

Vandenilio transportavimo teisinio reglamentavimo apžvalga

Vandenilis nėra nauja medžiaga Lietuvos pramonėje. Chemijos sektorius, ypač trąšų gamybos įmonės, tokios kaip AB „Achema“, jau kelis dešimtmečius naudoja didelius vandenilio kiekius gamybos procesuose. Ši ilgametė praktika reiškia, kad Lietuvoje yra sukaupta reikšminga technologinė ir saugos valdymo patirtis, susijusi su vandenilio gamyba, laikymu ir naudojimu pramoninėje aplinkoje.

Tačiau svarbu pažymėti, kad ši patirtis daugiausia susijusi su profesionaliu vandenilio naudojimu kontroliuojamose pramoninėse teritorijose, kur taikomi griežti techniniai ir organizaciniai saugos reikalavimai. Naujiena Lietuvoje yra vandenilio naudojimas kaip degalai kelių transporto priemonėms, taip pat jo transportavimas sausumos keliais iš vieno objekto į kitą (pvz., iš gamybos ar importo vietos į degalinę ar pramoninį vartotoją). Šiuo atveju vandenilis nėra naudojamas tik profesionalių operatorių griežtai kontroliuojamoje pramoninėje aplinkoje, bet tampa prieinamas viešojoje erdvėje, kur su juo sąveikauja neprofesionalūs vartotojai. Toks vandenilio naudojimo modelis keičia rizikos profilį ir reikalauja kitokių saugos, kontrolės bei atsakomybės priemonių. Viešojoje aplinkoje būtina užtikrinti aiškias technines, organizacines ir informacines apsaugos priemones, apimančias ne tik įrangos saugą, bet ir naudotojų elgseną, avarinių situacijų valdymą bei institucijų tarpusavio koordinavimą.

Teisiškai dabartinis galiojantis Lietuvos pavojingų krovinių įstatymas leidžia transportuoti vandenilį Lietuvos keliais, remiantis Europos sutartimi dėl pavojingų krovinių tarptautinio vežimo keliais (ADR).

Vandenilio pildymo stotelių techninės specifikacijos nustatytos Alternatyviųjų degalų infrastruktūros diegimo Reglamente (ES) 2023/1804 ir Komisijos Deleguotajame Reglamente (ES) 2025/656, kuriuo papildomas Reglamento (ES) 2023/1804 II priedas. Degalinių įrengimo ir eksploatavimo taisyklės reglamentuoja skystųjų ir alternatyviųjų degalų degalinių, taip pat plūduriuojančių skystųjų degalų išpilstymo įrenginių pagrindinius įrengimo ir eksploatavimo, techninius, organizacinius ir techninės saugos reikalavimus, tačiau jose nėra vandenilio pildymo stotelėms skirtų eksploatavimo ir techninės saugos reikalavimų. Pirmųjų vandenilio pildymo stotelių projektai bei galimi vandenilio transportavimo maršrutai yra pradinėje stadijoje ir tik 2026 m. numatoma patvirtinti nacionalinį Vandenilio įstatymą bei su juo susijusią leidimų išdavimo ir priežiūros tvarką. Iki šiol vandenilio infrastruktūros projektai vertinami remiantis bendraisiais aplinkosaugos, statybos, slėginių įrenginių, sprogios aplinkos ir pavojingų krovinių vežimo teisės aktais. Tais atvejais, kai tai leidžia nacionalinė teisė, papildomai gali būti remiamasi ir kitų valstybių normatyviniais dokumentais, pavyzdžiui, Statybos įstatymo 9 straipsnyje nustatytais atvejais.

Tokia situacija lemia poreikį turėti vieningas technines gaires, kurios užtikrintų reglamentavimo aiškumą, nuoseklumą ir vienodą taikymą leidimų išdavimo procese. Ypač svarbu apibrėžti bent minimalius saugos reikalavimus, įskaitant vidaus saugos atstumus, įrangos išdėstymo principus bei iškrovimo ir eksploatavimo procedūras. Aiškiai suformuluotos gairės sudarytų pagrindą skaidriam ir prognozuojamam licencijavimo procesui, sumažintų interpretavimo skirtumus tarp institucijų ir užtikrintų vienodą saugos lygį vystant vandenilio tiekimo infrastruktūrą Lietuvoje.

Toliau šiame dokumente pateikiamos gairės, skirtos vandenilio transportavimui sausumos keliais. Atsižvelgiant į tai, kad Lietuvoje šiuo metu tik diegiamos pirmosios vandenilio pildymo stotelės, planuojami tiekimo maršrutai ir formuojama logistikos grandinė nuo gamybos taško iki galutinio vartotojo, būtina nuosekliai kurti techninį, teisinį ir institucinį pagrindą visai vandenilio tiekimo sistemai.

Siekiant sudaryti sąlygas vandeniliu varomų transporto priemonių įvedimui į rinką bei saugiam vandenilio transportavimui, Lietuvos Vyriausybė, atsakingos ministerijos, energetikos ir transporto sektoriaus įmonės bei savivaldybės turėtų kaupti praktinę patirtį įgyvendindamos pirmuosius projektus. Tai apimtų ne tik pildymo stotelių statybą, bet ir vandenilio pervežimo organizavimą, iškrovimo procedūrų reguliavimą, saugos atstumų taikymą bei institucijų veiksmų koordinavimą realiomis sąlygomis.

Šio rinkos pasirengimo etapo tikslas – suformuluoti aiškias išankstines sąlygas saugos, leidimų išdavimo, infrastruktūros planavimo ir ekonominių paskatų srityse, kartu užtikrinant visuomenės informavimą ir pasitikėjimo stiprinimą. Integruotas požiūris į vandenilio transportavimą ir tiekimo infrastruktūrą leis užtikrinti, kad nauja rinka Lietuvoje būtų vystoma saugiai, sistemiškai ir prognozuojamai.

Ryšys su teisės aktais ir reglamentavimu

Didžioji dalis reikalavimų, taikomų pavojingų medžiagų naudojimui, saugojimui ir transportavimui, yra nustatyti Lietuvos Respublikos ir Europos Sąjungos teisės aktuose. Šie reikalavimai gali būti tiesiogiai taikomi pagal ES reglamentus arba perkelti į nacionalinę teisę įgyvendinant ES direktyvas. Toliau pateikiamos pagrindinės teisės aktų kategorijos, aktualios vandenilio tiekimo infrastruktūrai ir transportavimui Lietuvoje.

Aplinkosauga ir leidimai

- Lietuvos Respublikos aplinkos apsaugos įstatymas
- Taršos integruotos prevencijos ir kontrolės (TIPK) reglamentavimas
- Lietuvos Respublikos statybos įstatymas
- Lietuvos Respublikos teritorijų planavimo įstatymas

Didelių avarių prevencija (Seveso)

- Pavojingų objektų kontrolės įstatymas
- Seveso III direktyvos įgyvendinimo teisės aktai

Techninio vientisumo reikalavimai

Slėginė įranga

- Potencialiai pavojingų įrenginių priežiūros įstatymas
- Slėginių įrenginių techninis reglamentas (PED perkėlimas)

Standartai

- LST/ENISO standartai (pvz., vandenilio degalinėms, kokybei, įrangai)

Sprogios aplinkos

- ATEX direktyvų įgyvendinimas Lietuvoje
- Įmonės apsaugos nuo sprogo dokumentai (IASD)

Eksplotavimas

Darbuotojų sauga

- Darbuotojų saugos ir sveikatos įstatymas
- Pavojingų darbų reglamentavimas

Civilinė sauga

- Krizių valdymo ir civilinės saugos įstatymas

Teritorinis / erdvinis kontekstas

- Teritorijų planavimo įstatymas
- Statybos techniniai reglamentai (STR)
- Specialiosios žemės naudojimo sąlygos

Transportas

- Lietuvos Respublikos pavojingųjų krovinių vežimo automobilių, geležinkelių ir vidaus vandenų keliais įstatymas
- Lietuvos Respublikos 1957 metų Europos sutarties dėl pavojingų krovinių tarptautinio vežimo keliais (ADR) ratifikavimo įstatymas
- Sutarties dėl pavojingų krovinių tarptautinio vežimo keliais A ir B techniniai priedai (ADR)
- Pavojingų krovinių tarptautinio vežimo geležinkeliais taisyklės (RID)
- LRV nutarimas „Dėl pavojingų krovinių vežimo automobilių ir geležinkelių keliais Lietuvos Respublikoje“

Institucijos, dalyvaujančios reguliavime Lietuvoje

Savivaldybės

Savivaldybių administracijos dalyvauja:

- teritorijų planavimo procese,
- išduodant statybos leidimus,
- vertinant projektinius pasiūlymus ir visuomenės informavimo procedūras.

Savivaldybės nėra kompetentingos institucijos aplinkosauginiams leidimams (pvz., taršos integruotos prevencijos ir kontrolės leidimams) išduoti. Nors savivaldybės nereglementuoja pačio pavojingų krovinių vežimo (tai nacionalinio lygmens kompetencija – ADR, Pavojingųjų krovinių vežimo automobilių, geležinkelių ir vidaus vandenų keliais įstatymas), jos turi netiesioginę, bet labai reikšmingą įtaką teritorijų planavimui ir infrastruktūros išdėstymui, vietinių kelių naudojimo ribojimui, stovėjimo ir laikino saugojimo vietų planavimui, civilinės saugos ir ekstremalių situacijų valdymui, visuomenės informavimui ir socialinio priėmimo skatinimui.

