



KESKKONNAMINISTEERIUM



MAJANDUS- JA
KOMMUNIKATSIOONI-
MINISTEERIUM

Eesti vesiniku teekaart

„Eesti vesiniku teekaart“ on valminud Keskkonnaministeeriumi ning Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi koostöös. See kirjeldab tänast valdkonna seisu ja teemasid, mille raames saab määratleda vesiniku rolli kliimaeesmärkide saavutamisel, majanduse konkurentsivõime parandamisel ja erinevate sektorite süsinikuheite vähendamisel.

Teekaarti tutvustati ning see kiideti heaks Eesti vesiniku teekaardi koostamise juhtrühma kohtumisel 6. veebruaril 2023. aastal.

Teekaarti on kavas koostöös sidus- ja huvirühmadega üle vaadata ning uuendada vajadusel iga kolme aasta järel.

Madis Kallas
keskkonnaminister

(allkirjastatud digitaalselt)

Kristjan Järvan
ettevõtlus- ja infotehnoloogia
minister

(allkirjastatud digitaalselt)

Riina Sikkut
majandus- ja taristuminister

(allkirjastatud digitaalselt)

Sisukord

Kokkuvõte.....	3
Teekaart ühe pilguga	5
Teekaardi seire	6
Sissejuhatus	7
Sektori praegune olukord Eestis.....	9
Teadus- ja arendustegevus.....	9
Taastuvelektri kättesaadavus.....	9
Vesiniku hind ja kasutegur	10
Tootmine, tööstus ja tarbimine.....	11
Jaotus ja hoiustamine.....	11
Standardid, õigusaktid ja toetused.....	11
Euroopa Liidu raamistik.....	12
Riiklik raamistik.....	13
Piirkondlik koostöö.....	14
Eesti vesiniku valdkonna SWOT	15
Sektori eeldatav areng Eestis aastani 2030	16
Teadus- ja arendustegevus.....	16
Taastuvelektri kättesaadavus.....	16
Tootmine, tööstus ja tarbimine.....	16
Jaotus ja hoiustamine.....	17
Kestlikkus.....	17
Piirkondlik koostöö.....	17
Tegevused aastani 2030	18
Kavandatud riigi poolsete tegevuste loetelu aastani 2030.	18
Kavandatud turuosaliste tegevuste loetelu aastani 2030	20
Skaleerimise etapp: aastad 2031 – 2035.....	20
Laiendamise etapp: aastad 2036–2050.....	21
Mõisted ja lühendid	22

Kokkuvõte

Eesti on seadnud endale „Eesti 2035“ pikaajalisest arengustrateegiast ja Euroopa rohelisest kokkuleppest lähtudes ambitsioonikad kliima-, keskkonna- ja energeetikaeesmärgid. Nende saavutamiseks tuleb liikuda fossiilsete kütuste kasutamisel puhtamate energiakandjate, sh vesiniku kasutamisele. Uusi kestlikke valdkondi arendades on oluline kohaliku sotsiaalmajandusliku kasu maksimeerimine. Olukorras, kus regulatiivne surve ja globaalne nõudlus vesiniku kasutuselevõtuks kasvab, tuleb leida selles võimalusi: Eestis tärkavat tööstust ja teenuseid soosides võime tulevikus kasvada vesinikku ja vesinikutehnoloogiat importivast riigist neid eksportivaks riigiks.

Vesinikusektori väärtusahela eluvõime nii riiklikus kui ka Euroopa Liidu (EL) kontekstis sõltub piisavas koguses taskukohase, kohaliku ja taastuvatest allikatest pärineva energia kättesaadavusest. Tänapäevase tehnoloogiaga kaasnevad vesiniku muundamisel ja salvestamisel märkimisväärsed kaod ning lahendamata on jaotuse ja hoiustamisega seotud küsimused. Seetõttu on otstarbekas alustada tegevustest, mida nõuab õigusraamistik, ja sellele lisaks keskenduda valdkondadele, kus on suurim keskkonnamõju ja sotsiaalmajanduslik tulu.

Vesiniku teekaart on visioondokument, mis toetab teistes arengukavades ja programmides seatud strateegiliste eesmärkide ja sihtide saavutamist. See kaardistab hetkeolukorra Eestis ja kirjeldab suundi, mille raames vesinikutehnoloogiate kasutuselevõttu hinnata. Riik, ettevõtted ja teisedki osalised on koostanud kavasid ja alustanud mitmesuguste tegevustega, mida tuleks arvestada vesinikuga seotud poliitika kujundamisel, õigusaktide loomisel ja infrastruktuuri rajamisel.

Teekaart on jaotatud kaheks osaks:

- 1) praeguse olukorra kirjeldus;
- 2) need tegevused Eestis kuni 2030. aastani, mis viiksid pikemas perspektiivis nõudlusel ja taastuenergia põhineva vesiniku väärtusahela loomiseni.

Mõlemas osas kirjeldatakse olulisemat teadus- ja arendustegevust, taastuvelektri kättesaadavust, vesiniku tootmist, jaotust, hoiustamist ja tarbimist, samuti piirkondlikku koostööd ja keskkonnamõju. Vesinikuvaldkonna konteksti kujundavad muuhulgas riiklikud ja EL-i poliitikad ning turuosaliste tegevus. Selle põhjal on võimalik kavandada toetavaid meetmeid ja investeeringuid.

Vesiniku laialdasem kasutuselevõtt on kavandatud kolmes etapis. **Käesoleva teekaardi keskmes on Eesti vesinikusektori piloteerimise etapp 2021.–2030. aastani.** Sel perioodil keskendutakse poliitikameetmete väljatöötamisele, teadus- ja arendustegevusele, pilootprojektide elluviimisele ja taastuenergia kättesaadavuse parandamisele. Samal ajal hinnatakse vesiniku potentsiaali poliitiliste ja sotsiaalmajanduslike eesmärkide saavutamiseks. Suurendatakse rakendusuringute tegemise võimet Eestis. Märkimisväärset heitkoguste vähendamist ei saavutata, kuid pilootprojektid on aluseks edasiste tegevuste elluviimisel. Eeldatakse, et 2030. aastaks võib rohelise vesiniku hind maailmas olla vahemikus 1,2–4,1 €/kg¹. Suurendatakse rakendusuringute alast võimekust Eestis. Tehakse vajalikud analüüsid, võetakse vastu vesinikuprojektide elluviimise jaoks vajalikud õigusaktid ja standardid ning defineeritakse sidusrühmade rollid järgmisteks etappideks.

Kui soodsad tingimused ning tegevused jätkuvad, järgneb piloteerimisele **skaleerimise etapp 2030.–2035. aastani.** Eelnenud katsefaasis ammutatud kogemuste põhjal jätkub väärtusahela arendamine, tuvastatud tõkete eemaldamine ja taastuenergia kättesaadavuse parandamine. Vesiniku väärtusahela lõikudes, kus kohalik turg katab nõudluse (näiteks piloteeritud transpordirakendused või

¹ [IEA Global Hydrogen Review 2022](#), 23.01.2023.

kemikaalide tootmine), peaks tehnoloogia demonstreerima võimet viia kogu olelusringi süsinikuheide nullini või vähendada seda oluliselt. Vesinikurakenduste majandusliku mõju seisukohast on oluline, et need suudaksid eelseisva viie aasta perspektiivis parandada tasuvust sel määral, et muutuda sõltumatuks toetustest ka juhul, kui kohaliku taastuvelektri kättesaadavus märkimisväärselt ei kasva.

Aastatel 2036–2050 võib kätte jõuda Eesti vesinikusektori laiendamise etapp, mis tugineb taskukohase taastuvelektri kättesaadavusele ja vesinikutehnoloogia suutlikkusele viia väärtusahela süsinikuheide järgneval kümnendil kulutõhusalt nullini. Kuna sel perioodil on võimalik avamere tuuleparkide tootmisvõimsust kasvatada hinnanguliselt vähemalt 7 GW-ni, mis ületaks riigisisest tarbimist, võivad varasemad investeeringud hakata teenima tulu. Püsiva rohevesiniku külluse ja transpordi infrastruktuuri loomise korral võib kaaluda selle kasutamise laiendamist (nt laiem kasutuselevõtt energiasektoris, transpordis ja keemiatööstuses või hoonete ja tööstuse kütmiseks ja varustamiseks elektriga kütuseelementide abil) või eksporti.

