



Bryssel 8.7.2020
COM(2020) 301 final

**KOMISSION TIEDONANTO EUROOPAN PARLAMENTILLE, NEUVOSTOLLE,
EUROOPAN TALOUS- JA SOSIAALIKOMITEALLE JA ALUEIDEN
KOMITEALLE**

Vetystrategia ilmastoneutraalille Euroopalle

1. JOHDANTO – VETYÄ KOSKEVA STRATEGINEN ETENEMISSUUNNITELMA – PERUSTELUT JA TARPEET

Kiinnostus vetyä kohtaan kasvaa nyt uudelleen voimakkaasti Euroopassa ja muualla maailmassa. Vetyä voidaan käyttää raaka-aineena, polttoaineena ja energian kantajana. Sitä voidaan käyttää myös energian varastointiin. Vedyllä on monia mahdollisia käyttökohteita teollisuudessa, liikenteessä sähköntuotannossa ja rakennusalalla. Ehkä tärkein seikka on kuitenkin se, että vetyä käytettäessä ei synny lainkaan hiilidioksidipäästöjä eikä se käytössä saastuta ilmaa. Se tarjoaa ratkaisun hiilestä irtautumiseen teollisuuden prosesseissa ja talouden sektoreilla silloin, kun hiilipäästöjen vähentäminen on sekä kiireellistä että vaikeaa. Näistä syistä vety tukee olennaisella tavalla EU:n sitoumuksia saavuttaa hiilineutraalius vuoteen 2050 mennessä ja maailmanlaajuisia pyrkimyksiä kohti Pariisin sopimuksen täytäntöönpanoa ja saasteettomuustavoitetta.

Tällä hetkellä vedyn osuus maailman ja EU:n energialähteistä on kuitenkin edelleen pieni. Sitä tuotetaan yhä paljon fossiilisista polttoaineista¹, kuten maakaasusta tai kivihielestä, mistä aiheutuu EU:ssa 70–100 miljoonan tonnin hiilidioksidipäästöt vuodessa. Jotta vety edistäisi ilmastonutraaliutta, sen käyttöä on laajennettava merkittävästi nykyisestä ja sen tuotannosta on tehtävä täysin hiilivapaata.

Vetyyn tunnettiin kiinnostusta jo aiemmin, mutta kehitys ei päässyt kunnolla vauhtiin. Tätä nykyä eräät tekijät, kuten uusiutuvan energian kustannusten nopea lasku, teknologian kehitys ja kiireellinen tarve vähentää kasvihuonekaasupäästöjä radikaalisti nykyisestä, avaavat uusia mahdollisuuksia.

Monet indikaattorit viittaavat siihen, että olemme nyt lähellä käännekohtaa. Uusista investointisuunnitelmista ilmoitetaan viikoittain, usein gigawattiluokan mittakaavassa. Markkina-analyttikoiden marraskuun 2019 ja maaliskuun 2020 välisenä aikana listaamat uudet suunnitellut investoinnit lisäävät elektrolyysikapasiteettia maailmanlaajuisesti 3,2 GW:sta 8,2 GW:iin vuoteen 2030 mennessä (josta 57 % Euroopassa)². Kansainväliseen vetyneuvostoon (International Hydrogen Council) liittyneiden yritysten määrä on kasvanut kolmestatoista vuonna 2017 nykyiseen kahdeksaankymmeneen yhteen.

On monia syitä, miksi vety on keskeinen prioriteetti Euroopan vihreän kehityksen ohjelman toteuttamisessa ja siirryttäessä puhtaaseen energiaan Euroopassa. Uusiutuvista energialähteistä tuotetun sähkön ansiosta EU:n energiankulutuksen ennakoitaan pystyvän vuoteen 2050 mennessä irtautumaan hiilestä suurelta osin, mutta ei kokonaan. Vety voi täyttää tätä vajetta uusiutuvan energian varastoinnissa – akkujen ohella – ja kuljetuksessa käytettävänä energiankantajana, jonka avulla voidaan tasoittaa kausivaihteluita ja yhdistää tuotantopaikat kauempana sijaitseviin kysyntäkeskuksiin. Marraskuussa 2018 julkistetussa strategisessa visiossaan ilmastonutraalista EU:sta³ komissio ennakoi, että vedyn osuus Euroopan energiapaletista tulee vuoteen 2050 mennessä kasvamaan nykyisestä alle 2 prosentista⁴ 13–14 prosenttiin⁵.

¹ EU:ssa tällä hetkellä toimivat 300 elektrolyysilaitosta tuottavat alle 4 % vedyn kokonaistuotannosta – Polttokenno- ja vety-yhteisyritys FCH JU, 2019, *Hydrogen Roadmap Europe*.

