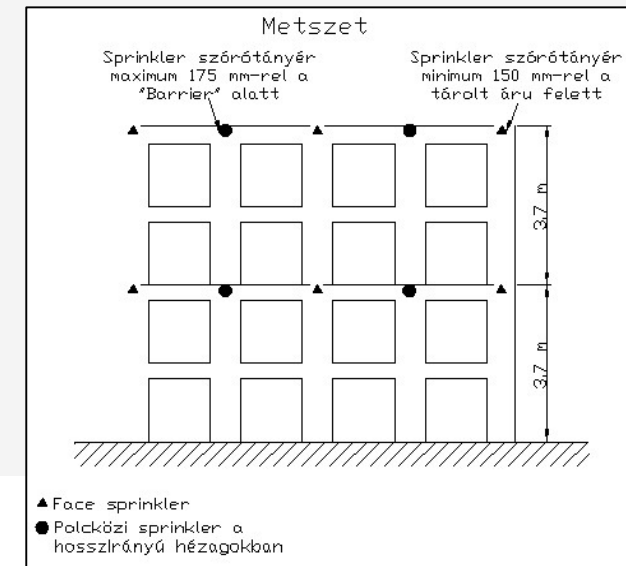
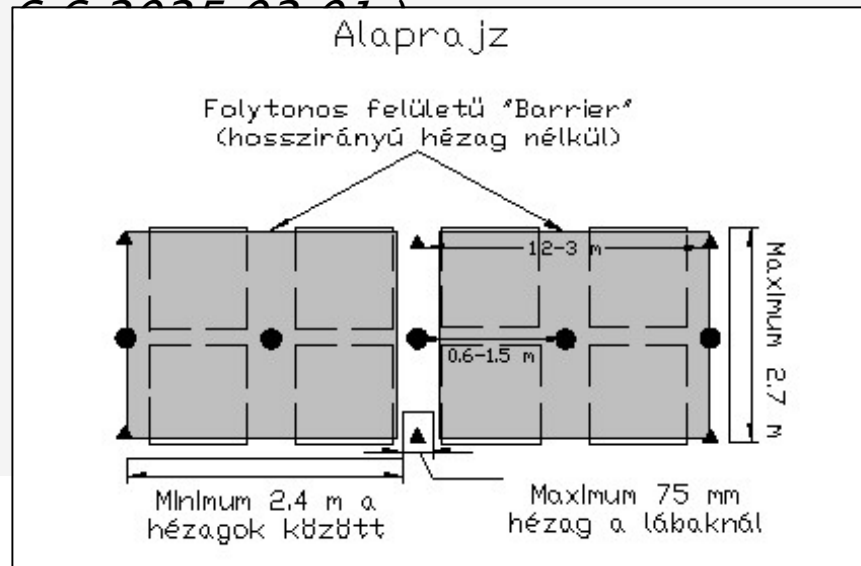
- Alternatív megoldásként olyan oltórendszer is alkalmazható, amely val méretű tűzteszttel igazoltan biztosítja a tűzterjedés megakadályozását és szerkezetek hőterhelésének korlátozását (TvMI 6.6:2025.02.01.).

TŰZVÉDELMI ELŐÍRÁSOK

A Li-ion akkumulátorok gyártására és tárolására vonatkozóan a „Li-ion akkumulátor gyártásával, tárolásával kapcsolatos speciális tűzvédelmi létesítési megoldások” című Tűzvédelmi Műszaki Irányelv került kiadásra, amely a technológia sajátosságaihoz igazodó speciális tűzvédelmi követelményeket határoz meg.

Beépített tűzoltó berendezések – tárolóhelyiségek

- A kizárólag tárolásra szolgáló helyiségekben a beépített tűzoltó berendezés kialakítása a vonatkozó TvMI-ben meghatározott speciális megoldások valamelyikének alkalmazásával történhet (TvMI 6.6:2025.02.01., 7.4.2.)
- A sprinkler rendszer méretezésénél figyelembe kell venni a tárolási módot, magasságot, csomagolóanyagot és a töltöttségi szintet (TvMI 6.6:2025.02.01., 7.4.2.)