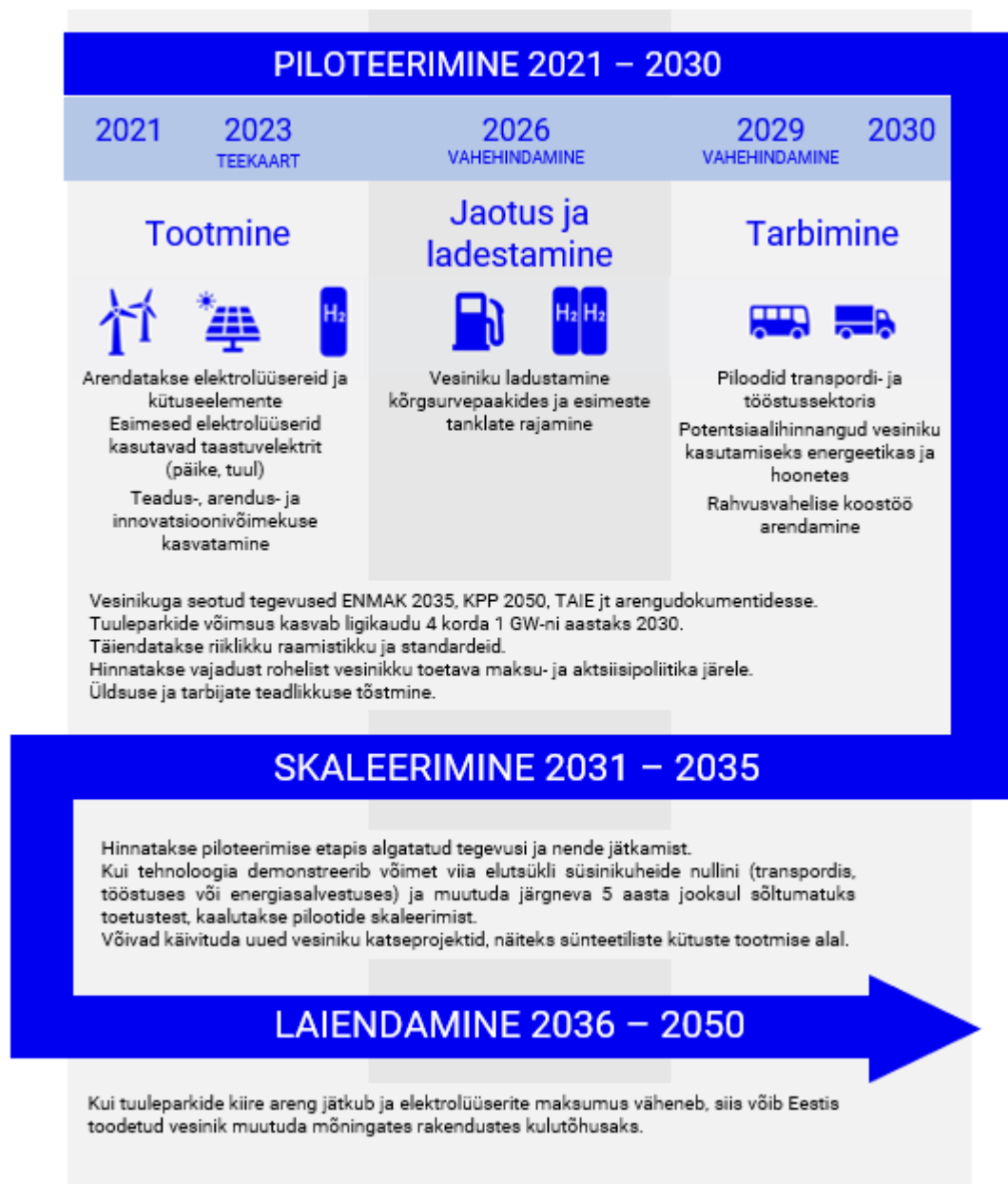
Käesoleva teekaardi eesmärkide ja tegevuste ajakohasust hinnatakse hiljemalt iga kolme aasta järel. Enne iga etapi lõppu kogutud teave senisest edenemisest on aluseks järgmise etapi eesmärkide ja tegevuste ajakohastamisele.

Teekaart ühe pilguga

- Eestis pole senini turupõhimõtetel välja kujunenud vesinikusektorit. Selle tekkimiseks vajalike tegevuste elluviimine sõltub pikaajalistest EL-i poliitikasuundadest ja turumehhanismidest.
- Vesinik kuulub mitme poliitikavaldkonna huviorbiiti. Majandusloogika järgi on oluline keskenduda kõrge lisandväärtusega tegevustele, mis iseseisvalt saaksid riigis areneda. Kliimapolitika eesmärkide täitmiseks on oluline soosida just taastuvatest allikatest pärineva rohelise vesiniku tootmist ja kasutamist. Julgeolekuolukord on muutunud keeruliseks ja tuleb vältida sõltuvust ebausaldusväärsetest välispartneritest.
- Elektri salvestamisel vesinikku on kättesaadav ainult ligikaudu kolmandik esialgsest energiast elektrina ja pool eraldub soojusena. Seetõttu on selle kasutamine elektrisalvestina esialgu küsitav.
- Kasvuhoonegaaside (KHG) ja õhusaasteainete heitkoguste vähendamiseks võib pikemas perspektiivis vesinik leida kasutust praamiliikluses, lennunduses või pikamaavedudel, kus mass ja ruumala ning pikad laadimisajad välistavad akutoite kasutamise.
- TEN-T põhivõrgus tuleb hiljemalt 2030. aastaks rajada üksteisest maksimaalselt 100–200 km kaugusele vesinikutanklad. Igas tanklas peab tootmis-hoiustamisvõimsus olema vähemalt 2 tonni vesinikku päevas. See tähendab Eesti jaoks minimaalselt 3–5 vesinikutanklat võimsusega ca 2000 t vesinikku aastas. Tanklate paiknemist ja tegelikku arvu tuleb täiendavalt hinnata.
- Kohaliku rohelise vesiniku väärtusahela kujunemisel on kõige tähtsam eeltingimus odava taastuvelektri piisav kättesaadavus. Seetõttu on sõltuvalt elektri- ja vesinikuturgude arengust rohelise vesiniku tootmispotentsiaal 2030. aastaks vahemikus 2000²–40 000³ t aastas.
- Roheline vesinik ja selle derivaadid võivad aidata asendada imporditavaid ning fossiilset päritolu energiakandjaid, kaupu ja materjale, kuid selle tingimuseks on täiesti uute tööstusvõimaluste teke (ammoniaak, metanool, väetised, sünteetilised kütused, polümeerid).
- Vesiniku kasutuselevõtt Eestis eeldab asjakohaste nõuete ja standardite ning oskusteabe loomist Eestis.
- Kokku on 2020. aastast riiklikult toetatud vesiniku tootmise tehnoloogiate ja tarneahelate arendamist enam kui 120 miljoni euro ulatuses.
- Võimalikud edasised analüüsid:
 - hinnata vajadust vesiniku kasutuselevõtu ja tankimispunktide järele transpordis (merenduses, maismaatranspordis ja lennunduses);
 - hinnata vesinikutehnoloogiate tööstuslikuks tootmiseks vajalikke tegevusi;
 - hinnata vesinikupõhiste süsteemiteenuste ja avariitoite kasutamist energia varustuskindluse seisukohast;
 - hinnata vesiniku jaotuse ja hoiustamise tehnilis-majanduslikke alternatiive.

² Tulenevalt Euroopat katva transporditaristu (TEN-T ja AFIR) nõuetest.

³ Eesti Vesinikutehnoloogiate Ühingu ja Eesti Vesinikuoru hinnangul.



Joonis 1: Skemaatiline Eesti vesiniku teekaart

Teekaardi seire

Vesinikuvaldkonna arendamiseks tuleb kokku leppida eesmärgid, mille seiramiseks võib sobida näiteks:

- toodetud vesinikukogus (sh roheline vesinik);
- vesinikutanklate arv;
- elektrolüüsereite nominaalvõimsus;
- KHG ja õhusaasteainete heite vähenemine;
- Eestis töötavate vesinikutehnoloogia ekspertide arv või vesinikusektoris hõivatud inimeste arv.

Sissejuhatus

Eesti pikaajaline arengustrateegia „Eesti 2035“⁴ seab eesmärgi, et aastaks 2050 on Eesti konkurentsivõimeline, teadmispõhise ühiskonna ja majandusega kliimaneutraalne riik, kus on kvaliteetne ja liigirikas elukeskkond. Samuti peab olema loodud valmisolek vähendada kliimamuutuste ebasoodsaid mõjusid. Teadus- ja arendustegevuse, innovatsiooni ning ettevõtluse pikaajalise arengukava⁵ kohaselt on vesinikumajanduse toetamine kooskõlas teadus- ja arendustegevuse tugevdamisega, pakub kliimapoliitilisi lahendusi ning aitab kaasa tipp tehnoloogiate kasutuselevõtule. Need eesmärgid on kooskõlas Euroopa rohelise kokkuleppega⁶, mis seab muuhulgas ka üleliidulised kliimaneutraalsuse ja nullsaaste eesmärgid aastaks 2050.

Vesiniku teekaart määrab kindlaks vesiniku rolli kliimaneutraalsuseni jõudmisel. Selle eeldus on taastuvenergia tootmisvõimsuste ülesehitamine koos salvestusvõimaluste väljaarendamisega ja majanduse konkurentsivõime parandamine erinevate sektorite kulutõhusa süsinikuheite vähendamise teel. Selle aluseks on fossiilsetest kütustest energiatootmise osakaalu järkjärguline vähendamine ning uute kliimaneutraalsete energia tootmis- ja salvestuslahenduste arendamine ja kasutuselevõtmine⁴. Eesti energiatootmise KHG heitkogused on 2021. aasta seisuga⁷ vähenenud 76% võrreldes 1990. aasta tasemega. Sama ajaperioodi transpordi KHG heitkogused on vähenenud visalt, vaid 5%.

Aastaks 2030 on kavas taastuvenergia osakaalu suurendada 38%-lt 65%-ni⁸ ning jõupingutuste jagamise määрусega (JJM) on seatud Eestile eesmärk vähendada KHG heidet 24% võrreldes 2005. aastaga. Määrus hõlmab muuhulgas transpordi, tööstuslike protsesside ja väikesemahulise energiatootmise sektorit.

Eesmärgid 2035. aastaks (võrreldes 2019. aastaga)⁵ on:

- vähendada kasvuhoonegaaside (KHG) heitkogust 2019. a 14 miljonilt tonnilt CO₂-ekv 2035. aastaks 8 miljoni tonnini CO₂-ekv (-42%);
- suurendada kestlike liikumisviiside osakaalu 38,7%-lt 55%-ni;
- tõusta säästva arengu indeksis kõrgemale 2019. aasta 10. koha tasemelt.