² Wood Mackenzie, *Green hydrogen pipeline more than doubles in five months*, huhtikuu 2020.

³ *Puhdas maapallo kaikille – Eurooppalainen visio kukoistavasta, nykyaikaisesta, kilpailukykyisestä ja ilmastonutraalista taloudesta*, COM(2018) 773.

⁴ FCH JU (2019) *Hydrogen Roadmap Europe*. Tähän sisältyy vedyn käyttö raaka-aineena.

Vety voi myös korvata fossiilisia polttoaineita joissakin hiili-intensiivisissä teollisuusprosesseissa, esimerkiksi teräs- tai kemianteollisuudessa, mikä vähentää kasvihuonekaasupäästöjä ja tehostaa näiden teollisuudenalojen maailmanlaajuisia kilpailukykyä. Se voi tarjota ratkaisuja sellaisilla liikennejärjestelmän lohkoilla, joilla päästöjen vähentäminen on vaikeampaa, ja näin täydentää sähköistymisen ja muiden uusiutuvien ja vähähiilisten polttoaineiden tarjoamia ratkaisuja. Vetyratkaisujen asteittain laajeneva käyttöönotto voi myös johtaa muutoksiin nykyisen maakaasuinfrastruktuurin käytössä tai sen osittaiseen uudelleenkäyttöön, jottei kaasunsiirtoputkistoon jäisi arvottomia omaisuuseriä.

Vety tulee olemaan tulevaisuuden integroidun energijärjestelmän yksi osatekijä uusiutuvan sähkön käyttöön siirtymisen ja resurssien tehokkaamman käytön ja paremman kierron ohella. Puhtaan vedyn laajamittainen ja ripeä käyttöönotto on avainasemassa, jotta EU voi kustannustehokkaalla tavalla saavuttaa aiempaa vaativammat ilmastotavoitteet ja vähentää kasvihuonekaasupäästöjä vähintään 50 prosenttia ja jopa 55 prosenttia vuoteen 2030 mennessä.

Vetyinvestoinnit edistävät kestävästä kasvusta ja työllisyyttä, joilla on ratkaiseva merkitys covid-19-kriisistä toipumisen kannalta. Komission elpymissuunnitelmassa⁶ korostetaan tarvetta vapauttaa investointeja keskeisiin puhtaisiin teknologioihin ja arvoketjuihin. Siinä painotetaan puhtaan vedyn merkitystä olennaisena osa-alueena energiasiirtymän kannalta ja mainitaan useita mahdollisia keinoja sen tukemiseksi.

Lisäksi Euroopalla on vahva kilpailukyky puhtaan vetyteknologian valmistuksessa ja hyvät mahdollisuudet hyötyä puhtaan vedyn maailmanlaajuisesta kehittämisestä energiantantajana. Kumulatiiviset investoinnit uusiutuvaan vetyyn voivat nousta Euroopassa jopa 180–470 miljardiin euroon vuoteen 2050 mennessä⁷. Fossiilipohjaiseen vähähiiliseen vetyyn tehtävät investoinnit voivat olla 3–18 miljardia euroa. EU:n johtoasema uusiutuvien energialähteiden teknologioissa tarjoaa puitteet, joissa monia eri teollisuussektoreita ja muita loppukäyttöaloja palveleva vedyn arvoketju voi työllistää suoraan ja välillisesti jopa 1 miljoonaa ihmistä⁸. Analytiikot arvioivat, että puhdas vety voisi tyydyttää 24 prosenttia maailman energiankysynnästä vuoteen 2050 mennessä ja vuotuinen myynti olisi 630 miljardin euron luokkaa⁹.

Tällä hetkellä uusiutuva ja vähähiilinen vety ei kuitenkaan vielä ole kustannuskilpailukykyistä verrattuna fossiilipohjaiseen vetyyn. Hyödyntääkseen kaikki vetyyn liittyvät mahdollisuudet Euroopan unioni tarvitsee strategisen lähestymistavan. EU:n teollisuuden piirissä on vastattu haasteeseen kehittämällä kauaskantoinen suunnitelma, jonka mukaan elektrolyysilaitteiden kapasiteetti olisi 2 x 40 GW vuoteen 2030 mennessä¹⁰. Lähes kaikki jäsenvaltiot ovat

⁵ Tarkasteltaessa vedyn kulutusta pelkästään energiataroituksiin osuudet vaihtelevat eri skenaarioissa alle 2 %:sta yli 23 %:iin vuonna 2050 (Moya *et al.* 2019, JRC116452).