A Li-ion akkumulátorok gyártására és tárolására vonatkozóan a „Li-ion akkumulátor gyártásával, tárolásával kapcsolatos speciális tűzvédelmi létesítési megoldások” című Tűzvédelmi Műszaki Irányelv került kiadásra, amely a technológia sajátosságaihoz igazodó speciális tűzvédelmi követelményeket határoz meg.

Beépített tűzoltó berendezések – tárolóhelyiségek

- A tárolási területek között legalább 3,0 m távolság szükséges, a tárolási egységek mérete és elrendezése korlátozott *(TvMI 6.6:2025.02.01.)*.

Tömbös tárolás esetén:

- maximális alapterület: 20 m²,
- közlekedő szélesség: legalább 2,4 m,
- tárolási magasság: legfeljebb 1,5 m,
- tervezési vízintenzitás: 17,5 mm/perc,
- gyors reagálású sprinkler alkalmazása szükséges *(TvMI 6.6:2025.02.01.)*

- Alternatív megoldásként itt is alkalmazható tűztesztel igazolt oltórendszer *(TvMI 6.6:2025.02.01.)*.

A lítiumion akkumulátorok esetében, azok műszaki kialakításából adódóan normál üzemi körülmények között robbanóképes gáz (pl. hidrogén) képződése és környezetbe jutása nem várható, ezért az akkumulátorok környezetében robbanásveszélyes tér kialakulásával nem kell számolni (MSZ EN IEC 62485-6:2021 szabvány).

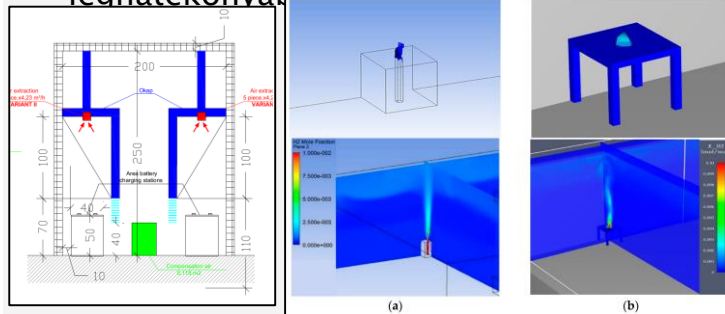
BIZTONSÁGOS ALKALMAZÁS FELTÉTELEI



MSZ 1600-16:1992, MSZ EN IEC 62485-2:2018, MSZ EN 62485-3:2015: Akkumulátorok és töltőállomások – Szükséges légáramlás mértékének meghatározása

Az elektrolízis eredményeként hidrogén gáz keletkezik és a környező légkörbe kibocsátva robbanásveszélyes keverék keletkezhet.

A különböző szellőztetési megoldásokat CFD-szimulációk alapján ellenőrizték és az akkumulátorhelyiség mennyezetén elhelyezett szellőztetés a leghatékonyabb^{3,4}



	MSZ 1600-16:1992	MSZ EN 62485-2:2018	MSZ EN 62485-3:2018
Szükséges friss levegő térfogatárama	$Q=0,0555 \cdot n \cdot I \cdot z$	$Q=0,05 \cdot n \cdot I_{gas} \cdot Crt \cdot 10^{-3}$	$Q=0,055 \cdot n \cdot I_{gas}$
Szabad keresztmetszet	$A \geq 28 \cdot Q$ (legalább 0,1 m/s)	$A \geq 28 \cdot Q$ (legalább 0,1 m/s)	$A \geq 28 \cdot Q$ (legalább 0,1 m/s)
Egyéb feltételek	Amennyiben az átlós irányú légáramlás nem biztosítható, de az akkumulátortér szabad légtérfogata m ³ -ben legalább 2,5·Q, akkor a két nyílás egyazon falon is elhelyezhető	Amennyiben a természetes szellőztetéssel nem érhető el megfelelő Q légáramlás, és kényszerített szellőztetést alkalmaznak, a töltőberendezést össze kell kapcsolni a szellőztető rendszerrel, ha a töltés kiválasztott módjához szükséges légáramlás nem biztosított.	A természetes szellőzésű töltőhelyiségekben vagy a legalább m ³ ≥ 2,5 × Q szabad térfogatú helyiségekben nincs szükség kényszerített szellőztetésre, kivéve, ha azt különleges műszaki vagy környezeti higiéniai okok megkövetelik.