Eesti kontekstis saab toota rohelist vesinikku kestlikust biometaanist või veest elektrolüüsi teel taastuvelektri abil. Selle kõige olulisem tingimus on jätkusuutliku lähteaine – taastuvenergia – ja tehnoloogia kättesaadavus. Näiteks elektrolüüserite tarneajad võivad olla pikad ning vesinikusalvede rajamise ja käitamise maksumus kõrge.

Üle maailma on mitu riiki, kellel on vesiniku esmases ja tööstuslikus kasutamises juba häid kogemusi. Transpordivaldkonnas on üks juhtivamaid riike vesiniku- ja kütuseelementide tehnoloogiate arendamises Jaapan, kus aastaks 2025 ennustatakse 200 000 kütuseelemendiga sõiduki kasutuselevõtmist⁹. Riiklikes vesinikustrateegiates tuuakse ühe olulisima vesiniku kasutamise valdkonnana esile transpordisektorit¹⁰. Teiseks oluliseks valdkonnaks peetakse tööstussektorit (Saksamaa, Holland) ning kolmandaks energiatootmist (Prantsusmaa, Suurbritannia). Mõned riigid pööravad tähelepanu vesiniku muundamises tekkiva soojus- ja elektrienergia kasutamisele (näiteks Suurbritannia, Jaapan, Korea) ning vesiniku tootmisele ekspordi eesmärgil (näiteks Tšiili, Hispaania, Austraalia, Venemaa).

⁴ Eesti riigi pikaajaline arengustrateegia „Eesti 2035“, 2021.

⁵ Eesti teadus- ja arendustegevuse ja innovatsiooni ning ettevõtluse arengukava 2021-2035.

⁶ Euroopa roheline kokkulepe, 2019.

⁷ Kasvuhoonegaaside inventuur 1990-2021 (esialgsed hinnangud; 18.01.2023).

⁸ Energiamaajanduse korralduse seadus, 22.10.2022.

⁹ Vesinikuressursside kasutamise analüüs, 2021.

¹⁰ Vesinikuressursside kasutamise analüüs, 2021.

Rohevesinik on praegu maailmaturgudel hinnaline kaup. Ka Eestis on see äratanud tähelepanu ja selle tähtsus EL-i strateegiliste eesmärkide täitmisel suurenes veelgi 2022. aasta alguses, kui Venemaa tungis Ukrainasse. Kuna enam kui 40% EL-i imporditavast maagaasist pärines Venemaalt, siis on kohalikest allikatest pärinevale puhtale energiale kiire üleminek muutunud varasemast kiireloomulisemaks küsimuseks. Seda arvestades esitles Euroopa Komisjon teatist „REPowerEU“¹¹, mille eesmärk on tagada EL-is taskukohasem, kindlam ja kestlikum energiavarustus. Sellega seati eesmärk suurendada vesiniku tarbimist 2030. aastaks 20 miljoni tonnini, millest pool toodetaks liidu sees ja teine pool imporditaks.

Ka 2022. aastal valminud Eesti rohepoliitika juhtkomisjoni juurde loodud ekspertgrupi energeetikaraport rõhutas Ukraina sõja valguses vajadust rakendamisküpsed energeetika projektid kiirendatud korras ellu viia ja seada ajaline eesmärk imporditud fossiilselt maagaasilt kohalikele taastuenergiale maksimaalseks üleminekuks.

Kuigi Eesti majanduses ei ole praegu vesiniku nõudlust ega pakkumist, arendavad mitmed ettevõtted vesiniku tootmise tehnoloogiaid ning on kavandanud tootmise, jaotuse, balloonsalvestuse ja kasutamise projekte vesiniku väärtusahelas. Väärtusahela osalised on kogunenud erinevate katusorganisatsioonide alla või tegutsevad iseseisvalt ning olukord paraneks, kui sidusrühmad parandaksid omavahelist koostööd nii teavituses kui ka projektide elluviimisel. Ettevõtted toetavad üldiselt järkjärgulist katseprojektide arendamist, seda võimaldavate normide ja õigusraamistiku loomist ning pikaajalise nõudluse kasvu. Ülekandetaristu arendamise eeluuringud on kavas algatada koostöös naaberriikidega 2023. aastal ning neid teeb Eesti põhivõrguettevõtte Elering. Tagastamatute toetustena on riik otsustanud võimaldada IPCEI teatise alusel riigiabi kolmele vesiniku väärtusahela tehnoloogiaprojektile teadus- ja arendustegevusteks mahus ligi 67 miljonit eurot, mille õnnestumise korral loodetakse suuremahulise tööstusliku tootmise võime loomist Eestisse (IPCEI vesinikuprojektide eelvaliku vooru esitati 21 ideed). Lisaks toetab riik ligi 54 miljoni euroga vesiniku väärtusahela loomise projekte transpordisektoris ja keemiatööstuses. Vesiniku tootmiseks kättesaadava taastuvelektri osakaalu ja võimaliku lõpptarbimise arvestus on osa ENMAK 2035 ajakohastamise protsessist, mis valmib 2026. aastaks.

Selleks, et arenev vesinikuturg muutuks Eestis majanduslikult jätkusuutlikuks tööstusharuks, on vaja turuosaliste koostööd, oskuste ja pädevuste kogumist, strateegilisi poliitikameetmeid, õigusselgust ja investeringuid võtmevaldkondadesse.

Käesoleva Eesti vesiniku teekaardi koostamisel tugineti teaduskirjandusele, ekspertide intervjuudele, varasematele uuringutele¹², valdkondlikule statistikale ja andmeallikatele. Samuti arvestab teekaart kehtivaid riiklikke arengukavasid ja 2021. aastal koostatud Eesti vesiniku teekaardi 2021–2050 ettepanekut¹³. Teekaardi kasutamisel ja tõlgendamisel tuleb arvesse võtta, et vesiniku tehnoloogia ning vesiniku tootmise, hoiustamise ja tarbimise võimalused arenevad väga kiiresti. Seetõttu plaanib riik vesiniku teekaardi hiljemalt iga kolme aasta tagant üle vaadata ja uuendada.

¹¹ [REPowerEU: Euroopa ühismeede taskukohasema, kindlama ja kestlikuma energiavarustuse tagamiseks](#), 2022.

¹² [Eesti vesinikuressursside kasutuselevõtu analüüs](#), 2021.

¹³ [Eesti vesiniku teekaardi 2021-2050 ettepanek](#), 2022.

Sektori praegune olukord Eestis

Teadus- ja arendustegevus

Eesti vesinikualane teadustegevus on tänu Euroopa Liidu, riigi ja ettevõtete tööle kõigi aegade kõige intensiivsemal tasemel. Erilist tähelepanu pööratakse koostöös erasektoriga Tartu Ülikoolis (TÜ) ning Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituudis (KBFI) just elektrolüüserite ja kütuseelementide uurimisele. Näiteks arendab TÜ ja KBFI koostöös AS-iga Elcogen tahkeoksiid-kütuseelemente. TÜ-l on käsil AUVETECH AS-ile isesõitvale autole järgmise põlvkonna polümeer-elektrolüütmembraani (PEM) kütuseelemendi eeluuringud ning elektrodimaterjalide testimine ettevõttele Stargate Hydrogen uue põlvkonna aluseliste elektrolüüserite loomiseks. TÜ arendab H2Electro AS-i tellimisel kõrgtemperatuurseid tahkeoksiid-elektrolüüsereid ning lisaks sellele vesinikusalvesteid. AS Metrosert sai 2023. aasta alguses ülesandeks luua rakendusuuringute võimalus viies fookusvaldkonnas, millest üheks on ka vesinikutehnoloogiad. Sellele vaatamata on valdkondi, nagu vesiniku kasutamine kemikaalide tootmiseks, taastuvatest allikatest pärineva CO₂ kogumistehnoloogiad või erinevate seadmete hooldusteenuste osutamine, kus vähene kommertshuvi ja puudulik oskusteave on takistanud tegevussuundade arengut.

Enamiku teadus- ja arendusasutustes toodetavast vesinikust kasutavad needsamad asutused ning idufirmad vesiniku salvestusvõimaluste uurimiseks ja vesinikkütuseelemendil põhinevate lahenduste väljatöötamisel.

Rohepöörde toetamiseks ja rohelisest vesinikust saadud kemikaalide, näiteks ammoniaak või metanool, tootmise edendamiseks on välja töötatud EL-i rahastamisprogrammid (nt InvestEU, lihtsustatud riigiabi (IPCEI), EL-i Regionaalarengu ja Ühtekuuluvusfond jne).

Kuna Eestis vesiniku tootmine ja tarbimine praktiliselt puudub ning arendustegevust, näiteks sünteetiliste kütuste või teiste süsivesinike tootmiseks ei toimu, siis on Eesti riik toetanud vesiniku väärtusahelas peamiselt eksporditavate tehnoloogiate teadus- ja arendustegevust. Ülejäänud võimete loomine sõltub kliima- ja julgeolekueesmärkide täitmiseks vajalikest otsustest.

Taastuvelektri kättesaadavus

Eesti on seadnud eesmärgiks aastaks 2030 katta kogu vajaminev elektritarbimine taastuvate energiaallikatega¹⁴ ning riik töötab selle nimel, et eemaldada seda tõkestavad barjäärid, piirangud suurimale lubatud rajatiste kõrgusele või broneeritud ülekandevõimsused, mille ulatuses tegelikke ülekandeid ei toimu. Vabariigi Valitsuse tegevusprogrammis 2022–2023 lepiti kokku, et Riigikantselei rohepöörde koordinaatori juhtimisel auditeeritakse planeeringute, keskkonnamõjude hindamise ja lubade protsess. Selle eesmärk on kiirendada taastuvenergiaprojektide elluviimist. Auditi tegemiseks ja lahenduste väljatöötamiseks moodustati Riigikantselei juurde juhtrühm ja neli tööühikut. Juhtrühmas otsustati keskenduda tuuleenergia eelisarendusalade leidmisele ja loamenetluste kiirendamisele.