Aplinkos apsaugos agentūra (AAA)

Daugeliu atvejų kompetentinga institucija aplinkosauginiams leidimams, susijusiems su vandenilio infrastruktūra, yra Aplinkos apsaugos agentūra. Ji atsakinga už:

- taršos leidimų išdavimą,
- poveikio aplinkai vertinimą (kai taikoma),
- aplinkosauginių sąlygų nustatymą leidimuose.

Energetikos ministerija

Strateginiu ir teisėkūros lygmeniu už vandenilio sektoriaus politiką atsakinga Lietuvos energetikos ministerija, ypač rengiant Vandenilio įstatymą ir su juo susijusius poįstatyminius aktus.

Civilinė ir priešgaisrinė sauga

Lietuvoje priešgaisrinės ir avarinės saugos funkcijas vykdo Priešgaisrinės apsaugos ir gelbėjimo departamentas. Ši institucija gali būti įtraukta:

- vertinant pavojingus objektus (Seveso),
- derinant projektinius sprendinius dėl gaisrinės saugos,
- nustatant gaisro prevencijos ir gesinimo priemonių reikalavimus,
- vertinant civilinės saugos planus.

Darbuotojų sauga

Už darbuotojų saugos ir sveikatos reikalavimų priežiūrą atsakinga Valstybinė darbo inspekcija. Ji kontroliuoja:

- darbo aplinkos saugą,
- pavojingų darbų organizavimą,
- sprogios aplinkos dokumentaciją,
- darbuotojų mokymų atitiktį.

Pavojingų krovinių transportas

Pavojingų krovinių (vandenilio) transportavimo (ADR) kontrolę vykdo Lietuvos transporto saugos administracija. Ji atsakinga už:

- pavojingų krovinių vežimo kontrolę,
- ADR reikalavimų laikymosi priežiūrą,
- transporto priemonių atitikties patikras,
- vežėjų ir siuntėjų kontrolę.

Pavojingi objektai (Seveso taikymas)

Jeigu objektas patenka į didelių avarių prevencijos reglamentavimą, papildomai įtraukiamos:

- Priešgaisrinės apsaugos ir gelbėjimo departamentas,
- Aplinkos apsaugos agentūra,
- kitos kompetentingos institucijos pagal pavojingų objektų kontrolės sistemą.

Aplinkos apsaugos kontrolė

Už aplinkosauginių reikalavimų laikymosi priežiūrą atsakingas Aplinkos apsaugos departamentas prie Aplinkos ministerijos, kuris atlieka:

- patikrinimus vietoje,
- leidimų sąlygų kontrolę,
- galimų pažeidimų tyrimus.

Vandenilio transportavimas (išskyrus vamzdynus¹)

Šioje dalyje apžvelgiami teisės aktai, taikomi vandenilio transportavimui ne vamzdynais. Nagrinėjamos šios sritys:

- kelių transportas (ADR);
- geležinkelių transportas (RID);
- pavojingi kroviniai (Pavojingųjų krovinių vežimo automobilių, geležinkelių ir vidaus vandens keliais įstatymas).

Pavojingų krovinių transporto reglamentavimas ADR (kelių), RID (geležinkelių) taikomi nepriklausomai nuo transportuojamo vandenilio kiekio ar masės, išskyrus šiuos atvejus:

JT kodai:

- **UN 3478** – kuro elementų kasetės su suskystintomis degiosiomis dujomis;
- **UN 3479** – kuro elementų kasetės su vandeniliu metalo hidriduose.

Jeigu vienoje kasetėje pavojingos medžiagos kiekis neviršija 120 ml arba pakuotės svoris neviršija 30 kg (arba 20 kg susitraukiančios plėvelės pakuotėms), tokios siuntos gali būti vežamos supaprastinta tvarka, tačiau krovinio reikalavimai lieka privalomi ir turi būti specialus ženklavimas.

Mažmeninei prekybai skirtos pakuotės

ADR netaikomas pavojingų medžiagų transportui, jeigu jos supakuotos mažmeninei prekybai, jas gabena privatūs asmenys, jos skirtos asmeniniam naudojimui.

Įmonių vykdomas pagalbinis transportas

Išimtis taikoma, kai pavojingos medžiagos vežamos kaip pagalbinė veikla (pvz., remonto ar techninės priežiūros darbams), ne pagrindinei tiekimo ar platinimo veiklai.

Jeigu vandenilio kiekiai neviršija 333 litrų vienoje pakuotėje, nereikia ADR tipo patvirtintos transporto priemonės, nereikia oranžinių lentelių ir mažesni mokymo reikalavimai. Tačiau privaloma laikytis krovinio reikalavimų (P200), turėti mažiausiai 2 kg ABC klasės gesintuvą ir laikytis pakrovimo saugos taisyklių.

Tuščių, neišvalytų talpyklų transportas

Tam tikromis sąlygomis ADR netaikomas tuščių, neišvalytų stacionarių saugojimo talpyklų transportui, jeigu jos anksčiau buvo naudojamos vandeniliui laikyti. Tačiau jos laikomos pavojingomis dėl galimų likučių.

Transporto priemonių degalų bakai

ADR netaikomas dujoms, esančioms transporto priemonės degalų bake ar kuro elementų sistemoje, jei jos naudojamos pačios transporto priemonės varymui arba jos įrangai transportavimo metu, laikantis nustatytos 54 000 MJ ribos. Tačiau tai nereiškia, kad ADR kroviniai (transportuojantys

¹ Vandenilio transportavimą vamzdynais Lietuvoje numatoma reglamentuoti Vandenilio įstatymu, kurio paskelbimas planuojamas 2026 m. II ketvirtį.

vandenilį ar jo išvestinius produktus) gali būti vežami vandeniliu varomomis transporto priemonėmis, nes šiems transporto priemonių tipams, ypač FL ir AT, taikomi griežti apribojimai.

Pavojingų krovinių transportavimas

Tarptautiniu lygmeniu

Pavojingų krovinių transportavimas tarptautiniu mastu reglamentuojamas remiantis vieninga sistema, vadinama „Oranžine knyga“. Tai Jungtinių Tautų rekomendacijos dėl pavojingų krovinių transportavimo (I ir II tomai). Šios rekomendacijos sudaro bendrą pagrindą visoms transporto rūšims, užtikrinant suderinamumą tarp skirtingų transportavimo būdų ir yra papildytos specifinėmis taisyklėmis kiekvienai transporto rūšiai.

Kelių transportas – ADR

Tarptautinį pavojingų krovinių vežimą keliais reglamentuoja ADR – Europos susitarimas dėl pavojingų krovinių tarptautinio vežimo keliais pasirašytas 1957 m. ir atnaujinamas kas dvejus metus. Naujausia ADR redakcija įsigaliojo 2025 m. sausio 1 d., o iki 2025 m. birželio 30 d. galiojo pereinamasis laikotarpis, per kurį dar buvo leidžiama taikyti ankstesnę (ADR 2023) redakciją. ADR sudaro: pats susitarimas, A priedas – pavojingų medžiagų sąrašas, ženklinimo ir pakavimo reikalavimai bei B priedas – transporto priemonių konstrukcijos, įrangos ir pakavimo reikalavimai.

Geležinkelių transportas – RID

Pavojingų krovinių vežimą geležinkeliais reglamentuoja RID – Tarptautinio pavojingų krovinių vežimo geležinkeliais reglamentas, kuris yra Tarptautinio vežimo geležinkeliais konvencijos (COTIF) C priedas. RID taip pat atnaujinamas kas dvejus metus. Naujausia RID redakcija įsigaliojo 2025 m. sausio 1 d., o iki 2025 m. birželio 30 d. galioja pereinamasis laikotarpis, per kurį dar gali būti taikoma ankstesnė redakcija.

Europos Sąjungos lygmeniu

Europos Sąjungos teisėje pavojingų krovinių vežimą reglamentuoja Direktyva 2008/68/EB dėl pavojingų krovinių vidaus transporto. Ši direktyva nustato, kad tarptautinių susitarimų ADR (vežimas keliais) ir RID (vežimas geležinkeliais) nuostatos taikomos visose ES valstybėse narėse tiek tarptautiniam, tiek vidaus pavojingų krovinių transportavimui. Be to, kelių tunelių saugai taikoma Direktyva 2004/54/EB dėl minimalių saugos reikalavimų europinio kelių tinklo tuneliams.

Nacionaliniu lygmeniu

Lietuvoje pavojingų krovinių vežimą keliais ir geležinkeliais reglamentuoja Lietuvos Respublikos pavojingų krovinių vežimo automobilių, geležinkelių ir vidaus vandens transportu įstatymas, taip pat Kelių transporto kodeksas ir Geležinkelių transporto kodeksas. Šie teisės aktai į nacionalinę teisę perkelia Europos Sąjungos Direktyvos 2008/68/EB nuostatas ir nustato, kad pavojingų krovinių vežimui taikomi tarptautiniai susitarimai ADR (vežimas keliais) ir RID (vežimas geležinkeliais). Pavojingų krovinių vežimo reikalavimų laikymąsi mūsų šalyje prižiūri Lietuvos transporto saugos administracija (LTSA).