¹)Kép <https://www.foxtronpowersolutions.com/adding-water-to-battery/> n – cellák száma; I – töltőáram, I_{gas} kigázosító áramerősség;

²) Kép <https://www.adaptlift.com.au/blog/2016-04-26-designing-a-safe-forklift-battery-charging-room> Crt – kapacitás ; z – akkumulátor típusától függő gázkibocsátás

³) Ventilation System Influence on Hydrogen Explosion Hazards in Industrial Lead-Acid Battery Rooms <https://www.mdpi.com/1996-1073/11/8/2086>

⁴) Numerical Reconstruction of Hazardous Zones after the Release of Flammable Gases during Industrial Processes <https://www.mdpi.com/2227-9717/9/2/307>

BIZTONSÁGOS ALKALMAZÁS FELTÉTELEI



Helyhez kötött akkumulátorok (MSZ EN IEC 62485–2:2018)

- Töltés során az elektrolízis következtében hidrogén és oxigén gáz képződhet, amelyek a környezetbe jutva robbanóképes közeget hozhatnak létre.
- Az akkumulátorok közvetlen környezetében a hidrogén alsó robbanási határérték (ARH) alá történő hígulása nem minden esetben biztosítható, ezért védőtávolság kijelölése szükséges a vonatkozó szabvány szerinti számítással.
- A védőtávolságon belül potenciális gyújtóforrás (pl. szikra, nyílt láng, 300 °C feletti felületi hőmérséklet) nem lehet jelen.
- Az elektrosztatikus feltöltődés kockázatának csökkentése érdekében a padozat levezetési ellenállását szabályozni szükséges (50 kΩ – 10 MΩ) az akkumulátor környezetében.
- Műszaki intézkedések szükségesek a robbanási kockázat minimalizálása érdekében, különösen a megfelelő szellőzés és az elrendezés, hely kialakít biztosításával.

BIZTONSÁGOS ALKALMAZÁS FELTÉTELEI

Ólomsavas
akkumulátorok
körben alkalmazottak
és logisztikai környezetben,
például
nagyáruházak,
elosztóközpontok.

vontatási
széles
ipari
raktárak,
depók,

Vontatási akkumulátorok (MSZ EN 62485–3:2015)

- A helyhez kötött akkumulátorokhoz hasonlóan, vontatási akkumulátorok esetében is hidrogén gáz képződése várható töltés közben.
- Megfelelő légcserre mellett is kialakulhat robbanásveszélyes légtér, ezért robbanás elleni védelmi intézkedések alkalmazása szükséges.
- Az akkumulátorok közvetlen környezetében védőtávolság kijelölése szükséges ($\approx 0,5$ m), amelyen belül gyújtóforrás (pl. szikra, nyílt láng, 300 °C feletti felületi hőmérséklet) nem lehet jelen.
- A töltési pozíciókat jól láthatóan jelölni szükséges, valamint az elektrosztatikus kisülések megelőzése érdekében a burkolat levezetési ellenállását korlátozni kell (≤ 100 M Ω).
- Műszaki intézkedések szükségesek a robbanási kockázat csökkentésére, különösen megfelelő szellőzés biztosításával.



Az akkumulátoros energiatárolók elhelyezésére vonatkozóan az „Egységes szerkezetben az akkumulátoros energiatárolók elhelyezésével kapcsolatos speciális tűzvédelmi megoldások” című Tűzvédelmi Műszaki Irányelv került kiadásra, amely az energiatároló rendszerek kialakítására, elhelyezésére és védelmére vonatkozó speciális tűzvédelmi követelményeket határoz meg.

Akkumulátoros energiatárolók – műszaki követelmények

- Az akkumulátoros energiatároló rendszerek (BESS) kialakítása során a rendszerbiztonság biztosítása érdekében felügyeleti és vezérlő rendszerek (BMS, ESMS) alkalmazása szükséges, amelyek rendellenes állapot esetén automatikus lekapcsolást biztosítanak *(TvMI 1.7:2025.02.01.)*.
- Az energiatároló rendszerek villamos és technológiai elemeinek kompatibilitását biztosítani kell, valamint a csatlakozó villamos hálózatnak meg kell felelnie a vonatkozó előírásoknak *(TvMI 1.7:2025.02.01.)*.
- A megfelelő üzemeléshez szükséges hőmérsékleti tartomány biztosítása és a hőfejlődés kezelése (szellőzés, hűtés) alapvető követelmény *(TvMI 1.7:2025.02.01.)*.