⁶ *Euroopan h-hetki: korjaamalla ja kehittämällä parempaa seuraavalle sukupolvelle*, COM(2020) 456 final.

⁷ IRENA arvioi, että Pariisin sopimuksen tavoitteiden toteutuminen edellyttää, että vety tyydyttäisi noin 8 % koko maailman energiankulutuksesta (IRENA, Global Renewables Outlook, 2020).

⁸ FCH JU (2019), *Hydrogen Roadmap Europe*. Perustuu kunnianhimoiseen skenaarioon, jossa vedyn kulutus on 20 Mt (665 TWh).

⁹ BNEF (2020) Hydrogen Economy Outlook. Myyntiennuste 696 miljardia Yhdysvaltain dollaria (vuoden 2019 dollareina).

¹⁰ 40 GW Euroopassa ja 40 GW Euroopan naapurimaissa, jotka vievät tuotantoaan EU:hun.

sisällyttäneet puhdasta vetyä koskevat suunnitelmat kansallisiin energia- ja ilmastosuunnitelmiinsa, minkä lisäksi 26 jäsenvaltiota on allekirjoittanut erityisen vetyaloitteen¹¹ ja 14 jäsenvaltiota on sisällyttänyt vedyn vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuuria koskeviin kansallisiin strategiakehyksiinsä¹². Osa jäsenvaltioista on jo hyväksynyt tai hyväksymässä kansallisia strategioita.

Vedyn käyttöönottoon Euroopassa liittyy kuitenkin merkittäviä haasteita, joihin ei voida vastata pelkästään yksityisen sektorin tai jäsenvaltioiden omin voimin. Jotta vetytalouden kehitys saavuttaisi käännekohdan, tarvitaan kriittinen massa investointeja, mahdollistava sääntelykehys, uusia edelläkävijämarkkinoita, jatkuvaa tutkimusta ja innovointia läpimurtoteknologioiden kehittämiseksi ja uusien ratkaisujen tuomiseksi markkinoille, laajamittainen infrastruktuuriverkko, jonka vain EU ja sen sisämarkkinat voivat tarjota, sekä yhteistyötä EU:n ulkopuolisten kumppaneiden kanssa.

Kaikkien sekä julkisen että yksityisen sektorin toimijoiden on toimittava yhteistyössä Euroopan, kansallisella ja alueellisella tasolla¹³ koko arvoketjun laajuudelta, jotta Eurooppaan voidaan rakentaa dynaaminen vetyekosysteemi.

Pyrkien Euroopan vihreän kehityksen ohjelman¹⁴ tavoitteisiin ja komission *Euroopan uuden teollisuusstrategian*¹⁵ ja elpymissuunnitelman¹⁶ pohjalta tässä tiedonannossa esitetään visio siitä, miten EU voi ajan mittaan toimivasti hyödyntää puhdasta vetyä hiilestä irtautumiseen eri sektoreilla siten, että uusiutuvan vedyn elektrolyytikapasiteettia saadaan EU:ssa käyttöön vähintään 6 GW vuoteen 2024 mennessä ja 40 GW vuoteen 2030 mennessä. Tässä tiedonannossa yksilöidään haasteet, määritellään keinot, joita EU voi hyödyntää, ja esitetään etenemissuunnitelma tuleviksi vuosiksi.

Puhtaan energian alalla investointisyklit kestävät noin 25 vuotta, joten aika toimia on nyt. Tämä strateginen etenemissuunnitelma muodostaa konkreettisen poliittisen kehyksen, jonka puitteissa virallisesti samaan aikaan käynnistetyllä eurooppalaisella **puhtaan vedyn alan allianssilla** (European Clean Hydrogen Alliance) kehitetään – EU:n akkualan yhteenliittymän¹⁷ menestyksen pohjalta – viranomaisten, teollisuuden ja kansalaisyhteiskunnan välisenä yhteistyönä investointiohjelma ja konkreettinen hankejatkumo. Se täydentää niin ikään samaan aikaan esiteltyä **energiajärjestelmien integrointistrategiaa**¹⁸, jossa kuvataan, miten EU:n energiapolitiikan lohkoilla käynnissä oleva työ, myös vedyn käytön kehittäminen, edistää ilmastoneutraalia integroitua energiajärjestelmää, jonka ytimessä ovat uusiutuva sähkö, kiertotalous ja uusiutuvat ja vähähiiliset polttoaineet. Molemmat strategiat tukevat kestäväen kehityksen tavoitteiden ja Pariisin sopimuksen tavoitteiden saavuttamista.