ADR taikymo sritis

Kokios pavojingos medžiagos priskiriamos vandenilio sričiai?

Pagal tarptautines pavojingų krovinių transporto konvencijas su vandeniliu susijusios pavojingos medžiagos yra:

- UN 1049 – Suslėgtas vandenilis,
- UN 1966 – Suskystintas vandenilis,
- UN 3166 – Transporto priemonė su kuro elementu, turinti degias dujas ar skystį,
- UN 3468 – Vandenilis metalo hidrido saugojimo sistemoje,
- UN 3478 – Kuro elementų kasetės.

Šie JT (UN) numeriai taikomi ir Lietuvoje pagal ADR.

Kokios transporto priemonės patenka į ADR taikymo sritį?

Lietuvoje ADR taikomas:

- kelių transporto priemonėms, turinčioms ne mažiau kaip 4 ratus;
- kurių konstrukcinis maksimalus greitis ≥ 25 km/h;
- kai transportavimas vykdomas viešaisiais keliais.

Pavojingų krovinių ženklavimo taisyklės

Siekiant užtikrinti greitą transportuojamų medžiagų ir jų pavojų identifikavimą, pavojingų krovinių transporto reglamentavimas (ADR) nustato specialų ženklavimą, kuris skiriasi nuo CLP² reglamento ženklavimo.

Reikalavimai Lietuvoje:

- ženklavimas turi būti aiškiai matomas;
- atsparus atmosferos poveikiui ir nusidėvėjimui;
- išlikti įskaitomas viso transportavimo metu.

Krovinių ženklavimas

Kroviniams, kuriose yra UN 1049 (suslėgtas vandenilis), UN 1966 (suskystintas vandenilis), UN 3468 (metalo hidridas), turi būti pritvirtinta **pavojingumo etiketė 2.1 (Degios dujos)**.

Reikalavimai: mažiausias dydis – 10 × 10 cm, turi būti šalia oficialaus transporto pavadinimo, negali būti uždengta kitomis krovinių dalimis. Jei krovinyje mažas, leidžiamas mažesnis dydis, bet turi išlikti aiškiai matoma.

² Europos Sąjungos cheminių medžiagų klasifikavimo, ženklavimo ir pakavimo reglamentas



1 pav. 2.1 klasės etikečių pavyzdžiai

Dujų balionai, kuriuose yra 2 klasės dujų (pvz., vandenilio), gali būti ženklinami mažesnio dydžio etiketėmis, jeigu tai būtina dėl jų formos, padėties ar transportavimo metu naudojamos tvirtinimo sistemos. Tokios etiketės turi būti analogiškos šioje dalyje nustatytoms etiketėms, tačiau jų dydis gali būti sumažintas pagal **ISO 7225:2005** standartą „Dujų balionai – informacinės etiketės“, kad jas būtų galima pritvirtinti baliono viršutinėje (kupolo) dalyje. Tušti, neišvalyti slėginiai indai, skirti 2 klasės dujoms, gali būti transportuojami su pasenusiomis arba pažeistomis etiketėmis, jei jie vežami pakartotiniam užpildymui, patikrai ar naujų etikečių pritvirtinimui pagal galiojančius reikalavimus, arba slėginio indo utilizavimui.

Krypties rodyklės

Kriogeninės talpos (UN 1966) turi būti pažymėtos krypties rodyklėmis, rodyklės turi būti priešingose vertikaliuose pusėse, turi rodyti „aukštyn“ bei turi būti aiškiai matomos. Atitinka ISO 780.



2 pav. Krypties rodyklių pavyzdžiai

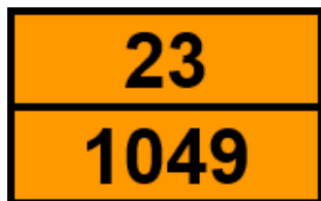
Cisternų ir transporto priemonių ženklimas pavojingumo lentelėmis

Pavojingumo lentelės turi būti tvirtinamos ant cisternų, vamzdinių balionų priekabų (tube-trailerių), cisterninių transporto priemonių. Tokiu atveju turi būti pritvirtintos 2.1 klasės lentelės abiejose pusėse, priekyje ir gale, jų mažiausias dydis – 25 × 25 cm bei atsparios atmosferos poveikiui. Net jei cisterna tuščia (bet neišvalyta), ženklimas būtinas. Jei transportuojami tik balionų rėmai – žymėjimų nereikia.

Oranžinės lentelės

Pagal ADR 5.3.2 transporto priemonės, vežančios pavojingus krovinius, turi būti pažymėtos dviem oranžinėmis lentelėmis, viena priekyje ir viena gale. Lentelių dydis turi būti 40 × 30 cm, jos turi turėti

15 mm pločio juodą rėmelį ir būti pagamintos iš medžiagos, atsparios ugniai, kad ženklimas išliktų matomas bent 15 minučių gaisro atveju. **Cisternų atveju:** viršuje – pavojingumo kodas, apačioje – UN numeris.



3 pav. Pavojingumo lentelės pavyzdys suslėgtam vandeniliui ir skystam vandeniliui

Slėginių indų žymėjimas

Pagal ADR 5.2.1.1, 5.2.1.6 ir 6.6.2.7 reikalavimus ant kiekvieno slėginio indo (pvz., dujų baliono) turi būti nurodytas pavojingos medžiagos UN numeris su priešdėliu „UN“. Šio žymėjimo raidžių aukštis turi būti ne mažesnis kaip 6 mm balionams, kurių vandens talpa neviršija 60 l, ir 12 mm kitiems indams (labai mažiems balionams, iki 5 l, leidžiamas proporcingai mažesnis žymėjimas).

Pakartotinai pildomi slėginiai indai turi būti pažymėti aiškiai įskaitomais ir patvariais ženklais. Ant jų turi būti nurodyta: sertifikavimo simbolis (a), taikytas konstrukcijos ir bandymų techninis standartas (b), patvirtinimo šalies žyma (c) ir patikros įstaigos ženklas (d). Taip pat turi būti pateikta pradinės patikros data – metai ir mėnuo (e), bandymo slėgis barais, pažymėtas „PH ... BAR“ (f), tuščio indo masė kilogramais (g) bei mažiausias garantuotas sienelės storis milimetrais (h). Be to, ant slėginio indo nurodoma sriegio identifikacija (m), gamintojo ženklas (n) ir serijos numeris (o).

Jeigu slėginiai indai pagaminti iš plieno ir skirti dujoms, kurios gali sukelti vandenilio trapumą, jie papildomai turi būti pažymėti raide „H“, rodančia, kad plienas yra suderinamas su vandeniliu pagal ISO 1114-1 standartą. Kai kuriems kompozitiniams balionams taip pat turi būti nurodoma jų eksploatacijos trukmės pabaigos data arba patikros terminas.

	(m)	(n)	(o)	(p)
	25E	D MF	765432	H
	(f)	(g)	(h)	
	PH300BAR	62.1KG	5.8MM	
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
	ISO 9809-1	LT	IB	2000/12

4 pav. Plieninio baliono, skirto suslėgtam vandeniliui laikyti esant didžiausiam 200 bar slėgiui, ženklavimo pavyzdys.

Talpyklos ir krovinio vienetai

Apibrėžimai

ADR reglamente vartojamas terminas „colis“ apibūdina transportuojamą krovinio vieneta – vežimui pateikiamą talpyklą ar įrenginį su pavojinga medžiaga. Vandenilio transportavimo atveju tokiu vienetu paprastai laikomas slėginis indas arba jų rinkinys: dujų balionas, vamzdinis slėginis indas (*tube*), balionų rėmas (*bundle*), kriogeninė talpa suskystintam vandeniliui, didelė talpykla (IBC), jei ji naudojama kitoms pavojingoms medžiagoms.

ADR taip pat vartojamas terminas „emballage“, kuris reiškia talpyklą arba konstrukciją, skirtą pavojingai medžiagai saugiai laikyti ir transportuoti. Pakuotė (*emballage*) – vienas ar keli indai kartu su visais elementais ar medžiagomis, reikalingomis užtikrinti jų sandarumą, mechaninį atsparumą ir saugų pavojingos medžiagos transportavimą. Šiame kontekste vartojami terminai atitinka ADR reglamente naudojamus apibrėžimus, kurie taikomi ir Lietuvoje vežant pavojingus krovinius.

Pavojingų krovinių pakavimo taisyklės

Pakavimo reikalavimai priklauso nuo medžiagos rūšies ir transporto būdo. ADR 4.1 skyriuje nustatyti bendrieji reikalavimai, kur kiekvienai medžiagai ADR 3 dalies A lentelėje priskirta atskira pakavimo instrukcija. Šiuo atveju vandeniliui aktualios yra:

- P200 – suslėgtas vandenilis,
- P203 – suskystintas vandenilis,
- P205 – metalo hidrido talpyklos,
- P004 – kuro elementų kasetės.