2022. aastal oli Eestis maismaal paigaldatud tuuleenergia tootmisvõimsusi 319 MW ulatuses, ligikaudu 500 MW päikeseenergia tootmisvõimsusi ja 351,8 MW koostootmisjaamade tootmisvõimsusi. Aasta varem, 2021. aastal, toodeti maismaa tuuleparkides 824 GWh elektrit ja päikesepaneelidega 119 GWh elektrit. Elektrivõrku ühendatud tuuleenergia tootmisvõimsuste hulk võib kahekordistuda 2025. aastaks ning Elektrilevi jaotusvõrgus on riigi toetustega valdavalt päikeseenergia tootmisvõimsused kasvanud 2018. aasta 38 MW-lt enam kui 600 MW-ni ning aastaks 2030 prognoositakse mahtude edasist kasvu üle kahe korra.¹⁵

¹⁴ [Energiamajanduse korralduse seadus](#), § 32¹

¹⁵ [Antud lõigu andmete allikad on Elektrilevi, Elering ja MKM.](#)

Hinnatõusu tõttu Euroopa Liidu kasvuhoonegaaside lubatud heitkoguse ühikutega kauplemise süsteemis (HKS; ingl k ETS) on Eestist fossiilsetest kütustest elektritootmise tõttu saanud tänaseks energiat importiv riik. Kuna Eesti kasutab oma energeetikasektoris suures mahus saastavat süsinikumahukat põlevkivi, siis on lubatud heitkoguse ühikute (LHÜ) kallinenud hind meie konkurentsivõimet võrreldes puhtamate tootjatega oluliselt vähendanud. 2020. aastal imporditi ligikaudu 42% elektrist, 2021. aastal ligikaudu 30% elektrist.

Hetkel on EL-i tasandi läbirääkimistel kliima ja energia õigusaktide pakett „Eesmärk 55“. See seab kõrged ootused taastuvenergia arenguks ja seda võetakse arvesse ka energiamajanduse arengukava (ENMAK 2035) ajakohastamise protsessis.

Vesiniku hind ja kasutegur

Vesinikupotentsiaali realiseerimine on võimalik, kui tekib märkimisväärne väga odava taastuvenergia ülejääk. Fossiilset päritolu vesiniku hulgihind on ligikaudu 1 €/kg, sõltudes tugevalt sisendiks kasutatava energiakandja hinnast. Süsiniku püüdmistehnoloogiatega on vesiniku hind 5–8 €/kg, mis on võrreldav tänase rohelise vesiniku omahinnaga 4–8 €/kg¹⁶.

Aastaks 2030 ennustatakse, et rohelise vesiniku hind võib maailmas langeda 1,2–4,1 €/kg¹⁷, kusjuures see sõltub märkimisväärselt elektrolüüserite ja taastuvelektri hinnast. Praeguse seisuga on Eestis kõige soodsam viis toota rohelist vesinikku suuremahulistes päikeseparkides ja selle omahind võib olla 4,5–5,2 €/kg. Hinnatakse, et aastaks 2030 võib soodsaim omahind olla 3,4–4,2 €/kg¹⁸.

See on küll odavam kui ennustatav süsiniku püüdmistehnoloogiatega toodetud vesinik, kuid ligikaudu viis korda kallim täna fossiilsetest kütustest toodetava vesiniku hinnast ning ligikaudu 2–3 korda kallim, kui on oodatav rohelise vesiniku hind maailmaturgudel aastal 2030¹⁹. Hinnangulised vesiniku kilogrammihinnad on kokkuvõtvalt toodud tabelis 1.

Meretuuleparkides toodetud elektri hind jääb küll ilmselt kallimaks päikeseparkides toodetud elektrist, kuid võimalikud tootmismahud on märkimisväärselt suuremad ning tootmine on aastaaegade lõikes ühtlasem. Nii on Eesti rohelise vesiniku kasutuselevõtt ruumi erinevat päritolu taastuvatest allikatest pärinevale elektrile.

Tabel 1: Ülevaade vesiniku hinnast 1 kg kohta

	2023				2030	
Vesiniku tootmise tehnoloogia	Fossiilne	CCS/U	Roheline maailmas	Roheline Eestis (teoreetiline)	Roheline maailmas	Roheline Eestis
1 kg hind	1 €	5–8 €	4–8 €	4,5–5,5 €	1,2–4,1 €	3,4–4,2 €

Elektrolüüsi teel vesiniku tootmisel CO₂-heidet ei esine, kuid sõltuvalt kasutatud tehnoloogiast varieerub kasutegur märkimisväärselt. Elektrolüüsis läheb kaotsi keskmiselt 30% (20–45%) kasutatud energiast. Selleks, et vesinikku hoiustada ja jaotada, on vaja seda jahutada ja kokku suruda. Sellele kulub keskmiselt 20% (5–35%) vesinikku talletatud energiast. Kui vesinikku kasutatakse elektrienergia tootmiseks, siis on kadu ligikaudu pool energiast. Seega on elekter-vesinik-elekter salvestuse puhul

¹⁶ [IEA Global Hydrogen Review 2022](#), 23.01.2023.

¹⁷ [IEA Global Hydrogen Review 2022](#), 23.01.2023.

¹⁸ [Eesti vesinikuressursside kasutuselevõtu analüüs](#), 2021.

¹⁹ [IEA Global Hydrogen Review 2022](#), 23.01.2023.

kättesaadav ainult ligikaudu kolmandik esialgsest energiast elektrina ja pool soojusena. See tähendab, et mida lähemal ja rutem vesinikku pärast tootmist tarbida, seda säästlikum see on.

Tootmine, tööstus ja tarbimine

Vesiniku tootmise ja tarbimise turg Eestis täna puudub. Transpordis vesinikku ei kasutata ning puudub ka suuremahuline tööstus, kus kasutataks toorainena vesinikku (nt väetiste, ammoniaagi ja terase tootmine). Viimane tööstusettevõtte (mineraalväetisi tootnud keemiatööstuse ettevõtte Nitrofert, mis kasutas metaani aur-reformimisel saadud vesinikku) sulges oma ukse 2017. aastal. Hetkel toodab vesinikku Tartu Ülikool (2 kg vesinikku päevas; kavas laiendada 2024. aastaks 8 kuni 10 kg-ni päevas) ja Narvas Eesti Energia soojusjaamade generaatorite jahutamiseks. Utilitas Eesti AS ja UG Investments arendavad rohevesiniku pilootprojekti ühistranspordis tähtajaga 2024.²⁰

Tehnoloogiaettevõtte Elcogen toodab kõrgtemperatuurseid kütuseelemente ja elektrolüüsielemente (kütuseelementide ja elektrolüüsivirvade põhikomponente) ning on Tallinnasse rajamas maailmas unikaalset kütuseelementide virvade tootmise tehas. PowerUP Energy Technologies tegeleb madalatemperatuursete kütuselementide ja kütuseelementidel põhinevate generaatorsüsteemide tootmisega. Stargate Hydrogen pakub leeliselisi elektrolüüsereid ning arendab tõhusamaid keraamilistel materjalidel põhinevaid elemente ja elektrolüüsisüsteeme. H2Electro tegeleb kõrgtemperatuurse elektrolüüseri prototüübi väljatöötamisega koostöös TÜ-ga. Skeleton Technologies arendab lühiajalist kõrge energiatihedusega elektrisalvestit, mis suurendab kütuseelementide tõhusust transpordirakendustes.

Linde Gas ettevõtetel on olemas teadmised ja oskused vesiniku tootmiseks metaani aur-reformimise teel ja Eesti Energial elektrolüüsi teel. Juba praegu on Eestis olemas väikeses mahus tootmiseks vajalik kogemus elektrolüüsierite, metaanireformerite ja gaasistajate käitamisest. Sillamäe sadamas on olemas võime ammoniaaki vastu võtta ja eksportida.

2022. aasta lõpul oli Eestis vesinikku kütusena kasutatava sõiduautona võimalik tellida kahte sõiduautot: Toyota Mirai-d ja Hyundai NEXO, hinnaga alates 71 000 eurost. Pilootprojektidena on mobiilseid vesiniku tankimisvõimalusi tutvustatud, Alexela AS on hinnanud võimalust vesinikku kommertsalustel pakkuda ja nõudluse tekkides tankimisvõimalustega välja tulla.

Jaotus ja hoiustamine

Vajalikkude infrastruktuuri vesiniku jaotus- ja tanklavõrguna Eestis praegu ei ole. Hetkel ladustatakse vesinikku gaasilisel kujul spetsiaalsetes väikesemõõtmelistes balloonides, mida veoautode haagistega transporditakse. Vesiniku lisamise kohta olemasolevasse maagaasi ülekande- ja jaotusvõrku on 2023. aastal kavas teha tehnoloogilise võimalikkuse uuringud.

Standardid, õigusaktid ja toetused

Eestis puuduvad hetkel vesinikutanklaid ja vesiniku tootmiseseadmeid reguleerivad õigusaktid ja see võib raskendada vesinikuprojektide elluviimist (nt tuleb vesiniku tootmis- ja tankimiseseadmete ohutuskujade hindamisel lähtuda iga projekti puhul eraldi riskianalüüsist, mitte õigusnormist). Samuti pole selge, mis tingimustel vesinik liidetakse riiklike ja EL-i transpordikütuste või taastuvenergia sertifikaatide turuga.