¹¹ Linzin julistus, 17.–18. syyskuuta 2018. <https://www.eu2018.at/calendar-events/political-events/BMNT-2018-09-17-Informal-TTE.html>

¹² Toimitettu direktiivin 2014/94/EU mukaisesti.

¹³ Euroopan alueiden komitea, *Kohti puhdasta vetyä koskevaa etenemissuunnitelmaa – paikallis- ja alueviranomaisten panos ilmastoneutraaliin Eurooppaan*.

¹⁴ COM(2019) 640 final.

¹⁵ COM(2020) 102 final.

¹⁶ *Euroopan h-hetki: korjaamalla ja kehittämällä parempaa seuraavalle sukupolvelle*, COM(2020) 456 final.

¹⁷ https://ec.europa.eu/growth/industry/policy/european-battery-alliance_en

¹⁸ COM(2020) 299 final.

2. KOHTI VETYEKOSYSTEEMIÄ EUROOPASSA: ETENEMISSUUNNITELMA VUOTEEN 2050

Erilaiset tavat tuottaa vetyä, niiden kasvihuonekaasupäästöt ja niiden suhteellinen kilpailukyky

Vetyä voidaan tuottaa erilaisilla prosesseilla. Näillä eri tuotantomenetelmillä on erilaiset päästöt riippuen käytetystä teknologiasta ja energianlähteestä. Lisäksi niillä on erilaiset kustannusvaikutukset ja materiaalivaatimukset. Tässä tiedonannossa käytetään seuraavia määritelmiä:

- **Sähköpohjaisella vedyllä** tarkoitetaan vedestä elektrolyysin kautta (sähkökäyttöisessä elektrolyysilaitteessa) tuotettua vetyä riippumatta sähkön lähteestä. Sähköpohjaisen vedyn tuotannon koko elinkaaren aikaiset kasvihuonekaasupäästöt riippuvat siitä, miten sähkö tuotetaan¹⁹.
- **Uusiutuvalla vedyllä** tarkoitetaan vedestä elektrolyysin kautta (sähkökäyttöisessä elektrolyysilaitteessa) tuotettua vetyä silloin, kun käytetty sähkö on peräisin uusiutuvista lähteistä. Uusiutuvan vedyn tuotannosta koko elinkaaren aikana aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt ovat lähellä nollaa²⁰. Uusiutuvaa vetyä voidaan myös tuottaa (maakaasun sijasta) biokaasun reformoinnilla tai biomassan biokemiallisella muuntamisella²¹, jos kestävyysvaatimukset täyttyvät.
- **Puhtaalla vedyllä** tarkoitetaan uusiutuvaa vetyä.
- **Fossiilipohjaisella vedyllä** tarkoitetaan vetyä, joka on tuotettu erilaisilla fossiilisia polttoaineita raaka-aineena käytävillä prosesseilla, pääasiassa maakaasun reformoinnilla tai kivihiilen kaasutuksella. Tämä edustaa suurinta osaa nykyisin tuotetusta vedystä. Fossiilipohjaisen vedyn tuotannosta aiheutuu koko elinkaaren aikana suuret kasvihuonekaasupäästöt²².
- **Fossiilipohjaisella vedyllä, johon liittyy hiilidioksidin talteenotto**, tarkoitetaan fossiilipohjaista vetyä siltä osin kuin vedyn tuotantoprosessista vapautuvat kasvihuonekaasut otetaan talteen. Hiilidioksidin talteenottoa tai pyrolyysiä käyttävästä fossiilipohjaisen vedyn tuotannosta aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt ovat pienemmät kuin fossiilisista polttoaineista tuotetun vedyn tapauksessa, mutta kasvihuonekaasujen talteenoton vaihteleva tehokkuus (enimmillään 90 %) on otettava huomioon²³.
- **Vähähiilinen vety** käsittää fossiilipohjaisen vedyn, johon liittyy hiilidioksidin talteenotto, ja sähköpohjaisen vedyn, jonka koko elinkaaren aikaiset kasvihuonekaasupäästöt ovat merkittävästi vähäisemmät verrattuna tämänhetkiseen vedyntuotantoon.
- **Vetypohjaisilla synteettisillä polttoaineilla** tarkoitetaan erilaisia vedystä ja hiilestä valmistettuja kaasumaisia ja nestemäisiä polttoaineita. Jotta synteettisiä polttoaineita voitaisiin pitää uusiutuvina, synteetikaasun vetyosuuden olisi oltava uusiutuva.

¹⁹ Koko tuotantoketjun kasvihuonekaasupäästöt ovat EU:n sähköntuotannossa 14 kg CO₂-ekv./kgH₂ (pohjautuen Eurostatin tietoihin vuodelta 2018, 252 t CO₂-ekv./GWh) ja maailman sähkön kokonaistuotannossa 26 kg CO₂-ekv./kgH₂ (IEA, 2019).