Suslėgtas vandenilis (P200)

Suslėgtas vandenilis gali būti vežamas šių tipų slėginiuose induose:

- balionuose, kurių vandens talpa neviršija 150 l;
- vamzdiniuose induose (*tubes*), kurių talpa didesnė nei 150 l, bet neviršija 3000 l;
- slėginiuose būgnuose;
- balionų rėmuose, kurių bendra vandens talpa neviršija 3000 l.

Slėginiai indai turi atitikti šiuos reikalavimus:

- būti sandarūs ir apsaugoti nuo dujų nuotėkio;
- plieniniai indai turi būti suderinami su vandenilio savybėmis;
- tokie indai turi būti pažymėti raide „H“;
- maksimalus darbinis slėgis negali viršyti 2/3 bandymo slėgio.

Lietuvoje taikomas **ISO 11114-1 standartas**, kuriame nustatyti reikalavimai medžiagų atsparumui vandenilio trapumui.

Bendras slėginių indų **periodinių patikrų intervalas** yra 10 metų. Ilgesnis intervalas (iki 15 metų) gali būti taikomas:

- aliuminio lydinio balionams;
- be siūlių plieniniams balionams su liekamojo slėgio vožtuvais.

Kompozitiniai balionai paprastai tikrinami kas 5 metus, o kai kuriais atvejais patikros intervalas gali būti pratęstas iki 10 metų.

Pildymo reikalavimai

Pildyti leidžiama tik specialiai įrengtuose centruose ir kvalifikuoto personalo. Turi būti tikrinama: atitiktis ADR, suderinamumas su vandenilio savybėmis, pažeidimų nebuvimas, užpildymo slėgis, ženklėjimas.

Suskystintas vandenilis (P203)

Ši pakavimo instrukcija taikoma kriogeninėms talpoms, skirtoms suskystintam vandeniliui. Kriogeninės talpos turi:

- izoliuotos (be šerkšno susidarymo);
- bandymo slėgis $\geq 1,3 \times$ maksimalus vidinis slėgis;
- užpildymas ≤ 98 proc. talpos (esant 1 bar);
- turi būti bent vienas slėgio išleidimo vožtuvas;
- sandarinimo medžiagos turi būti suderinamos su vandeniliu.

Periodinės patikros: slėgio išleidimo vožtuvai tikrinami kas 5 metus, išorės patikra ir sandarumo bandymas atliekami kas 10 metų. Šioms talpoms taip pat taikomi ADR 6.2 skyriaus konstrukciniai reikalavimai.

Vandenilio grynumas yra taip pat svarbi charakteristika. Jo grynumo poreikis priklauso nuo paskirties: pramoninis vandenilis gali būti ≤ 99.5 proc., tačiau kuro elementams (FCEV transportui) ≥ 99.999 proc. (pagal ISO 14687). Grynumas turi būti deklaruojamas dokumentuose, jei vandenilis skirtas transportui ar specialiems tikslams.

Priimančios įmonės atsakomybės

Pakrovimo ir iškrovimo operacijos, susijusios su pavojingų krovinių transportavimu, turi būti organizuojamos pagal iš anksto parengtą saugos protokolą, kuriame apibrėžiamos atsakomybės tarp priimančios įmonės ir vežėjo. Priimančioji įmonė protokole turi nurodyti saugos instrukcijas, pakrovimo ar iškrovimo vietą, transporto judėjimo schemą teritorijoje, naudojamą įrangą, avarinių situacijų valdymo priemones bei paskirti atsakingą asmenį. Lietuvoje tokios procedūros taip pat turi atitikti darbuotojų saugos ir sveikatos reikalavimus, civilinės saugos planavimo dokumentus bei objekto vidaus saugos taisykles.

Vežėjo atsakomybės

Vežėjas taip pat privalo pateikti informaciją, reikalingą saugiam operacijos vykdymui. Protokole turi būti nurodytos transporto priemonės charakteristikos, vežamo krovinio pobūdis ir jo transportavimo talpyklos ar krovinio vieneto tipas, taip pat specifinės su kroviniu susijusios rizikos, pavyzdžiui degių dujų pavojus ar galimi nuotėkio scenarijai. Tokia informacija leidžia tinkamai parengti pakrovimo ar iškrovimo vietą ir užtikrinti saugias darbo sąlygas tiek transporto priemonės, tiek priimančios įmonės darbuotojams.

Pakrovimo / iškrovimo apribojimai

Pakrovimo ir iškrovimo operacijoms taikomi ir tam tikri apribojimai. Pavojingų krovinių pakrovimas ar iškrovimas viešajame kelyje paprastai nėra leidžiamas, o cisternų pildymas ar ištuštinimas viešoje vietoje draudžiamas, išskyrus išimtinius atvejus. Be to, pakrovimas negali būti vykdomas, jei nesilaikoma ADR reikalavimų ar kyla saugos rizika. Taip pat nustatyti ir krovinių suderinamumo reikalavimai: pavyzdžiui, vandenilio balionai negali būti vežami kartu su 1 klasės sprogmenimis ar tam tikromis kitomis pavojingomis medžiagomis, kurių sąveika galėtų padidinti incidento riziką.

Pakuočių pakrovimo taisyklės

Pavojingų krovinių krovinio vienetai gali būti vežami įvairių tipų transporto priemonėse, priklausomai nuo jų konstrukcijos ir krovinio savybių. Pakuotės ar slėginiai indai gali būti transportuojami uždaroje transporto priemonėse, dengtuose konteineriuose arba atvirose transporto priemonėse. Transportavimo būdas turi užtikrinti, kad krovinyt būtų stabiliai pritvirtintas, apsaugotas nuo pažeidimų ir nekelti pavojaus transporto priemonės įgulai bei aplinkai.

Suskystintas vandenilis turi būti transportuojamas tik specialiai tam skirtose kriogeninėse talpyklose ir tokioje padėtyje, kuriai jos yra suprojektuotos. Mažos talpos pakuotėse ar netinkamose talpyklose suskystinto vandenilio transportuoti negalima. Balionai ar kiti slėginiai indai turi būti patikimai pritvirtinti, kad transportavimo metu neapvirštų ar nepasislinktų. Jie gali būti dedami horizontaliai, išilgai arba skersai transporto priemonės, arba statomi vertikaliai, jei jų konstrukcija ir tvirtinimo būdas užtikrina pakankamą stabilumą.

Jeigu pavojingi kroviniai vežami uždaroje transporto priemonės krovinių erdvėje ar uždarame konteineryje, turi būti užtikrinta, kad dujos negalėtų patekti į vairuotojo kabiną. Tokiais atvejais transporto priemonės ar konteinerio durys turi būti pažymėtos aiškiu įspėjamoju užrašu: „*DĖMESIO – UŽDARA ERDVĖ – ATIDARYTI ATSARGIAI*“, kuris informuoja apie galimą pavojingų dujų kaupimąsi krovinių skyriuje.

Cisternomis vežamas vandenilis

Suslėgtas ir suskystintas vandenilis gali būti vežamas tik specialiai pavojingiems kroviniams pritaikytomis FL tipo transporto priemonėmis, kurios skirtos degių skysčių ir dujų cisterniniam transportui. ADR taip pat nustato, kad cisterninis pavojingų krovinių transportas negali būti vykdomas vilkikais, varomais vandeniliu, kai naudojamos FL ar AT tipo transporto priemonės. Tačiau jei transportuojami tik slėginiai indai, pavyzdžiui, dujų balionai ar jų rinkiniai, vilkikas gali būti varomas vandeniliu.

Cisternos ir jų įranga turi būti patvirtintos kompetentingos institucijos ir reguliariai tikrinamos. Periodinės patikros intervalai priklauso nuo cisternos tipo: stacionarios cisternos paprastai tikrinamos kas 6 metus, o mobilios cisternos – kas 5 metus. Be to, atliekamos ir tarpinės patikros, kurios paprastai vykdomos kas 3 arba 2,5 metų, priklausomai nuo cisternos tipo. Patikros metu atliekamas cisternos

vidaus ir išorės būklės įvertinimas, sandarumo bandymas bei, jei numatyta, hidraulinis slėgio bandymas.

Transporto priemonėse, vežančiose pavojingus krovinius, turi būti tam tikra saugos įranga ir dokumentai. Transporto priemonėje turi būti ugniagesiai gesintuvai, kurių skaičius ir talpa priklauso nuo transporto priemonės masės (pvz., iki 3,5 t – bent du gesintuvai, kurių bendra talpa ne mažesnė kaip 4 kg; 3,5–7,5 t – ne mažiau kaip 8 kg; daugiau kaip 7,5 t – ne mažiau kaip 12 kg). Taip pat transporto priemonėje turi būti ratų pleištas ir du išpėjamieji ženklai, o kiekvienam personalo nariui privalomos asmeninės apsaugos priemonės: šviesą atspindinti liemenė, kibirkščių nesukeliantis nešiojamas žibintas, apsauginės pirštinės ir akių apsauga. Be to, transportavimo metu turi būti vežami privalomi dokumentai: transporto dokumentas, rašytinės instrukcijos, vairuotojo ADR mokymo pažymėjimas ir personalo narių tapatybės dokumentai. Transporto dokumentas turi būti saugomas mažiausiai tris mėnesius ir jame turi būti nurodytas UN numeris, oficialus pavojingos medžiagos pavadinimas, pavojingumo etiketės numeris, krovinio kiekis, siuntėjas, gavėjas bei tunelių apribojimo kodas. Jei vežamas suskystintas vandenilis cisternoje, dokumente taip pat turi būti nurodyta laikymo laiko pabaigos data.