Eesti Standardimis- ja Akrediteerimiskeskuse algatusel loodi 2022. aastal keskuse juurde vesinikutehnoloogia tehniline komitee²¹, mille käsitusala on vesiniku tootmise, hoiustamise,

²⁰ Utilitas Eesti AS, 2021.

²¹ Eesti Standardimis- ja Akrediteerimiskeskus EVS/TK 80 (Vesinik), 2023.

transpordi, mõõtmise ja kasutamise süsteemide ja seadmete standardimine, sh vesinikutanklad, kütuseelemendid ja elektrolüüserid. Komitee eesmärk on Eesti seisukohtade esindamine rahvusvahelises standardimistegevuses ning vesinikutehnoloogia kasutuselevõtu kiirendamine Eestis vastavate standardite ülevõtmise ja Eesti oludesse mugandamise teel.

Euroopa Liidu raamistik

Järgnevalt on esitatud ülevaade EL-i peamistest vesinikuga seotud algatustest. 2020. aastal esitles Euroopa Komisjon „**Kliimaneutraalse Euroopa vesinikustrateegiat**“²², mis seadis prioriteediks arendada rohelist vesinikku ja nägi ette selle järkjärgulist laialdast kasutuselevõttu aastani 2050 koos taastuvenergia uute tootmisvõimsuste loomisega. Strateegias kirjeldatud eesmärgid on ka Euroopa Komisjoni kliima- ja energiaõigustiku „**Eesmärk 55**“ lähtekohaks, et võimaldada EL-il vähendada KHG netoheidet 2030. aastaks 1990. aastaga võrreldes vähemalt 55%. Komisjoni teatis „**REPowerEU**“²³ seab eesmärgiks taskukohasema, kindlama ja kestlikuma energiavarustuse, kusjuures vesiniku tootmist ja importi 2030. aastaks nähakse ette mahus 20 miljonit tonni. Uuendamisel oleva **taastuvenergia direktiivi (REDIII)**²⁴ kontekstis soovitakse hoogustada vesiniku tervikahela loomist ning seatakse rohevesiniku tarbimise eesmärgid tööstuses ning transpordis. Direktiivi täiendatakse artikliga, mis näeb ette vesiniku kasutamise eesmärgi tööstuses. Selle kohaselt peaks 2030. aastaks olema mittebioloogilist päritolu kütuste (RFNBO), st peaaesjalikult vesiniku, osakaal tööstuses vähemalt 50% kogu riigis tarbitavast vesinikust. REDIII sätestab ka transpordi alameesmärgi tarbida teatud koguses RFNBO-d kogu transpordi suunatud energiast. Kehtiva taastuvenergia direktiivi alusel on koostatud delegeeritud akt, mis sätestab tingimused, millist taastuvkütust saab lugeda RFNBO-ks.²⁵ Delegeeritud aktile toetuseks täiendatakse uuendamisel olevat direktiivi ka artikliga, mis täpsustab veelgi RFNBO-dega seonduvat – kuidas arvestada seda riiklikus taastuvenergia eesmärgis ja kuidas toimub sellega seotud kasvuhooonegaaside heitkoguste arvutus.

Alternatiivkütuste taristu määruse ettepaneku²⁶ kohaselt tuleb riikidel rajada üks vesinikutankla (mis on sobilik nii kergsõidukitele kui ka raskeveokitele) iga 100-200 km kohta **TEN-T** põhivõrgus ja igas linnatranspordisõlmes. Algatuse eesmärk on suurendada keskkonnasõbralike ja taastuvkütuste kasutamist EL-i transpordisektoris, ning tagada tiheda alternatiivkütuste hoiustamis- ja tankimistaristu olemasolu EL-i TEN-T võrgustiku maanteedel, sadamates ja lennujaamades.

Euroopa tasemel kiideti 2023. aasta alguses uus **sõidukite CO₂-heite normide määrus**²⁷, mis näeb mh ette uute sisepõlemismootoriga autode ja kaubikute keelustamist alates 2035. aastast ning Euroopa Komisjon on välja pakkunud 2030. aastaks **sihid nullheite rasketranspordi stimuleerimiseks**²⁸, s.h. muuta linnabussid täielikult heitevabaks.

Euroopa Liidus on läbirääkimistel ka **energia maksustamise direktiivi** eelnõu, mille peamine eesmärk on tekitada aktsiisi alammäärades sisemine loogika. Aktsiisi alammäärade struktuur soovitakse muuta täielikult energiasisaldusel põhinevaks. Selliselt, et see oleks väljendatud eurodes energiatoote alumise kütteväärtuse kohta. Kui fossiilsetest kütustest toodetud vesiniku aktsiisi alammäär on võrdne

²² [Kliimaneutraalse Euroopa vesinikustrateegia](#), 2020.

²³ [REPowerEU: Euroopa ühismeede taskukohasema, kindlama ja kestlikuma energiavarustuse tagamiseks](#), 2022.

²⁴ [Taastuvenergia direktiiv 2018/2001/EU](#), 2022.

²⁵ Heakskiitmisel olev taastuvenergia direktiivi delegeeritud akt

²⁶ [Alternatiivkütuste direktiivi ajakohastamise protsess](#), 20.01.2023

²⁷ [Euroopa Parlamendi seisukoht sõiduautode ja kergveokite heitenormide kohta](#), 20.01.2023

²⁸ [Raskeveokite heitenormide määrus](#), 20.01.2023

teiste fossiilkütustega, siis kordades madalamalt on kavas maksustada taastuvatest energiaallikatest toodetud vesinik ja madala CO₂-heitmega kütused²⁹.

„Eesmärk 55“ paketiga tehtud muudatusettepanekud näevad ette **EL-i HKS-i** nõuete laiendamist vesiniku tootmisele, sõltumata kasutatavast tootmistehnoloogiast (sh rohevesinikule). Muudatuste jõustumise korral (tõenäoliselt alates 2024) on võimalik vesinikku tootval käitisel taotlema lubatud heitkoguse ühikuid tasuta eraldamiseks, mis aitab omakorda suurendada rohevesiniku tootmise konkurentsivõimet võrreldes halli vesinikuga.³⁰

Tööstusheite direktiiv (THD) reguleerib hetkel vesiniku tootmist, eristamata, millisel meetodil vesinikku toodetakse. Tööstusheite direktiiv on peamine EL-i õigusakt saastuse vältimiseks ja kontrollimiseks ning kohaldub hetkel 50 000 suurele tööstuskäitisele Euroopas (neist 137 asuvad Eestis). Need käitised peavad vastama heite kohta kehtestatud tingimustele ja rakendama parimat võimalikku tehnikat. Kuna vesiniku tootmine taastuveneeriat kasutades ja elektrilüüsi teel on praktiliselt heitevaba, siis tegi Eesti 2022. aasta aprillis avaldatud THD muudatusettepaneku aruteludel ettepaneku sellise vesiniku tootmine direktiivi reguleerimisalast välja jätta. Elektrolüüsiga toodetud vesiniku arvestamine tööstusheite direktiivi reguleerimisalasse selgub 2023. aasta lõpuks.³¹

Alternatiivkütuste taristu määruse ettepaneku³² kohaselt tuleb riikidel rajada üks vesinikutankla (mis sobib nii kergsõidukitele kui ka raskeveokitele) iga 100–200 km kohta **TEN-T** põhivõrgus ja igas linnatranspordisõlmes. Algatuse eesmärk on suurendada keskkonnasõbralike ja taastuvkütuste kasutamist EL-i transpordisektoris ning tagada tiheda alternatiivkütuste hoiustamis- ja tankimistaristu olemasolu EL-i TEN-T võrgustiku maanteedel, sadamates ja lennujaamades.

Jätkusuutliku vesiniku tootmise kriteeriumid on määratletud **EL-i taksonoomia määruses**³³. Samuti on Euroopa Komisjonil plaan 2023. aasta keskel välja tulla **Euroopa Vesinikupanga algatusega**³⁴. Pangale on ette nähtud 3 miljardit eurot, et aidata luua tulevast roheline vesiniku turgu ning tõenäoliselt rahastada ka uudseid vesinikuga seotud projekte. Rohelise vesiniku turgude loomiseks on 2023. aasta sügisel kavas korraldada EL-sisene pilootühend mahuga kuni 800 miljonit €. See tagaks soodsaimatele pakujatele järgmiseks 10 aastaks garanteeritud toetuse iga toodetud kg roheline vesiniku kohta.

Riiklik raamistik

Eesti rohepoliitika juhtkomisjoni juurde loodud ekspertgrupi 2022. aastal valminud energeetikaraport rõhutas Ukraina sõja valguses vajadust viia küpsed energiaprojektid kiirendatud korras ellu. Järeldati, et õigusselguse tagamiseks on oluline seada ajaline eesmärk fossiilse imporditud maagaasi asendamiseks kohaliku taastuveneeriaga. Selles kontekstis on oluline biometani, vesiniku ning sünteetiliste kütuste tootmise edendamine.

Eesti plaanib taaste- ja vastupidavusrahastu vahenditest investeerida vesiniku terviktehnoloogiate kasutuselevõtu edendamisse 2026. aastaks 49,1 miljonit eurot. Toetusmeede kavandatakse avatud vooruna, et turuosalistel oleks võimalik pakkuda välja enim sobivad lahendused. Lisaks toetab riik alates 2022. aastast üleeuroopaliste väärtusahelate teadus-arenduse IPCEI projekte riigieelarvelistest

²⁹ [Energiatoodete ja elektrienergia maksustamise direktiiv](#), 2021.