²⁰ Uusiutuvalla sähköllä tuotetun uusiutuvan vedyn koko tuotantoketjun kasvihuonekaasupäästöt ovat lähellä nollaa (IEA, 2019).

²¹ Tekeillä oleva komission arviointi biomassan tarjonnasta ja kysynnästä EU:ssa ja maailmanlaajuisesti ja tähän liittyvistä kestävyysnäkökohdista sekä suunnitteilla oleva tutkimus, josta ilmoitettiin EU:n biodiversiteettistrategiassa (COM(2020) 380 final) ja joka koskee metsäbiomassan käytön kestävyyttä energiantuotannossa.

²² Maakaasun höyryreformoinnin koko tuotantoketjun kasvihuonekaasupäästöt ovat 9 kg CO₂-ekv./kgH₂ (IEA, 2019).

²³ Maakaasun höyryreformoinnin koko tuotantoketjun kasvihuonekaasupäästöt ovat 1 kg CO₂-ekv./kgH₂, kun hiilidioksidin talteenottoaste on 90 %, ja 4 kg CO₂-ekv./kgH₂, kun talteenottoaste on 56 % (IEA, 2019).

Synteettisiä polttoaineita ovat esimerkiksi synteettinen kerosiini ilmailussa, synteettinen diesel autoissa sekä kemikaalien ja lannoitteiden tuotannossa käytettävät erilaiset molekyylit. Synteettisistä polttoaineista johtuvat kasvihuonekaasupäästöt voivat vaihdella tasoltaan paljon riippuen käytetystä raaka-aineesta ja prosessista. Synteettisten polttoaineiden poltosta ilmaan pääsevät epäpuhtauspäästöt ovat samaa tasoa kuin fossiilisten polttoaineiden osalta.

Uusiutuva vety ja vähähiilinen vety, esimerkiksi fossiilipohjainen vety, johon liittyy hiilidioksidin talteenotto, eivät tällä hetkellä ole kustannuskilpailukykyisiä verrattuna fossiilipohjaiseen vetyyn. Fossiilipohjaisen vedyn kustannukset ovat tällä hetkellä arviolta noin 1,5 euroa/kg EU:ssa, riippuen hyvin paljon maakaasun hinnoista ja ottamatta huomioon hiilidioksidikustannuksia. Fossiilipohjaisen vedyn, johon liittyy hiilidioksidin talteenotto ja varastointi, kustannukset ovat tällä hetkellä arviolta noin 2 euroa/kg ja uusiutuvan vedyn kustannukset 2,5–5,5 euroa/kg²⁴. Hiilen hintojen pitäisi olla 55–90 euron luokkaa hiilidioksiditonnia kohti, jotta fossiilipohjainen vety, johon liittyy hiilidioksidin talteenotto, olisi kilpailukykyistä nykyisen fossiilipohjaisen vedyn kanssa²⁵. Uusiutuvan vedyn kustannukset alenevat nopeasti. Elektrolyysilaitteiden kustannukset ovat jo pienentyneet 60 prosenttia kymmenen viime vuoden aikana, ja vuonna 2030 niiden odotetaan puolittuneen nykyisestä mittakaavaetujen ansiosta²⁶. Alueilla, joilla uusiutuvista energialähteistä tuotettu sähkö on halpaa, elektrolyysilaitosten ennakoitaan pystyvän kilpailemaan fossiilipohjaisen vedyn kanssa vuonna 2030²⁷. Nämä tekijät ovat keskeisiä vedyn asteittain lisääntyvän käytön vauhdittajia koko EU:n taloudessa.

EU:n etenemissuunnitelma

EU:n ensisijaisena kehitystavoitteena on uusiutuva vety, jota tuotetaan pääasiassa tuuli- ja aurinkoenergialla. Uusiutuva vety on parhaiten yhteensopiva vaihtoehto integroidun energiajärjestelmän ja pitkällä aikavälillä EU:n ilmastoneutraaluis- ja saasteettomuustavoitteen kanssa. Uusiutuvan vedyn valinta pohjautuu Euroopan teollisiin vahvuuksiin elektrolyysituotannossa, luo uusia työpaikkoja ja talouskasvua EU:ssa ja tukee kustannustehokasta integroitua energiajärjestelmää. Uusiutuvan vedyn käyttöönoton mittakaavaa tulisi vuoteen 2050 mennessä asteittain laajentaa samalla, kun otetaan käyttöön uutta uusiutuvan sähköenergian tuotantoa ja sitä mukaa kuin teknologia saavuttaa kypsyyssasteen ja tuotantotekniikoiden kustannukset pienenevät. Tämä prosessi on käynnistettävä nyt.