Lietuvoje ADR vairuotojų mokymo pažymėjimus išduoda Lietuvos transporto saugos administracija (LTSA), kuri yra kompetentinga institucija pavojingų krovinių vežimo priežiūros srityje.

Rizikos analizė ir avarinių situacijų valdymas, kvalifikacijos atitikmenys

Įmonės, kurios vykdo pavojingų krovinių transportavimą, pakavimą, pildymą, pakrovimą ar iškrovimą ir kurioms netaikomos ADR nustatytos išimtys, privalo paskirti pavojingų krovinių saugos patarėją (DGSA). Šis reikalavimas nustatytas ADR 1.8.3 skyriuje ir taikomas visoms įmonėms, dalyvaujančioms pavojingų krovinių transportavimo grandinėje. Lietuvoje ši nuostata įgyvendinama pagal nacionalinius pavojingų krovinių vežimo teisės aktus, o saugos patarėjas privalo turėti galiojantį profesinės kvalifikacijos pažymėjimą. DGSA sertifikavimą Lietuvoje organizuoja Lietuvos transporto saugos administracija (LTSA).

Saugos patarėjo pagrindinė funkcija yra užtikrinti, kad įmonės veikla atitiktų pavojingų krovinių transportavimą reglamentuojančius reikalavimus. Jis kontroliuoja ADR nuostatų laikymąsi įmonėje, analizuoja transportavimo procesus, rengia avarijų ar incidentų ataskaitas kompetentingoms institucijoms, siūlo saugos gerinimo priemones ir atlieka vidaus patikrinimus. Be to, saugos patarėjas privalo parengti metinę veiklos ataskaitą, kurioje apibendrinama pavojingų krovinių transportavimo praktika įmonėje ir įvertinamos galimos rizikos.

Svarbi rizikos valdymo dalis yra darbuotojų mokymas. Pagal ADR 1.3 skyrių visos įmonės, dalyvaujančios pavojingų krovinių transporto procese, privalo apmokyti darbuotojus apie pavojingų medžiagų savybes, galimas rizikas, saugų elgesį incidentų ar avarijų atveju, taip pat apie aplinkos ir turto apsaugos priemones. Papildomi saugumo reikalavimai nustatyti ADR 1.10 skyriuje, o Lietuvoje šie mokymai taip pat turi atitikti nacionalinius darbuotojų saugos ir sveikatos teisės aktus.

Transporto priemonių vairuotojai privalo turėti ADR vairuotojo mokymo pažymėjimą, patvirtinantį, kad jie baigė specialų mokymo kursą ir išlaikė egzaminą. Pagrindinio kurso metu vairuotojai supažindinami su pavojingų krovinių transportavimo rizikomis, saugaus darbo principais ir veiksmais avarijos atveju. Jei pavojingi kroviniai vežami cisternose, kurių talpa viršija 1 m³, arba mobiliose cisternose, kurių talpa didesnė nei 3 m³, vairuotojai privalo turėti papildomą cisternų transportavimo specializaciją. Tokia specializacija dažniausiai reikalinga ir vandenilio transportui (pvz., UN 1049 – suslėgtas vandenilis arba UN 1966 – suskystintas vandenilis). ADR pažymėjimas galioja ribotą laiką, todėl vairuotojai privalo periodiškai atnaujinti kvalifikaciją ir kas penkerius metus išlaikyti

pakartotinį egzaminą. Jei transportuojami tik pavieniai krovinių vienetai, pavyzdžiui, dujų balionai, paprastai pakanka bazinio ADR mokymo.

Aukštos rizikos kroviniai ir saugumo planavimas

Pagal ADR 1.10.3 skyrių tam tikri pavojingi kroviniai laikomi aukštos rizikos pavojingomis medžiagomis, nes neteisėtas jų panaudojimas gali sukelti didelę žalą žmonėms, infrastruktūrai ar aplinkai. Vandenilis priskiriamas šiai kategorijai, kai jis transportuojamas cisternose, kurių talpa viršija 3000 litrų. Tokiais atvejais transportavimo procese dalyvaujančios įmonės privalo parengti saugumo planą, kuriame numatomos priemonės, skirtos sumažinti tyčinių veiksmų, vagystės ar neteisėto naudojimo riziką.

Saugumo plane turi būti apibrėžtas atsakomybių paskirstymas tarp transportavimo grandinės dalyvių, transportuojamų pavojingų medžiagų sąrašas, saugumo rizikos vertinimas ir priemonės šioms rizikoms mažinti. Plane taip pat turi būti numatyta maršrutų analizė, laikino transporto priemonių stovėjimo vietų saugumo vertinimas, fizinės apsaugos priemonės, darbuotojų patikimumo užtikrinimo politika, incidentų ir saugumo pažeidimų pranešimo tvarka bei periodinė plano peržiūra. Transporto priemonėms, vežančioms didesnius nei 3000 litrų vandenilio kiekius, turi būti taikomos apsaugos nuo vagystės priemonės, tačiau jos negali trukdyti avarinių tarnybų veiksmams incidento atveju.

Papildomi reikalavimai taikomi transporto priemonių stovėjimui. Jei pavojingus krovinius vežanti transporto priemonė sustoja nuo 2 iki 12 valandų, ji turi stovėti ne arčiau kaip 10 metrų nuo gyvenamųjų pastatų ar viešųjų objektų. Jei transporto priemonė stovi ilgiau nei 12 valandų, miestuose toks stovėjimas paprastai nėra leidžiamas ir transporto priemonė turi būti laikoma pakrovimo ar iškrovimo vietoje arba saugomame transporto parke. Už gyvenviečių ribų transporto priemonė turi stovėti ne arčiau kaip 50 metrų nuo gyvenamųjų pastatų ir bent 10 metrų nuo kitų pavojingus krovinius vežančių transporto priemonių.

Maršrutų planavimas

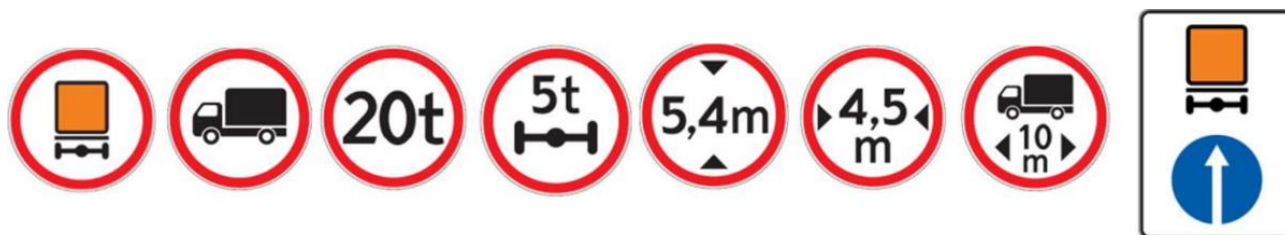
Planuojant vandenilio transportavimą keliais (pvz., UN 1049 – suslėgtas vandenilis arba UN 1966 – suskystintas vandenilis), maršrutas turi būti parenkamas taip, kad būtų laikomasi ADR reikalavimų dėl transporto priemonės tipo, ženklavimo, dokumentų, vairuotojų kvalifikacijos ir kitų saugos aspektų. Nors ADR paprastai nenustato konkrečių privalomų maršrutų visoms pavojingoms medžiagoms, praktikoje kai kurios valstybės ar savivaldybės gali nustatyti specialius pavojingų krovinių eismo maršrutus arba apriboti jų judėjimą tam tikrose teritorijose. Tokiais atvejais transporto priemonės turi laikytis nustatytų maršrutų arba gauti specialų leidimą nukrypti nuo jų.

Svarbus maršrutų planavimo aspektas yra tunelių naudojimo apribojimai. Pagal ADR, transporto priemonėms, vežančioms pavojingus krovinius cisternose, gali būti taikomi draudimai važiuoti per tam tikrų kategorijų tunelius. Pavyzdžiui, cisternomis vežamas vandenilis paprastai negali būti gabenamas tuneliais, kurių kategorija B, C, D arba E, o kiti transportavimo būdai, pavyzdžiui balionuose, gali būti ribojami tuneliuose, kurių kategorija D ir E. Todėl planuojant maršrutą būtina iš anksto įvertinti galimus tunelių apribojimus ir parinkti alternatyvias transporto kryptis.

Kai kuriose Europos valstybėse savivaldybės ar regioninės institucijos viešai skelbia informaciją apie kelius, kuriais leidžiama ar rekomenduojama važiuoti pavojingų krovinių transportui, taip pat nustato papildomus ribojimus tam tikrose teritorijose. Tokie ribojimai gali būti susiję su eismo organizavimu miestų centruose, infrastruktūros darbais, oro ar kelių sąlygomis, taip pat su laikiniais transporto

apribojimais piko metu. Dėl šios priežasties maršrutų planavimas dažnai apima ne tik ADR reikalavimų laikymąsi, bet ir vietinių transporto ar savivaldybių institucijų nustatytų eismo apribojimų įvertinimą.