TŰZVÉDELMI ELŐÍRÁSOK



Akkumulátoros energiatárolók – műszaki követelmények

- Az energiatároló rendszerek jelenlétét jól látható jelöléssel kell ellátni, valamint biztosítani szükséges a tűzeseti leválasztás lehetőségét *(TvMI 1.7:2025.02.01.)*.
- Az energiatároló környezetében biztosítani kell a tűz korai észlelését, valamint szükség esetén a tűzterjedést gátló szerkezeti megoldásokat *(TvMI 1.7:2025.02.01.)*.
- Az energiatárolók elhelyezésénél figyelembe kell venni a menekülési útvonalakat és a tűzterjedés kockázatát *(TvMI 1.7:2025.02.01.)*.

Az akkumulátoros energiatárolók elhelyezésére vonatkozóan az „Egységes szerkezetben az akkumulátoros energiatárolók elhelyezésével kapcsolatos speciális tűzvédelmi megoldások” című Tűzvédelmi Műszaki Irányelv került kiadásra, amely az energiatároló rendszerek kialakítására, elhelyezésére és védelmére vonatkozó speciális tűzvédelmi követelményeket határoz meg.

LI-ION AKKUMULÁTOROK – OLTÁSI MÓDSZEREK ÉS TECHNIKÁK

A tűzoltás során kiemelt jelentőségű a **huzamos idejű hűtés és utóellenőrzés**, mivel a rendszer késleltetetten is újra gyulladhat.

- A Li-ion akkumulátorok tüzeinek oltása során az elsődleges cél a **hőmegfutás (thermal runaway) megszüntetése és a rendszer hűtése**, amelyhez különböző oltási módszerek kombinációja szükséges.
- A **vízalapú oltási módok** a legelterjedtebbek, mivel hatékony hűtést biztosítanak és képesek a hőmegfutás mérséklésére vagy megszüntetésére (pl. vízszugár, sprinkler, vízköd, elmerítés).
 - A **vízköd és -pára** alkalmazása javítja az oltási hatékonyságot és csökkenti a vízfelhasználást, ugyanakkor érzékenyebb a környezeti hatásokra és nehezebben juttatható a tűzfészekbe.
- A **habbal történő oltás** a felület lefedésével és az oxigén kizárásával hat, azonban a Li-ion akkumulátorokból kiáramló éghető gázok miatt alkalmazása korlátozott.



LI-ION AKKUMULÁTOROK – OLTÁSI MÓDSZEREK ÉS TECHNIKÁK

- A porral oltás és szén-dioxid alkalmazása elsősorban a láng megszüntetésére alkalmas, de nem biztosít megfelelő hűtést, ezért az újragyulladás kockázata fennáll.

- (Ezen kombinált oltási taktika alkalmazása majd hosszan tartó hűtés és utófelügyelet).



ÚJRAHASZNOSÍTÁS (RECYCLING) SEM VESZÉLYMENTES

Száraz semlegesítési technológia esetén elektrolit gőz kilépésével nem kell számolni, így robbanásveszélyes tér nem kerül meghatározásra.

Vizes/sós vizes cella bontás

- A folyamat során az akkumulátorokat vagy cellákat vízbe vagy sóoldatba (pl. NaCl) helyezik, ahol az elektromos energia hő formájában disszipálódik. A folyamat során az elektrolit és egyes fém-oxidok kioldódhatnak, amely kémiai reakciókhoz és veszélyes melléktermékek, például hidrogén (és különböző hidrogéntartalmú vegyületek) képződéséhez vezethet.
- Nedves technológia esetén a cellák bontása során elektrolit gőz/oldat kilépése várható, amely a bontóhely környezetében például Zóna-2 robbanásveszélyes tér kialakulását eredményezheti.
- A merítő kád és az elszívó rendszer közötti térben a gázképződés és a légcsere figyelembevételével általában Zóna-1 robbanásveszélyes tér kialakulásával kell számolni.



ÚJRAHASZNOSÍTÁS (RECYCLING) SEM VESZÉLYMENTES

A robbanási kockázat csökkentése érdekében inertizálás (például N₂), zárt technológia, megfelelő szellőzés, porleválasztás és lehetséges gyújtóforrások kizárása szükséges.