Lyhyellä ja keskipitkällä aikavälillä tarvitaan kuitenkin muita vähähiilisen vedyn tuotantomuotoja, etenkin jotta voidaan nopeasti vähentää nykyisen vedyntuotannon päästöjä ja tukea uusiutuvan vedyn samaan aikaan lisääntyvää ja tulevaa käyttöönottoa.

²⁴ IEA Hydrogen Report 2019 (s. 42). IEA:n oletuksina maakaasun hinnat EU:ssa 22 euroa/MWh, sähkön hinnat 35–87 euroa/MWh ja kapasiteetikustannus 600 euroa/kW.

²⁵ Tässä vaiheessa kustannukset voidaan tosin vain arvioida, koska tällaista hanketta ei ole vielä rakenteilla tai toiminnassa EU:ssa.

²⁶ Perustuu IEA:n, IRENAn ja BNEF:n kustannusarvioihin. Elektrolyysikustannusten ennakoitaan alenevan 900 eurosta/kW 450 euroon/kW tai sen alle vuoden 2030 jälkeisellä jaksolla ja 180 euroon/kW vuoden 2040 jälkeen. Hiilidioksidin talteenoton ja varastoinnin kustannukset nostavat maakaasun reformoinnin kustannuksia 810 eurosta/kW_{H2} 1512 euroon/kW_{H2}. Vuonna 2050 kustannusten arvioidaan olevan 1152 euroa/kW_{H2} (IEA, 2019).

²⁷ Sähkön ja kaasun nykyhinnoin vähähiilisen fossiilipohjaisen vedyn hinnaksi arvioidaan vuonna 2030 EU:ssa 2–2,5 euroa/kg ja uusiutuvan vedyn hinnaksi 1,1–2,4 euroa/kg (IEA, IRENA, BNEF).

Vetyekosysteemi **kehittyy Euroopassa todennäköisesti asteittain**, eri tahtiin eri sektoreilla ja mahdollisesti eri tahtiin eri alueilla, mikä edellyttää erilaisia poliittisia ratkaisuja.

Ensimmäisessä vaiheessa vuosina 2020–2024 strategisena tavoitteena on saada **EU:ssa käyttöön vähintään 6 GW uusiutuvan vedyn elektrolyysikapasiteettia** niin, että **uusiutuvan vedyn tuotanto ylittää 1 miljoonaa tonniin²⁸**, sekä irrottaa nykyinen vedyntuotanto hiilestä esimerkiksi kemianteollisuudessa ja helpottaa vedyn kulutukseen siirtymistä uusissa loppukäyttösovelluksissa, kuten muissa teollisuusprosesseissa ja mahdollisesti raskaassa liikenteessä.

Tämän vaiheen aikana elektrolyysilaitteiden, myös suurten (jopa 100 MW:n) laitteistojen, valmistusta tulisi laajentaa. Nämä elektrolyysilaitteet voitaisiin asentaa nykyisten kysyntäkeskusten lähelle suurempiin jalostamoihin, terästehtaisiin ja kemianteollisuuden komplekseihin. Parhaassa tapauksessa niiden voimanlähteenä olisi suoraan paikallinen uusiutuva sähkö. Lisäksi tarvitaan vetytankkausasemia vetykennoilla varustettuja busseja ja myöhemmin kuorma-autoja varten. Sen vuoksi elektrolyysilaitteita tarvitaan myös palvelemaan paikallisesti vetytankkausasemia, joiden määrä kasvaa jatkuvasti. Vähähiilisen sähköpohjaisen vedyn eri muodot, erityisesti ne, joiden tuotannon kasvihuonekaasupäästöt ovat lähes olemattomat, tukevat vedyn tuotannon ja markkinoiden laajentamista. Osa nykyisistä vedyntuotantolaitoksista tulisi irrottaa hiilestä varustamalla ne hiilidioksidin talteenotto- ja varastointiteknologioilla.

Vedyn kuljetuksen infrastruktuuritarpeet pysyvät rajallisina, sillä kysyntä tyydytetään aluksi paikan päällä tai sen lähistössä tapahtuvalla tuotannolla ja eräillä alueilla vetyä voidaan sekoittaa maakaasuun, mutta keskipitkän kantaman ja runkoverkon siirtoinfrastruktuurin suunnittelu tulisi aloittaa tässä vaiheessa. Hiilidioksidin talteenoton ja käytön infrastruktuuria tarvitaan helpottamaan tiettyjen vähähiilisen vedyn tuotantomuotoja.