Lietuvos kelių tinklas skirstomas į valstybinės ir vietinės reikšmės kelius. Valstybinės reikšmės keliams priskiriami magistraliniai, krašto ir rajoniniai keliai, kurie sudaro pagrindinį šalies transporto infrastruktūros stuburą ir užtikrina didžiųjų miestų bei tarptautinių transporto koridorių jungtis. Vietinės reikšmės kelių kategorijai priklauso viešieji ir vidaus keliai, kurie dažniausiai naudojami vietiniam susisiekimui savivaldybių teritorijose ar privačiose teritorijose. Transporto judėjimą šiuose keliuose reguliuoja kelių ženklai, nustatantys įvairius apribojimus, pavyzdžiui, pavojingų krovinių transporto draudimus, transporto priemonių masės ar ašies apkrovos ribas (pvz., 20 t ar 5 t), aukščio ir pločio apribojimus (pvz., 5,4 m ar 4,5 m) bei minimalius atstumus tarp transporto priemonių (pvz., 10 m). Šie ženklai yra svarbūs planuojant pavojingų krovinių, įskaitant vandenilį, transportavimo maršrutus Lietuvos keliuose.









Papildomai kelių tinklo būklė ir laikini eismo ribojimai Lietuvoje gali būti stebimi specializuotose informacinėse sistemose, pavyzdžiui, *eismoinfo.lt*, kur pateikiama informacija apie įvairius eismo apribojimus, tokius kaip greičio ribojimai, svorio ar ašies apkrovos apribojimai, transporto priemonių pločio ir aukščio ribojimai, krovinio transporto eismo draudimai ar laikini eismo ribojimai dėl kelių darbų. Valstybinės reikšmės kelių infrastruktūros ir eismo organizavimo duomenys taip pat pateikiami AB „Via Lietuva“ GIS žemėlapyje, kuriame vizualizuojami kelių tinklo elementai, eismo organizavimo priemonės ir kiti transporto infrastruktūros objektai. Šių duomenų analizė leidžia tiksliau įvertinti realius transportavimo apribojimus ir planuoti optimalius pavojingų krovinių, įskaitant vandenilį, transportavimo maršrutus Lietuvos kelių tinkle.

Kelių transporto priemonių techniniai apribojimai vandenilio transportavimui Lietuvoje

Lietuvoje kelių transporto priemonių ir jų junginių, naudojamų kroviniams – įskaitant pavojingas medžiagas, tokias kaip vandenilis – vežti, didžiausi leidžiami techniniai parametrai nustatyti Lietuvos Respublikos susisiekimo ministro 2002 m. vasario 18 d. įsakymu Nr. 3-66. Pagal šiuos reikalavimus automobilio su puspriekabe didžiausias leidžiamas ilgis yra 16,50 m, plotis 2,55 m, o aukštis 4,00 m. Tokios transporto priemonės leidžiama masė priklauso nuo ašių konfigūracijos: kai ašių skaičius yra 2+2 (kai atstumas tarp puspriekabės ašių d yra 1,30–1,80 m) arba 2+2 (kai $d \geq 1,80$ m), didžiausia leidžiama masė yra 36,0 tonų, o tam tikrais atvejais gali būti taikoma ir 38,0 tonų riba, esant 2+3, 3+2 arba 3+3 ašių deriniams didžiausia leidžiama masė siekia 40,0 tonų, ir tokia pati riba taikoma junginiams, turintiems daugiau kaip penkias ašis. Automobilio su priekaba junginiams leidžiamas didžiausias ilgis yra 18,75 m, plotis 2,55 m, o aukštis 4,00 m, o jų didžiausia leidžiama masė taip pat priklauso nuo ašių skaičiaus: esant 2+2 ašių deriniui leidžiama masė yra 36,0 tonų, o konfigūracijoms 2+3, 3+2 ir 3+3 taikoma 40,0 tonų riba.

Transporto priemonė ar jų junginys	Ilgis, m	Plotis, m	Aukštis, m	Ašių skaičius	Masė, t
Automobilis su puspriekabe  (atstumas d tarp puspriekabės ašių, m)	16,50	2,55*	4,00	2+2 (1,30 < d < 1,80)	36,0**
				2+2 (1,80 ≤ d)	36,0
				2+2 (1,80 ≤ d)*****	38,0**
				2+3	40,0**
				3+2	40,0**
				3+3	40,0**
Automobilis su priekaba 	18,75	2,55*	4,00	2+2	36,0**
				2+3	40,0**
				3+2	40,0**
				3+3	40,0**
				>5	40,0

Papildomai reglamentuojamos ir ašių apkrovos: kai atstumas tarp ašių yra $d \geq 1,80$ m, vienos nevarančios ašies didžiausia leidžiama apkrova yra 10,0 tonų, o varančios – 11,5 tonų; kai $d < 1,00$ m, dvigubos ašies apkrova gali siekti 11,5 tonų, kai $1,00 \leq d < 1,30$ m – 16,0 tonų, o kai $1,30 \leq d \leq 1,80$ m – 18,0 tonų arba tam tikrais atvejais 19,0 tonų. Priekabų ir puspriekabių pavienių ašių apkrova taip pat siekia 10,0 tonų, dvigubų ašių – 11,0–18,0 tonų, o trigubų ašių sistemose leidžiama apkrova gali siekti 21,0 tonų, o esant $1,30 \leq d \leq 1,40$ m – net 24,0 tonų. Šie techniniai parametrai nustato fizinius transporto priemonių matmenų ir masės apribojimus, kurie turi būti vertinami planuojant vandenilio transportavimą kelių transportu Lietuvoje.

Atstumas tarp ašių d, m	Ašies (ašių) apkrova, t					
	automobilio / autobuso traktoriaus / savaeigės mašinos*****			priekabos / puspriekabės*****		
	pavienės nevarančiosios 	pavienės varančiosios 	dvigubosios 	pavienės 	dvigubosios 	trigubosios 
$1,80 \leq d$	10,0	11,5		10,0		
$d < 1,00$			11,5		11,0	
$1,00 \leq d < 1,30$			16,0		16,0	
$1,30 \leq d < 1,80$			18,0 / 19,0***		18,0	
$d \leq 1,30$						21,0
$1,30 < d \leq 1,40$						24,0

Vandenilio transportavimas geležinkelių transportas pagal RID

RID (Tarptautinis pavojingų krovinių vežimo geležinkeliais reglamentas) reglamentuoja pavojingų krovinių, įskaitant vandenilį (UN 1049 – suslėgtas vandenilis; UN 1966 – suskystintas vandenilis), vežimą geležinkeliais. RID yra COTIF konvencijos C priedas ir taikomas visose valstybėse, kurios yra šios konvencijos šalys.

Lietuvoje RID reikalavimai taikomi vadovaujantis: COTIF konvencija, RID reglamentu ir nacionaliniais pavojingų krovinių vežimą reglamentuojančiais teisės aktais, o jų laikymosi priežiūrą vykdo Lietuvos transporto saugos administracija (LTSA).

RID nuostatos taikomos įvairioms pavojingų krovinių transportavimo formoms geležinkeliuose, įskaitant:

1. cisterninius vagonus,
2. konteinerius-cisternas,
3. mobilias cisternas,
4. baterinius vagonus,

5. taip pat krovinių vienetų, pavyzdžiui, dujų balionų, balionų rėmus ar kitus slėginius indus.

Išimtys

RID numatytos išimtys iš esmės atitinka ADR (kelių transporto) išimtis ir taikomos panašioms pavojingų medžiagų kiekių riboms. Tačiau yra vienas svarbus skirtumas: geležinkelių transporte nėra nustatyta energijos kiekio ribos išimčiai, kai pavojinga medžiaga naudojama pačios transporto priemonės veikimui. Tai reiškia, kad lokomotyve ar kitame geležinkelio transporte esančios degios medžiagos, naudojamos jo eksploatacijai, paprastai nelaikomos vežamu pavojingu kroviniu RID prasme, jeigu jos naudojamos tik transporto priemonės veikimui ir atitinka nustatytas išimties sąlygas.

Ženklimas ir žymėjimas

RID ženklavimo taisyklės iš esmės yra analogiškos ADR. Tačiau yra keli skirtumai.

Oranžinė signalizacija

Oranžinės lentelės naudojamos tik toms pavojingoms medžiagoms, kurioms taikomas pavojaus identifikavimo numeris. Lentelės turi būti pritvirtintos prie kiekvienos cisternos vagono arba konteinerio šonų. Vagonai-cisternos, vežantys suskystintas dujas (įskaitant suskystintą vandenilį), turi būti pažymėti oranžine juosta, apjuosiančia cisterną per vidurį.

Manevravimo etiketė (RID 5.3.4)

Suslėgtam ir suskystintam vandeniliui būtina papildoma manevravimo etiketė Nr. 13, atitinkanti A7 dydžio formatą, kuri reiškia, kad reikia vykdyti atsargius manevravimo veiksmus.



5 pav. Manevravimo etiketės Nr. 13 pavyzdys

Ji tvirtinama šalia pagrindinių pavojingumo lentelių.