³⁰ [EL ühtse HKS süsteemi ajakohustus](#), 2023.

³¹ [Tööstusheite direktiivi seisukohad](#), 2022.

³² [Alternatiivkütuste taristu direktiivi ajakohastamine](#), 20.01.2023.

³³ [Kestlike investeeringute hõlbustamise määrus](#), 2019

³⁴ [EL-i innovatsioonifondi 3 miljardi euro suurune projektikonkurss](#), 2022.

ja heitkoguse ühikutega kauplemise süsteemi tulude vahenditest vesinikutehnoloogiatega seotud ettevõtteid 67 miljoni euro ulatuses.

Toetusmeetmetest puuduvad vesinikuvaldkonnale spetsiifiliselt näiteks maksumeedmed, laiemalt aga ka riiklikud poliitilised eesmärgid ja hoovad investeeringukulude vähendamiseks. Enne kui riigi piiratud ressursse hakatakse kasutama, hinnatakse Eesti kohalikke tugevusi ning suunatakse vahendid kõrgeima sotsiaalmajandusliku lisandväärtusega valdkondadesse ja tegevustesse.

Piirkondlik koostöö

2021. aastal loodud Euroopa vesinikuvõrgu algatuse (European Hydrogen Backbone) sisuks on kogu Euroopa Liitu hõlmava vesiniku ülekandetaristu loomine 2040. aastaks. See peaks läbima 21 riiki ning selle pikkus võiks olla 40 000 km. Hetkel on algatusega ühinenud 31 põhivõrguoperaatorit ning hinnatakse võimalusi RePowerEU algatuses nimetatud 20 miljoni tonni vesiniku ülekandevõime loomiseks 2030. aastaks³⁵. Eestit esindab põhivõrguoperaator Elering. 2022. aastal sõlmis Elering koostöökokkuleppe Soome, Läti, Leedu, Poola ja ühe Saksamaa gaasisüsteemihalduriga, et uurida üheskoos vesiniku ülekandetorustiku loomist Soomest läbi Eesti Saksamaale.

Eesti esitas Horizon Europe vesinikuorgude taotlusvooru³⁶ kaks projekti erinevate partnerite osalusel. Üks taotlustest esitati Eesti Vesinikuklastri³⁷ ja teine Eesti Vesinikutehnoloogiade Ühingu³⁸ osalusel ning mõlemal juhul oli programmi fookuses koostööprojektid, ühise vesiniku infrastruktuuri arendus ja teabevahetus. 2023. aasta jaanuaris otsustas Euroopa Komisjon toetada Eesti Vesinikuklastri esitatud taotlust järgmiseks viieks aastaks 25 miljoni euroga.

Naaberriikides on vesiniku väärtusahela planeerimine ja selleteemaline seadusloome alles algusjärgus. Seetõttu on riiklikul tasemel piirkondliku koostöö raamistik alles kujunemisel.

³⁵ [Five hydrogen supply corridors](#), 2022.

³⁶ [Euroopa Horisondi suuremahuliste vesinikuorgude taotlusvoor](#), 2022.

³⁷ [Eesti Vesinikuklastri](#), veebruar 2023.

³⁸ [Eesti Vesinikutehnoloogiade Ühingu](#), veebruar 2023.

Eesti vesiniku valdkonna SWOT

Tabel 1: Lähituleviku Eesti tugevused, nõrkused, võimalused ja ohud vesinikusektori arendamisel

TUGEVUSED

- Eestis on märkimisväärne avamere tuuleenergia potentsiaal vähemalt (7 GW)
- Balti- ja Põhjamaade elektriturg on suhteliselt hästi ühendatud
- Hea ettevõtluskeskkond innovaatiliste iduettevõtete arendamiseks
- Eemaldatakse takistusi taastuenergeetikas
- Koostöö lähinaabritega võimaldab töötada välja arvukalt katselahendusi
- Erasektori initsiatiiv ja valmisolek panustada
- Hulk riiklikke meetmeid toetab teadus-arendustegevust, vesiniku tootmistehnoloogiaid ja väärtusahelate teket

NÕRKUSED

- Taastuenergia kiiret kasvu piirab elektrivõrgu võime neid energiakoguseid vastu võtta
- Vesiniku tootmine ja tarbimine on täna marginaalne
- Napib koolitatud spetsialiste ja eksperte
- Puuduvad tööstusharud, kus vesinik omaks täna olulist rolli
- Eestis puudub vesiniku ladustamis- ja jaotussuutlikkus
- Puuduvad eestikeelne õigusraamistik ja standardid
- Taastuenergia ja vesinikuprojektide arendamisega seotud loamenetlused on ebaselged ja pikad

VÕIMALUSED

- Riik toetab vesiniku tarneahelaid (49,1 mln eurot, RRF) ja vesiniku tootmise tehnoloogiate IPCEI projekte (10 mln eurot, RE; 57 mln eurot AÕKS)
- Elektrivõrku mitte mahtuvat taastuvelektrit võib kasutada vesiniku tootmiseks
- BalticSeaH2 taotlus Horizon Europe üle-euroopaliste vesinikuorgude rahastusvoorus on heaks kiidetud
- EL ja riik vähendavad fossiilkütuste importi
- Ettevõtete ja teadus-arendusasutuste vahel on aktiivne koostöö
- Eesti väiksus võimaldab katseprojekte kiirelt rakendada
- Toodetavate vesinikutehnoloogiate ja vesiniku eksport
- Tööstus saab läbi taastuenergia tootjate ja suurtarbijate pikaajaliste energia ostu-müügi lepingute (PPA-d) aidata kiirendada taastuvvesiniku kasutuselevõttu

OHUD

- Vesinikutehnoloogiad jäävad kalliks ja kättesaamatuks
- Vesinikutehnoloogia energiaefektiivsus ja kulutõhusus on madalad
- Taastuenergia (avamere tuuleparkide) võimsused lisanduvad aeglaselt
- Turuosalisel ei tee koostööd ega investeeri arendustesse
- Riigi õiguslik raamistik takistab vesinikusektori arengut
- Vesinikutehnoloogiad ei saavuta avalikkuse usaldust
- Teistes riikides on vesinikusektori arenguks sobivad tingimused
- Rahvusvaheline koostöö ei toimi

Sektori eeldatav areng Eestis aastani 2030

Eesti vesiniku sektori piloteerimise etapis aastatel 2021–2030 keskendutakse poliitikameetmete väljatöötamisele ja katseprojektide elluviimisele. Vesiniku väärtusahel ei ole suure tõenäosusega üheski lõigus ega ka tervikuna majanduslikult sel perioodil tasuv ja sõltub riigi toest. Riik toetab riigieelarvest vähemalt 67 miljoni euro ulatuses investeeringuid vesinikutehnoloogiate tööstusesse ning taaste- ja vastupidavusrahastu toel 49 miljoni euro ulatuses vesiniku kasutuselevõttu. Kohalik heitkoguste vähenemine ei ole märkimisväärne. Katseprojektid on oluliseks sisendiks edasiste tegevuste planeerimisel ja nende kaudu hangitakse kogemusi väärtusahelate toimimiseks vajalikust majanduslikust ja tehnoloogilisest baasist, rahvusvahelistest koostöövõimalustest ja õigusruumi kujundamise vajadustest. Sel perioodil loome alused rohevesiniku ja selle tootmise tehnoloogiate arendamiseks järgnevatel kümnenditel.

Teadus- ja arendustegevus

Vesinikutehnoloogia kohaliku hooldus- ja arendusvõime loomiseks tuleb luua insenerioskused ning koolitada spetsialiste ja eksperte. Tihenev koostöö Eesti teadusasutuste ja vesinikusektori ettevõtete vahel loob silla akadeemilise teaduse ja ettevõtte teadus-arendustegevuse vahele ning seda toetab kasvav suutlikkus teha mitmesuguseid uuringuid (sh rakendusuurimisi). Riiklike fookusvaldkondade seas on rohelise vesiniku tootmise tehnoloogiate arendamine tahkeoksiid-elektrolüüserite baasil, mis võimaldavad siduda CO₂³⁹.

Taastuvelektri kättesaadavus

Taastuenergia eesmärkide⁴⁰ saavutamiseks tuleks 2030. aastaks tuuleparkide võimsust suurendada ligikaudu 4 korda 1 GW-ni. Aastatel 2021–2022 korraldatud vähempakkumistega lisandub 2023. aasta lõpuks 400 MW päikeseenergia tootmisvõimsust ja 2025. aasta lõpuks 300 MW tuuleenergia tootmisvõimsust.

Pole aga välistatud, et arendajad lisavad võimsuseid ka kiiremini: tootmisvõimsuste lisandumine sõltub jaotusvõrguga liitumise tingimustest vajadusest energiat salvestada. Sel moel võiks meretuuleparkide võimsus aastal 2030 ulatuda hinnanguliselt ligikaudu 3 GW-ni ning kuigi päikeseenergia potentsiaali on raske hinnata, siis aitaks vesinikumajanduse tekkimine kaasa ka taastuvelektri tootmismahutuste kasvamisele.

Tootmine, tööstus ja tarbimine

Vesiniku kasutamine hooajalise energiasalvestina energiasüsteemi tasakaalustamisel on enne 2030. aastat vähetõenäoline. Sõltuvalt riikliku taastuvelektri tootmise mahust, suutlikkusest vähendada tiputarbimist, paindlikkuse ja energiatõhususe tehnoloogiate kasutamisest ning vesiniku nõudluse kasvust ja turutingimustest võidakse Eestis toota 2000⁴¹ kuni 40 000⁴² t rohelist vesinikku aastas.