Politiikan painopisteenä on luoda sääntelykehys likvideille ja hyvin toimiville vetymarkkinoille ja kannustaa sekä tarjontaa että kysyntää edelläkävijämarkkinoilla muun muassa kaventamalla hintakuilua tavanomaisten ratkaisujen ja uusiutuvan ja vähähiilisen vedyn välillä ja soveltamalla asianmukaisia valtioneuvoston päätöksiä. Mahdollistavilla toimintaedellytyksillä viedään eteenpäin konkreettisia suunnitelmia suurista tuuli- ja aurinkovoimaloista, jotka palvelevat uusiutuvan vedyn tuotantoa gigawattimittakaavassa vuoteen 2030 mennessä.

Eurooppalainen **puhtaan vedyn alan allianssi** auttaa rakentamaan vankkaa investointipohjaa. Komission elpymissuunnitelman puitteissa *Next Generation EU* -rahoitusvälineistä, muun muassa InvestEU-ohjelmaan sisältyvästä strategisten eurooppalaisten investointien ikkunasta ja päästökauppajärjestelmän innovaatorahastosta, lisätään rahoitustukea ja autetaan täyttämään covid-19-kriisin synnyttämää investointivajetta uusiutuviissa energialähteissä.

Toisessa vaiheessa vuosina 2025–2030 vedystä on määrä tulla olennainen osa **integroitua energijärjestelmää**. Strategisena tavoitteena on saada käyttöön **vähintään 40 GW**

²⁸ Jopa 33 TWh uusiutuvaa vetyä voitaisiin tuottaa joko syöttämällä uusiutuvaa sähköä suoraan elektrolyysilaitoksiin tai varmistamalla, että tietyt edellytykset täyttyvät, mukaan lukien käytettävää uusiutuvaa sähköä koskeva lisäisysehto.

uusiutuvan vedyn elektrolyysikapasiteettia vuoteen 2030 mennessä niin, että uusiutuvan vedyn tuotanto ylittää 10 miljoonaa tonniin EU:ssa²⁹.

Tässä vaiheessa uusiutuvasta vedystä odotetaan vähitellen tulevan kustannuskilpailukykyinen vaihtoehto suhteessa muihin vedyn tuotantomuotoihin. Kysyntäpuolella tarvitaan kuitenkin kohdennettuja strategioita, jotta teollisuuden kysyntä laajenisi vähitellen uusiin käyttökohteisiin muun muassa **teräksen valmistuksessa** ja eri liikennemuodoissa, mukaan lukien kuorma-autot, raideliikenne ja eräät meriliikenteen sovellukset. Uusiutuvalla vedyllä alkaa tässä vaiheessa olla rooli **uusiutuviin energialähteisiin perustuvan sähköjärjestelmän** tasehallinnassa, kun sähköä muutetaan vedyksi silloin, kun uusiutuvista energialähteistä tuotettu sähkö on runsasta ja halpaa, mikä toimii joustavuutta lisäävänä tekijänä. Vetyä tullaan käyttämään myös päivittäiseen tai kausittaiseen varastointiin ja vara- ja puskurointimintoihin³⁰, mikä parantaa keskipitkän aikavälin toimitusvarmuutta.

Jälkiasentamalla nykyisiin fossiilipohjaisen vedyn tuotantolaitoksiin hiilidioksidin talteenottolaitteet voitaisiin edelleen vähentää kasvihuonekaasupäästöjä ja muita ilman epäpuhtauspäästöjä vuoden 2030 vaativampia ilmastotavoitteita silmällä pitäen.

Tässä vaiheessa kehittyvät paikallisia vetyklustereita, esimerkiksi syrjäisillä alueilla tai saarilla, tai alueellisia ekosysteemejä – niin kutsuttuja vetylaaksoja (*Hydrogen Valleys*) – joissa vetyä tuotetaan paikallisesti perustuen hajautettuun uusiutuvan energian tuotantoon ja paikalliseen kysyntään ja kuljetus tapahtuu lyhyillä välimatkoilla. Tällöin vedynjakeluverkosto voi toimittaa vetyä paitsi teollisuuden ja liikenteen tarpeisiin ja sähkön tasehallintaan myös asuin- ja liikerakennusten lämmitykseen³¹.