Pakrovimas, iškrovimas ir krovos darbai

Vandenilio pakrovimo ir iškrovimo operacijos geležinkeliuose gali būti vykdomos tik specialiai tam skirtose vietose. Tokios operacijos negali būti atliekamos bendro naudojimo ar keleivinėse stotyse, kuriose nėra pritaikytos infrastruktūros pavojingiems kroviniams tvarkyti. Pakrovimas ir iškrovimas leidžiamas tik specializuotose krovos vietose, terminaluose arba pramoninėse teritorijose, kuriose įrengtos atitinkamos saugos priemonės. Jeigu krovos darbai vykdomi elektrifikuotuose geležinkelio keliuose, prieš pradėdant operacijas kontaktinis tinklas turi būti išjungtas ir be įtampos. Vandenilis

geležinkeliu gali būti transportuojamas įvairiais būdais, pavyzdžiui slėginiuose induose (dujų balionuose ar balionų rėmuose), mobiliose cisternose, konteineriuose-cisternose, cisterniniuose vagonuose arba bateriniuose vagonuose.

Stovėjimas

Vagonai, kuriuose vežami pavojingi kroviniai, paprastai negali būti naudojami kaip laikino pavojingų medžiagų saugojimo vieta. Ilgesnis jų stovėjimas leidžiamas tik teritorijose, kurios atitinka pavojingų pramoninių objektų saugos reikalavimus. Praktikoje tai reiškia, kad Lietuvoje tokie vagonai gali būti laikomi tik specializuotuose krovos terminaluose, pramoninėse zonose arba teritorijose, kuriose pagal teisės aktus leidžiama laikyti pavojingas medžiagas ir yra įrengtos atitinkamos saugos priemonės.

Vandenilio transportavimas metanolio ir amoniako forma

Jeigu būtų nuspręsta vandenilį transportuoti metanolio ar amoniako forma, tokiam transportui būtų taikoma ta pati tarptautinė pavojingų krovinių transporto sistema kaip ir kitoms cheminėms medžiagoms, įskaitant jau aptartą vandenilio transportavimo logistikos grandinę. Tarptautiniu lygmeniu taikomos JT rekomendacijos dėl pavojingų krovinių transportavimo, Europos Sąjungoje – Direktyva 2008/68/EB dėl pavojingų krovinių vidaus transporto, o praktiniam vežimui naudojami ADR (kelių transportui) ir RID (geležinkelių transportui) reglamentai, kurie Lietuvoje įgyvendinami per Lietuvos Respublikos pavojingųjų krovinių vežimo automobilių, geležinkelių ir vidaus vandens transportu įstatymą.

Praktiniai saugos reikalavimai skiriasi dėl medžiagų fizinių ir toksikologinių savybių. Metanolis (UN 1230) pagal ADR ir RID priskiriamas degių skysčių klasei (3) su papildomu toksiškumo pavojumi (6.1), todėl transportavimo metu pagrindinis dėmesys skiriamas degumo ir apsinuodijimo rizikai. Amoniakas (UN 1005) priskiriamas toksinių dujų klasei (2.3), todėl jo transportavime svarbiausia yra slėginių sistemų sandarumas, nuotėkio kontrolė ir apsauga nuo toksinių dujų pasklidimo.

Geležinkelių transporto atveju taikomi RID reikalavimai, pagal kuriuos metanolis ir amoniakas gali būti transportuojami tik specialiai pavojingiems kroviniams pritaikytais cisterniniais vagonais arba konteineriais-cisternomis, atitinkančiais RID konstrukcijos ir bandymų standartus (pvz., EN 12561 ir EN 12972). Vagonai turi būti paženklinami oranžinėmis lentelėmis su atitinkamu UN numeriu (pvz., UN 1230 metanoliiui arba UN 1005 amoniakui) bei pavojingumo etiketėmis pagal RID ženklinimo taisykles. Talpyklos turi atitikti konstrukcijos, slėgio, vožtuvų ir izoliacijos reikalavimus: metanoliiui taikomi reikalavimai degiems ir toksiškiems skysčiams, o amoniakui – slėginėms talpykloms, skirtoms suskystintoms arba suslėgtoms dujoms transportuoti. Vagonai taip pat privalo turėti galiojančius techninės priežiūros įrašus, eksploatacines datas ir eksploatacinius sertifikatus, o periodinės patikros atliekamos kas 6–8 metus, priklausomai nuo cisternos tipo ir transportuojamos medžiagos.

Transportavimo dokumentacija turi apimti UN numerį ir oficialų medžiagos pavadinimą (pvz., „UN 1230 METANOLIS“ arba „UN 1005 AMONIAKAS“), pavojingumo klasę ir etiketes (3 ir 6.1 metanoliiui; 2.3 amoniakui), cisternos ar talpyklos identifikavimo numerį, transportavimo instrukcijas pagal RID bei avarines saugos instrukcijas (RID 5.4.3).

Pakrovimo ir iškrovimo infrastruktūrai taip pat taikomi specifiniai saugos reikalavimai. Tokiose vietose turi būti įrengtos apsaugos nuo išsiliejimo priemonės, ventiliacijos sistemos, sandarumo patikros įranga, įžeminimo ir avarinio stabdymo sistemos. Taip pat taikomi ATEX reikalavimai

sprogimo pavojaus zonų klasifikavimui, cisternų projektavimo standartai (pvz., EN 14025) ir vožtuvų saugos reikalavimai (EN 14432). Darbuotojai privalo būti apmokyti pagal pavojingų krovinių ir darbuotojų saugos teisės aktus, o infrastruktūroje turi būti įrengtos absorbcinės medžiagos, gaisro gesinimo priemonės ir avariniai vožtuvai.

Aplinkosaugos požiūriu tokie terminalai ar krovos punktai gali būti priskiriami prie chemiškai pavojingų objektų, todėl jų veiklai gali būti taikoma poveikio aplinkai vertinimo procedūra. Pagal Lietuvos Respublikos PAV įstatymą poveikio aplinkai vertinimas paprastai privalomas, jei planuojama krauti ar sandėliuoti daugiau kaip 50 tonų metanolio arba amoniako per metus, arba jei veikla vykdoma jautriose teritorijose, pavyzdžiui, šalia gyvenamųjų zonų, saugomų teritorijų ar paviršinių vandens telkinių. Tokiais atvejais atliekama PAV arba bent jau atrankos procedūra, kurią vykdo Aplinkos apsaugos agentūra.

Transporto grandinės kritinės operacijos už pervežimo ribų

Vandenilio pristatymo ir iškrovimo infrastruktūros sauga grindžiama kelių reguliavimo sluoksnių sąveika: pavojingų krovinių transporto reglamentais (ADR/RID), slėginių įrenginių saugos reikalavimais (PED), sprogios aplinkos prevencija (ATEX) ir nacionalinėmis techninėmis taisyklėmis, kurios apibrėžia konkrečias eksploatavimo sąlygas. Praktikoje svarbiausi saugos aspektai susiję dažnai ne su pačiu transportu, o su perėjimo momentu tarp transporto ir stacionarios infrastruktūros, t. y. vandenilio iškrovimu į saugyklą ir pildymo įrenginius. Šiame etape sutampa transporto, slėginių sistemų ir sprogios aplinkos rizikos, todėl projektavimo ir eksploatavimo reikalavimai nustato aiškias technines ribas.

Svarbiausi techniniai parametrai susiję su slėgiu, temperatūra ir sprogo kontrolė. Kelių transporto priemonių pildymo infrastruktūra paprastai veikia 350 bar arba 700 bar slėgio režimu, o saugos valdymo sistemos turi užtikrinti, kad avarinio stabdymo funkcija (ESD) galėtų izoliuoti sistemą per ne daugiau kaip 5 sekundes nuo jos suveikimo. Dujų nuotėkio detekcijos sistemos privalo inicijuoti skirtingus saugos lygius: 10 % apatinės sprogo ribos (LEL) laikoma įspėjimo riba, o 20 % LEL turi automatiškai inicijuoti sistemos sustabdymą. Papildomai pildymo infrastruktūroje nustatytos temperatūros ribos – esant 70 °C temperatūrai turi būti inicijuojamas avarinis sustabdymas, o transporto priemonės bako temperatūra neturi viršyti 85 °C net ir esant aukšto slėgio (700 bar) pildymo režimui.

Svarbus saugos aspektas yra išleidimo sistemų projektavimas. Vandenilio išleidimo vamzdžiai turi būti įrengti taip, kad užtikrintų saugų dujų išsisklaidymą atmosferoje ir neleistų susidaryti pavojingoms koncentracijoms. Praktikoje taikomi aiškūs projektiniai kriterijai: vamzdžio išleidimo taškas turi būti ne žemesnis kaip 3 m virš žemės, o šiluminė spinduliuotė turi būti ribojama iki 3 kW/m² stoties teritorijoje ir 1 kW/m² už jos ribų. Šios ribos naudojamos nustatant saugos atstumus ir infrastruktūros išdėstymą. Degimo scenarijų analizėje taip pat naudojama 10 kW/m² spinduliuotės riba, virš kurios laikoma, kad poveikis žmonėms ir įrangai tampa kritinis.