Hetkel on hinnanguline 2023. aastal kättesaadava rohelise vesiniku võrguelektri maht ligikaudu 400 GWh taastuvelektrit aastas, mis eeldaks elektrolüüsereid koguvõimsusega ca 150 MW⁴³.

³⁹ [Teadus- ja arendustegevuse, innovatsiooni ning ettevõtluse arengukava 2021–2035.](#)

⁴⁰ [Energiamajanduse korralduse seadus](#), 20.01.2023

⁴¹ [Trans-European transport network: streamlining measures for advancing its realisation](#), 20.01.2023.

⁴² Eesti Vesinikutehnoloogiate Ühingu ja Eesti Vesinikuoru hinnangul.

⁴³ Eeldusel, et 1kg vesiniku tootmiseks elektrolüüsi teel kulub ca 50 kWh elektrienergiat.

Jaotus ja hoiustamine

Vesiniku omahinna hoidmiseks mõistlikul tasemel peaks selle tootmine olema kasutuskohas või sellele suhteliselt lähedal⁴⁴. Eleringi juhtimisel on kavas viia 2023. aastal lõpule uuring olemasolevasse maagaasi ülekandevõrku vesiniku lisamise kohta. Eestis ei ole geoloogilisi tingimusi (soolakoopaid), mida saaks tulevikus kasutada vesiniku hoiustamiseks. Hoiustamise võimalikkust Lätis Incukalnsi hoidlas on Läti gaasisüsteemihalduril kavas uurida lähiajal. Hetkel ladustatakse Eestis vesinikku gaasilisel kujul spetsiaalsetes väikesemõõtmelistes balloonides, mida veoautode haagistega transporditakse. See on Eesti kontekstis lühikeste vahemaade tõttu kõige sobivam viis gaasilise või veeldatud vesiniku salvestamiseks ja transportimiseks. Vesiniku tõhusaks hoiustamiseks on otstarbekas selle energiatihedust suurendada kas kokkusurutud, veeldatud või sünteetitud kujul teisteks energiakandjateks, nagu ammoniaak, metaan, metanool või vedelad süsivesinikud. Neil ühenditel on lisaks vesiniku salvestamisele ka oma väärtus keemiatööstuses ning neid oleks võimalik eksportida kaugemate vahemaade taha (mitme tuhande kilomeetri kaugusele).

Vesiniku salvestamistehnoloogia valikul tuleb arvestada selle tervikliku väärtusahelaga ning julgeolekuks vajalike energiaressursside tagamisega, et mõista, kus, kui palju ja mis eesmärgil vesinikku kasutada. Eesti-siseselt sobiksid puhta vesiniku transpordiks kõige paremini balloonid ja raskeveokid. Kui kogused suurenevad, võib kõne alla tulla ka lähestikku asetseva tootmise ja tarbimise ühendamine spetsiaalse torustikuga. Sobivaima transpordiviisi valik sõltub distantist, transporditava vesiniku mahust ja lõpptarbimisest. Pikaajalise ladustamise eesmärgil võib uurida vanade põlevkivikaevanduste kasutamist.

TEN-T määrusest⁴⁵ ja alternatiivkütuste taristu määruse ettepanekust⁴⁶ tulenevate nõuetega vesinikusõidukite tankimistaristule tuleb Eestis rajada vähemalt 3–5 tankimispunkti hoiustamis- ja tootmisvõimega 2 tonni päevas. Tulenevalt nõudluse prognoosist asulates ja nende vahel tuleb hinnata tegelikku tankimispunktide vajadust, tehnilist teostatavust ja maksumust.

Kestlikkus

Erilist tähelepanu tuleb pöörata vesiniku tootmiseks vajalikele ressurssidele, mida tuleb säästvalt hankida: eeskätt veele, mis elektrolüüsi käigus laguneb vesinikuks ja hapnikuks, ning samuti CO₂-le, kui seda kasutatakse kemikaalide, sünteetiliste kütuste või sünteetilise metaani tootmiseks. Tähelepanu tuleb pöörata vesinikulekete minimeerimisele, kuna vesinik on kaudne kasvuhoonegaas (GWP=11)⁴⁷.

Piirkondlik koostöö

Tuleb edendada rahvusvahelist koostööd ja teabevahetust seoses taastuvenergia kasutuselevõtu vajadusega ja investeerimisvõimaluste väljaselgitamisega suuremahuliste projektide tarbeks. Kuna prioriteediks on vesinikku tootvate ja muundavate tehnoloogiate arendamine ning Eesti võimaluste kasutamine vesinikualastes koostöö-katseprojektides, tuleb tehnoloogia arendamiseks leida sihtturgudel (peamiselt Saksamaal, Põhjamaades ja Balti riikides) partnerorganisatsioone. Lisaks tuleb uurida võimalikke koostöövõimalusi äritegevuseks ja teadmiste jagamiseks, mille headeks näideteks on sellised algatused nagu BalticSeaH2⁴⁸ ja Hansa Hydrogen Hubs⁴⁹.

⁴⁴ Eesti vesinikuressursside kasutuselevõtu analüüs, 2021

⁴⁵ Trans-European transport network: streamlining measures for advancing its realisation, 20.01.2023.

⁴⁶ Revision of the Directive on Deployment of Alternative Fuels Infrastructure, 20.01.2023.

⁴⁷ Atmospheric implications of increased hydrogen use, 2022.

⁴⁸ BotH2nia announces Horizon Europe funding for BalticSeaH2, 06.02.2023.

⁴⁹ Hansa Hydrogen Hubs concept, Patrick Cnubben, 01.11.2022.

Tegevused aastani 2030

Kavandatud riigi poolsete tegevuste loetelu aastani 2030.

Eesmärk	Võimalikud tegevused
Õigusraamistik ja poliitiline visioon	
Lisada rohevesiniku arenguks vajalikud eeldused riiklikesse arengudokumentidesse (energeetika, transport, renoveerimine jne)	• Integreerida vesinikuga seotud tegevused ENMAK 2035, „Kliimapolitiitika põhialustesse aastani 2050“(KPP 2050) jt relevantsetesse arengudokumentidesse
Õigusliku raamistiku loomine	• Rohevesinikualase õigusekspertiisi loomine • Rohevesinikku toetava õigusraamistiku loomiseks vajalike puuduste ja võimaluste kaardistamine • Pilootprojektide käigus õigusraamistikus ilmnevate puuduste kõrvaldamine • Vesinikuprojektide tegemiseks ja püsivate rajatiste planeerimiseks vajalike tehniliste nõuete kehtestamine (sh vajadus sertifitseerimissüsteemi ja tegevuslubade järele) • Vajalike ohutusnõuete kehtestamine • Vesinikutehnoloogiate standardimistegevus
Hinnata vesiniku teekaardi rakendamist ja vajaduse korral kohandada edasisi etappe	• Piloteerimise etapi tegevuste hindamine (2029)
Riiklikud toetusmeetmed	
Rakendada vesiniku väärtusahela pilootetapi toetusmeetmeid	• Hinnata vajadust roheline vesiniku tootmist ja kasutamist toetava maksu- ja aktsiisipoliitika järele • Toetada EL-i kasvuhoonegaaside lubatud heitkoguse ühikutega kauplemise süsteemi tuludest kohaliku vesinikutehnoloogia arengut (IPCEI projektid; ca 67 miljonit eurot) • Toetada rohevesiniku väärtusahela piloteerimist (ca 54 miljonit eurot) • Kaaluda maksude ja riigilõivude kohaldamist hallile ja kõrge süsinikujalajäljega vesinikule
Haridus ja teadlikkus	
Suurendada teadlikkust rohevesiniku hüvedest, võimalustest ja ohtudest	• Tõsta ühiskonna teadlikkust vesinikumajanduse võimalustest • Rohevesiniku õppekäikude ja koolitusprogrammide korraldamine • Selgitada välja tarbijate, piirkondlike sidusrühmade ja kogukonna poolset vesinikuprojektidega seonduvad takistused ja eelistused kaasamisüritustega, mida korraldatakse pilootprojektide ja sidusrühmade uuringute raames • Selgitada üheskoos turuosalistega välja vesiniku salvestuse roll energiajulgeoleku perspektiivist

- Suurendada ettevõtete teadlikkust vesinikutehnoloogiatega seotud tugiorganisatsioonidest ja kasutuselevõtuks ettenähtud toetusmeetmetest nii Eestis kui ka EL-is (Horisont Europe, Innovatsioonifond, LIFE, Invest EU, CEF jne)

Tootmine

Suurendada rohevesiniku tootmiseks kasutava taastuva elektrienergia tootmisvõimsust

- Rahvusvahelise koostöö ja teabevahetuse arendamine seoses taastuenergia kasutuselevõtu vajadusega ja investeerimisvõimaluste väljaselgitamisega suuremahuliste rohevesiniku projektide tarbeks

Omandada rohevesiniku tootmiskogemusi

- Soodustada vesinikutehnoloogia teadus- ja arendustegevusi
- Võimaldada vesinikutehnoloogiatega ja nende komponentide tootmisüksuste rajamist Eestisse
- Soodustada vesinikukeskuste teket teadus- ja arenduskeskuste, taastuenergia tootmisrajatiste või jaotus- ja tarbimispunktide lähedusse
- Arendada koostööd naaberriikidega rohevesiniku kaubanduses, masinate, seadmete ja varuosade impordis, ekspordis ning soodustada oskuste ja teabe vahetust
- Toetada koostööd välismaiste tehnoloogiaekspertidega Eesti ülikoolides ja ettevõtetes