Direct recycling

- Az akkumulátorok újrahasznosítása (hidrogén) és elektrolit jelenlétében (magas koncentráció esetén robbanásveszélyes).
- Bizonyos előkezelési műveletek során hidrogén fejlődése lehetséges, amely zárt vagy nem megfelelően szellőztetett térben robbanásveszélyt jelent.
- Az elektrolit eltávolítása, kinyerése során robbanásveszélyes légkör kialakulása várható.
- A mechanikai feldolgozás során keletkező „black mass” finom szemcsés anyag, amely por-levegő keverék formájában porrobbanásveszélyes.



¹⁾ Duesenfeld recycelt jährlich 3.000 Tonnen Lithium-Ionen-Batterien in Wendeburg (<https://www.cleantalking.de/duesenfeld-recycelt-3000-tonnen-batterien/>)

NEMZETKÖZI MEGKÖZELÍTÉS

Az NFPA 855 szabvány (Installation of Stationary Energy Storage Systems) részletesen, több mint 130 oldalon keresztül írja le az energiatároló rendszerek tűz- és robbanásvédelmi követelményeit.

- A 2026-os NFPA 855 szabvány (*Installation of Stationary Energy Storage Systems*) jelentős átdolgozáson ment keresztül, amely az energiatároló rendszerek (ESS) **strukturált és kockázatalapú szabályozását erősíti.**
- A szabvány kibővítésre került, új **akkumulátortípusok és technológiák** (pl. flow akkumulátorok) bevonásával, valamint pontosításra kerültek az egyes rendszerekre vonatkozó kivételek.
- Új követelmények kerültek bevezetésre többek között:
 - **vészhelyzeti reagálási tervre,**
 - **energiatárolóval integrált EV töltőrendszerekre,**
 - **valamint speciális alkalmazásokra** (pl. hajókon telepített rendszerek).
- Tartalmaz olyan részt, amely az **NFPA 69 (*Explosion Prevention Systems*)** alapján iránymutatást ad a lítium-ion energiatárolók robbanási kockázatának értékeléséhez és a következmények mérséklésére szolgáló műszaki megoldásokhoz.



RB ELLENŐRZŐ SZERVEZET KFT. – CÉGPROFIL

Központ: 1152 Budapest,
Szentmihályi út 167-169.
(F414H01) – World Mall

A cég szolgáltatásai országos és határon túli lefedettséggel érhetők el.

A Pest Megyei Kormányhivatal által
E/2022/000067 és
B/2022/000369
számokon nyilvántartásba vett felnőttképző.



Szolgáltatások:

- Térségbesorolás (zónabesorolás)
- Robbanásvédelmi dokumentáció
- Tűz- és robbanásvédelmi tervdokumentumok összeállítása
- Felülvizsgálatok
 - *Érintésvédelem*
 - *Elektrosztatikai feltöltődés és kisülés elleni védelem*
 - *Robbanásvédelmi szempontú ellenőrzés*
 - *Villámvédelem*
- Műszaki ellenőrzés
- Tűzvédelmi megfelelőségi tanúsítvány (TMT)
- Munkavédelmi- és tűzvédelmi szempontú vizsgálatok
- Robbanásvédelmi képzések
 - *Robbanásbiztos műszaki vezető*
 - *Robbanásbiztos berendezések szerelője*
 - *Robbanásvédelmi szakmérnök/szakember*

...ISMERETMEGÚJÍTÁS...
Tevékenységtől függően
legalább 3 vagy 5 évente.

Az MSZ EN ISO/IEC 17020:2012 szabvány szerint akkreditált, A-típusú ellenőrző szervezet. Részletező okirat száma: NAH-3-0047/2024.

Tűz- vagy robbanásveszélyes készülék, gép, berendezés vizsgálata, ellenőrzése, tanúsítása – 22/2009. (VII. 23.) ÖM rendelet 2. § – kijelölt tanúsító szervezet.





Az MSZ EN ISO/IEC 17020:2012 szabvány szerint akkreditált, A-típusú ellenőrző szervezet.
Részletező okirat száma: NAH-3-0047/2024

Köszönöm szépen a figyelmet.

2026. év április hónap 15. napja.

Kecskés Csaba • +36 (70) 336 5252 • kecskes.csaba@rbesz.hu •
www.rbesz.hu