Projektuojant tiekimo ir iškrovimo infrastruktūrą taip pat svarbūs praktiniai logistikos aspektai. Tiekėjo transporto priemonės turi turėti galimybę saugiai privažiuoti prie iškrovimo vietos, atlikti manevrus ir išvažiuoti be pavojingų atbulinių manevrų viešame kelyje. Dėl to projektavimo stadijoje numatomos specialios manevravimo zonos, aiškus transporto srautų atskyrimas ir fizinė infrastruktūros apsauga nuo transporto priemonių smūgio. Iškrovimo metu naudojamų žarnų ilgis paprastai ribojamas iki 5 metrų, siekiant sumažinti mechaninių pažeidimų ir nuotėkio riziką. Taip pat turi būti užtikrinta netrukdoma prieiga avarinėms tarnyboms (gaisrinei, greitajai medicinos pagalbai

ir kt.), kad incidento atveju jos galėtų operatyviai pasiekti įrenginį ir atlikti gelbėjimo ar gaisro gesinimo darbus.

Eksplotavimo fazėje sauga užtikrinama nuolatine sistemos priežiūra ir dokumentavimu. Kiekviena stotis turi turėti atsakingą operatorių ar valdytoją, kuris gali interpretuoti aliarmus ir priimti sprendimus dėl sistemos paleidimo ar sustabdymo. Įrenginys po saugos sistemos suveikimo negali būti paleidžiamas automatiškai, jis turi būti patikrintas ir paleistas tik atsakingo asmens. Taip pat privaloma nuolat kaupti eksploatavimo duomenis: įrenginio schemas, patikros protokolai, incidentų registrai ir priežiūros žurnalai turi būti saugomi įrenginio dokumentacijoje, kad būtų galima atsekti visą eksploatavimo istoriją. Svarbu įvertinti prieinamumo, valdymo ir informavimo reikalavimus, kurie užtikrina, kad vandenilio tiekimo infrastruktūra būtų saugi tiek eksploatuojant, tiek atliekant techninę priežiūrą. Vandenilio saugojimo ir tiekimo zonos neturi būti prieinamos neįgaliotiems asmenims (neįskaitant visuomenei paprastai prieinamų dozatorių, skirtų vartotojų transporto priemonių pildymui). Tuo pačiu visi techniniai komponentai turi būti suprojektuoti taip, kad įgaliotas personalas galėtų juos lengvai pasiekti patikrai ir priežiūrai, laikantis darbuotojų saugos ir sveikatos reikalavimų. Lauko komponentai turi būti apšviesti pagal EN 12464-2 (lauko darbo vietų apšvietimo standartas), o vidaus patalpose esanti įranga – pagal EN 12464-1. Elektros ir valdymo įrangos korpusai turi būti apsaugoti nuo aplinkos poveikio, todėl rekomenduojamas ne mažesnis kaip IP66 apsaugos laipsnis pagal EN 60529, užtikrinantis apsaugą nuo dulkių ir stiprių vandens srautų.

Galiausiai avarinių situacijų valdymas grindžiamas prielaida, kad vandenilio nuotėkiai gali sukelti greitai užsiliepsnojančias, dažnai beveik nematomas liepsnas. Dėl to infrastruktūroje turi būti įrengti gesintuvai, tinkantys B ir C klasės gaisrams, kurių minimalus gesinimo efektyvumas yra 43A/233B. Tačiau operacinėje praktikoje svarbus principas yra tas, kad vandenilio gaisro gesinimas ne visada yra optimalus sprendimas, nes užgesinus liepsną gali susidaryti sprogus dujų debesis. Todėl avariniai planai paprastai orientuoti į greitą nuotėkio izoliavimą, sistemos sustabdymą ir teritorijos saugų evakavimą.

Pagal ADR ir Civilinės saugos įstatymo nuostatas, vandenilio transportavimo ir krovimo punktuose turi būti parengti išsamūs rizikos vertinimo dokumentai, avarinių situacijų veiksmų planai, paruoštos TREM kortelės, įdiegtos saugos ir gesinimo priemonės bei užtikrintas ryšys su avarinėmis tarnybomis. Po incidento taikomi aiškiai apibrėžti likvidavimo ir atkūrimo veiksmai. Pagal ADR reikalavimus bei Lietuvos Civilinės saugos įstatymą, vandenilio transportavimui ir pakrovimo/iškrovimo punktam privaloma:

1) Rizikos vertinimo dokumentacija – turi būti atlikta pavojingų medžiagų rizikos analizė (pagal metodiką, patvirtintą LR Vyriausybės nutarimu).

2) Avarinių situacijų planai: turi būti veiksmų planas, kaip elgtis nutekėjimo, gaisro ar sprogimo grėsmės atvejais bei nurodomi atsakingi asmenys, evakuacijos keliai, saugos zonos, informavimo priemonės (pvz., sirenos, ryšio sistemos).

3) TREM kortelės (Transport Emergency Cards) – privalomos kiekvienam krovinio vežimo vienetai. Jose aprašytos medžiagos savybės, pavojai, ir konkretūs avariniai veiksmai.

4) Avarinių tarnybų informavimas – vežimo metu turi būti galimybė greitai informuoti ugniagesius, policiją ir medikus, pateikiant vežamos medžiagos duomenis (ADR kodas, kiekis, forma, pavojingumo klasė).

5) Degalinių ar pakrovimo punktų atveju – turi būti įdiegtos automatinio gaisro gesinimo sistemos, dujų detektoriai, avariniai išjungimo jungikliai, priešgaisriniai skydai su gesintuvais, smėlio dėžėmis, CO₂ ar inertinėmis dujomis.

6) Veiksmų planai po incidento – privaloma nurodyti, kaip bus tvarkoma likusi medžiaga, atliekamas teritorijos išvalymas, oro/matavimo kontrolė, tyrimų pradžia, žalos vertinimas ir komunikacija su visuomene.

Lietuvoje šiuos aspektus reglamentuoja:

- 1) Lietuvos Respublikos Civilinės saugos įstatymas (2012, Nr. XI-2027)
- 2) ADR skyriai 1.10 ir 5.4.3
- 3) Priešgaisrinės saugos taisyklės
- 4) EN 15916:2010 – pagrindiniai saugos principai vandenilio sistemoms
- 5) ATEX direktyva (2014/34/EU) – jei vežama ar kraunama sprogi aplinka.

Rekomenduojama

Išsaugus transportuojamo vandenilio kiekiams ir padažnėjus pervežimų atstumams, ypač kertant kelias savivaldybes, **rekomenduojama** Lietuvoje įdiegti vieningą, rizika pagrįstą vandenilio pervežimo ir iškrovimo valdymo sistemą, kuri užtikrintų vienodą praktiką, aiškias atsakomybes ir greitesnį projektų įgyvendinimą. Tam būtų pravartu:

1. Parengti nacionalinį praktinį vadovą vandenilio transportui ir logistikai, kuris paprastai ir aiškiai aprašytų:

- taikomus teisės aktus (ADR/RID, nacionalinius aktus),
- institucijų vaidmenis ir kontaktus,
- tipines situacijas (A→B pervežimas, degalinės aptarnavimas, terminalas, laikinas stovėjimas, avarija),
- minimalius reikalavimus dokumentams, mokymams ir kontrolėms.

2. Sukurti institucijų atsakomybės matricą „kas už ką atsakingas“ vandenilio grandinėje, įtraukiant bent:

- transporto (pavojingų krovinių) priežiūrą,
- darbo vietos saugą (iškrovimo operacijos),
- priešgaisrinę saugą ir civilinę saugą,
- savivaldybių vaidmenį (statyba, eismas, civilinė sauga),
- aplinkosauginius leidimus (jei taikoma).

3. Publikuoti standartizuotą iškrovimo procedūrų ir minimalų techninį reikalavimų vadovą, kurį taikytų visi operatoriai (nepriklausomai nuo tiekėjo). Dokumente aiškiai aprašyti:

- privalomą ESD logiką ir veiksmus,
- zonų/atstumų nustatymo principus,
- įžeminimą ir potencialų suvienodinimą,
- minimalias kompetencijas ir mokymus,
- patikrinimo sąrašus ir žurnalų pildymą, remiantis gera praktika (pvz., [PGS 35](#)).

- 4. Sukurti tipinių techninių sprendinių rinkinį mažoms vandenilio iškrovimo vietoms/stotims, kai netaikomas Seveso/QRA (arba būtų neproporcinga):**
 - rekomenduojami saugos atstumai,
 - tipinės techninės schemas,
 - minimalus detektorių, ESD, ženklavimo, apšvietimo, ventiliacijos rinkinys, kad savivaldybėms ir priežiūros institucijoms būtų aiškus vienodas standartas.

- 5. Numatyti tarpsavivaldybinį maršrutų planavimo ir informavimo mechanizmą didesniems srautams, pvz.:**
 - rekomenduojami pagrindiniai koridoriai,
 - kriterijai, kada vengti jautrių zonų (tankus apgyvendinimas, siauri keliai, kritinė infrastruktūra, piko valandos),
 - saugaus sustojimo ir parkavimo vietos,
 - suderinimo tvarka su kelių valdytojais ir savivaldybėmis.

- 6. Pereinamuoju laikotarpiu sukurti „vieno langelio“ koordinavimą pilotiniams vandenilio projektams,** kad projektai neįstrigtų tarp institucijų ir būtų taikoma vienoda praktika (ypač pirmoms pildymo stotelėms, terminalams ir reguliariems tiekimo maršrutams).