Jaotus ja ladustamine

Alustada rohevesiniku ladustamise ja jaotuse taristu rajamist

- Võimaldada ladustamis-, jaotus-, ja ülekandeinfrastruktuuride rajamist (nt vesinikutanklad katseprojektide ja Euroopat katva transporditaristu tarbeks)
- Rajada vastavalt EL kokkuleppele vesinikutanklad TEN-T võrgustikus Eestis
- Hinnata vesiniku kui kohalikult toodetava transpordikütuse ja energiakandja kasutust riiklike reservide loomiseks kriiside reguleerimise ja julgeoleku kontekstis

Tarbimine

Transpordisektori rohevesiniku pilootprojektide algatamine

- Analüüs võimalikuks kütuseelemendiga parvlaevade hankeks

Arendada piirkondlikku koostööd, et tuvastada tehnoloogilised ja regulatiivsed tõkked

- Kaardistada võimalike äritegevuste, teadmiste jagamise ja oskustöötajate koolitusega seotud tegevused naaberriikide vahel
- Partnerite kaasamine äridiplomaatiliste kanalite ja ekspordinõustajate kaudu

Suurendada rohevesiniku kasutamist transpordisektoris

- Nõustada ettevõtteid EL-i rahastuse taotlemisel transpordi väärtusahelas

Kavandatud turuosaliste tegevuste loetelu aastani 2030

Õigusraamistik ja poliitiline visioon

- Osaleda piiriüleste vesinikuvõrgustike moodustamises ja töös
- Osaleda standardimistegevuses vesinikutehnoloogiate tehnilise komitee raames

Teadlikkus

- Toetada ühiskonnas teadlikkuse kasvu rohevesiniku võimalustest ja ohtudest, sh pilootprojektide näitel

Tootmine

- Luua koostöövõimalused rohevesiniku tootmise pilootprojektide ja Eesti ning teiste riikide vahel
- Toota Eestis konkurentsivõimeliselt elektrolüüsereid, kütuseelemente ja nende komponente.
- Viiakse ellu vesinikutehnoloogiate ja vesiniku tarneahela pilootprojektid

Jaotus ja ladustamine

- Osaleda Läänemere regioonis riikidevahelises diskussioonis vesinikuinfrastruktuuri loomiseks (nt ühine vesinikuterminalide rajamine, koostöö rohelise vesiniku kaubanduse valdkonnas sadamate arendamise kaudu, ühiste maa-aluste hoidlate arendamine)
- Arendada Eesti gaasi ja vesiniku jaotus- ja ülekandevõrku vastavalt üleeuroopalise võrgu arengutele ja kohaliku turu vajadustele
- Hinnata jaotusvõrkude tehnilist võimet vesiniku ja maagaasi segu ohutuks torustranspordiks
- Hinnata lõpptarbijate gaasitorustiku tehnilisi võimalusi vesiniku ja maagaasi segu ohutuks transpordiks
- Hinnata lõpptarbijate seadmete valmisolekut vesiniku ja maagaasi segu tarbida
- Analüüsida vesiniku vedelal või muul kujul (nt ammoniaak) jaotamise tehnilis-majanduslikku teostatavust
- Siduda katseprojektid tehnilise innovatsioonitegevusega

Tarbimine

- Analüüsida, kas ja milline roll või väärtus võiks vesinikul olla Eesti tööstuspotentsiaali rakendamisel
- Euroopa Liidu väärtusahelate süsiniku jalajälje vähendamiseks arendada Eestis vesinikul põhinevaid uusi tööstussuundi – lennukikütused, ammoniaak/hapnik, metanool jne
- Hinnata vesinikulahenduste otstarbekust transpordisektori süsinikuheite vähendamiseks, et saavutada kliimaneutraalsus Eestis 2050. aastaks
- Arendada naaberriikidega koostööd kestlike lennukikütuste kasutuselevõtmiseks
- Analüüsida vesinikupõhiste süsteemiteenuste ja avariitoite kasutamist varustuskindluse seisukohast

Skaleerimise etapp: aastad 2031 – 2035

Eesti vesinikusektori skaleerimise etapis aastatel 2031–2035 jätkatakse katseetapis kujundatud vesiniku väärtusahela teadus-arendustegevust, majandusmudeli arendamist ning meetmete rakendamist, et tekkivaid võimalusi ära kasutada. Selleks, et nõudlus ja pakkumine saaksid kasvada käsikäes, arendavad turuosalised piirkondlikku koostööd, arendatakse tootmise, lõpptarbimise, jaotamise ja hoiustamise lahendusi. Jätkatakse spetsialistide ja ekspertide koolitamisega. Jätkatakse rakendusuuringute suutlikkuse arendamist ja samuti seniste turu, taastuvenergia kättesaadavuse ja tehnoloogia arengu ning katseprojektidest ammutatud kogemuste põhjal väärtusahela arendamist ja võimalike tõkete eemaldamist. Vesiniku väärtusahela lõikudes, kus kohalik tootmine katab nõudluse

(näiteks piloteeritud transpordirakendused, energiasalvestus või kemikaalide tootmine) peaks tehnoloogia demonstreerima võimet viia elutsükli süsinikuheide nullini ning tõestama, et viie aasta perspektiivis paraneb tasuvus piisavalt, et muutuda sõltumatuks toetustest. Seda ka juhul, kui kohaliku taastuvelektri kättesaadavus märkimisväärselt ei kasva. Käivituda võivad uued vesiniku katseprojektid, näiteks sünteetiliste rohekütuste tootmise alal.

Laiendamise etapp: aastad 2036–2050

Eesti vesinikusektori laiendamise etapp 2036.–2050. aastani lähtub sellest, kui edukad on varasemad etapid. Kui tuuleparkide kiire areng jätkub ja elektrolüüserite maksumus väheneb, siis võib kohapeal toodetud vesinik mõningates rakendustes muutuda võrreldes teiste energiakandjate ja tehnoloogiatega konkurentsivõimeliseks. Vesiniku laiema kasutuselevõtu eeltingimuseks näiteks transpordis on, et võrreldes teiste tehnoloogiatega on uued vesinikku kasutavad sõidukid taskukohaste hindadega, olemasolevaid sõidukeid on võimalik kulutõhusalt vesiniku tarbimisele ümber ehitada ning maailmaturu rohevesiniku hind ei ületa maagaasi hinda. Püsiva rohevesiniku ületootmise korral võib kaaluda selle kasutuselevõttu ka teistes valdkondades (energiasektor, keemiatööstus, hoonete ja tööstuse küte kütuseelementide abil).

Mõisted ja lühendid

CO₂ – süsinikdioksiid

EHB – Euroopat kattev vesiniku ülekandevõrgustik. Algatus koosneb kolmekümne ühest energიაinfrastruktuuri operaatorist. EHB algatuse eesmärk on kiirendada Euroopa süsinikdioksiidiheite vähendamist, määratledes olemasolevatel ja uutel torujuhtmetel põhineva vesiniku infrastruktuuri kriitilise rolli konkurentsivõimelise, likviidse, Euroopa taastuvenergia ja vähese süsinikdioksiidiheitega vesinikuturu arendamisel (ingl k *European Hydrogen Backbone*)

ENMAK 2035 – „Energiamajanduse arengukava aastani 2035“ (ENMAK 2035) koostamise eesmärk on ajakohastada kehtivas energiamajanduse arengukavas aastani 2030 sisalduvad energiamajanduse suundumused, eesmärgid ning tegevused ning kirjeldada Eesti energiamajanduse arenguvisioni, eesmäärke, kitsaskohti ning poliitikainstrumente kliimanetraalse energia tootmise ja tarbimise suunas liikumisel ja energiajulgeoleku tagamisel.

EL HKS – EL-i kasvuhoonegaaside lubatud heitkoguse ühikutega kauplemise süsteem (ingl k *EU ETS EU Emissions Trading System*)

FCEV – kütuseelemendiga elektrisõidukid (ingl k *fuel cell electric vehicles*)

GWP – globaalse soojendamise potentsiaal; kasvuhoonegaasi mõju kliima soojenemisele võrrelduna süsinikdioksiidi põhjustatud mõjuga, mis on välja arvatud ühe kilogrammi kasvuhoonegaasi soojendamist põhjustava potentsiaali ja ühe kilogrammi CO₂ soojendamist põhjustava potentsiaali suhtena 100 aasta kohta (ingl k *global warming potential*)

H₂ – vesinik

Hall vesinik – vesinik, mis on toodetud fossiilsest maagaasist auru-metaani reformimise teel (SMR – *Steam Methane Reforming*)

IPCEI – kogu Euroopas huvi pakkuvad tähtsad projektid (ingl k *Important Projects of Common European Interest*)

KHG – kasvuhoonegaas

PEM elektrolüüserid – polümeerelektrolüütmembraaniga elektrolüüserid

RFNBO – muust kui bioloogilise päritoluga taastuvtoorainest toodetud kütused (ingl k *renewable liquid or gaseous transport fuels for which none of the energy content of the fuel comes from biological sources*)

Rohevesinik ehk roheline vesinik – vesinik, mis on toodetud elektrolüüsi teel, kasutades taastuvelektrit (nt päike, tuul)

RRF – EL-i taaste- ja vastupidavusrahastu (ingl k *Recovery and Resilience Facility*)

Sinine vesinik – toodetud fossiilsest kütusest koos CO₂ kinni püüdmisega (CCS – *Carbon Capture and Storage*)

TEN-T – Euroopat kattev transpordivõrk (ingl k *Trans-European Transport Network*)