Tässä vaiheessa syntyy tarve EU:n laajuiselle logistiselle infrastruktuurille vedyn kuljettamiseksi alueilta, joilla uusiutuvan energian potentiaalia on runsaasti, kysyntäkeskuksiin, jotka voivat sijaita myös muissa jäsenvaltioissa. Tässä vaiheessa on myös suunniteltava yleiseurooppalaisen verkon runkoverkko ja luotava vetytankkausasemien verkosto. Nykyinen kaasuverkko voitaisiin osittain muuttaa uuteen käyttötarkoitukseen eli uusiutuvan vedyn kuljettamiseen pidemmillä matkoilla, ja samalla syntyisi tarve kehittää suurempia vedyn varastointilaitoksia. Myös kansainvälinen kauppa voi kehittyä, erityisesti Itä-Euroopan naapurimaiden sekä Välimeren itä- ja eteläpuolisten maiden kanssa.

Poliittisissa painotuksissa tällainen toimintamittakaavan jatkuva laajentaminen suhteellisen lyhyellä aikavälillä vaatii EU:n tuen tehostamista ja investointien edistämistä täysimittaisen vetyekosysteemin rakentamiseksi. Vuoteen 2030 mennessä EU pyrkii toteuttamaan avoimet ja kilpailukykyiset EU:n vetymarkkinat, joilla käydään esteetöntä rajatylittävää kauppaa ja joilla vetytoimitusten jakelu tapahtuu tehokkaasti sektoreiden kesken.

²⁹ Jopa 333 TWh uusiutuvaa vetyä voitaisiin tuottaa joko syöttämällä uusiutuvaa sähköä suoraan elektrolyysilaitoksiin tai varmistamalla, että tietyt edellytykset täyttyvät, mukaan lukien käytettävää uusiutuvaa sähköä koskeva lisäisysehto.

³⁰ Uusiutuvalla vedyllä toteutettu energian puskurointi on hyvin paljon muutakin kuin uusiutuvan sähkön varastointia. Puskurointi mahdollistaa energian siirron alueiden välillä vedyn kuljetuksen ja varastointilaitteistojen avulla. Vedyllä toteutettava puskurointi voi yhdistää toisiinsa eri loppukäyttöaloja ja energiemarkkinoita (toisin kuin sähkön varastointi) ja mahdollistaa energian uudelleenhinnoittelun yksittäisillä vetymarkkinoilla.

³¹ Meneillään on pilottihankkeita, joissa analysoidaan mahdollisuuksia korvata maakaasukattiloita vetykattiloilla.

Kolmannessa vaiheessa – vuodesta 2030 vuoteen 2050 – uusiutuvan vedyn teknologian on määrä saavuttaa kypsyysaste ja sitä otetaan käyttöön laajassa mittakaavassa myös kaikilla sellaisilla aloilla, joilla hiilestä irtautuminen on vaikeaa ja joilla muut vaihtoehdot eivät ole toteutuskelpoisia tai aiheuttavat suurempia kustannuksia.

Tässä vaiheessa uusiutuvan sähkön tuotantoa on lisättävä merkittävästi, sillä noin neljännes³² uusiutuvasta sähköstä saatetaan käyttää uusiutuvan vedyn tuotantoon vuoteen 2050 mennessä.

Hiilineutraaliin hiilidioksidiin perustuva vety ja vedystä johdetut synteettiset polttoaineet voivat levitä laajemmin useammille talouden sektoreille esimerkiksi ilmailuun, meriliikenteeseen tai sellaisiin teollisuus- ja liikerakennuksiin, joissa hiilestä irtautuminen on vaikeaa. Myös kestäväällä biokaasulla voi olla rooli maakaasun korvaamisessa hiilidioksidin talteenottoa ja varastointia käyttävissä vedyn tuotantolaitoksissa, jotta päästöt olisivat negatiiviset. Edellytyksenä kuitenkin on, että biometaanivuodot vältetään ja että biokaasun käyttö on linjassa vuoteen 2030 ulottuvassa EU:n biodiversiteettistrategiassa³³ esitettyjen tavoitteiden ja periaatteiden kanssa.

3. INVESTOINTIOHJELMA EU:LLE

Nyt käsillä olevassa strategisessa etenemissuunnitelmassa esitettyjen käyttöönotto tavoitteiden saavuttamiseksi vuosiin 2024 ja 2030 mennessä tarvitaan vahva investointiohjelma, jossa hyödynnetään synergioita ja varmistetaan EU:n eri rahastoista saatavan julkisen tuen ja EIP:n rahoituksen johdonmukaisuus, hyödynnetään vipuvaikutusta ja vältetään tuen ylimitoitus.

Elektrolyysilaitteistoihin vuoteen 2030 mennessä tehtävät investoinnit voivat olla 24–42 miljardia euroa. Samalla kaudella tarvittaisiin lisäksi 220–340 miljardin euron investoinnit aurinko- ja tuulienergian tuotantokapasiteetin kasvattamiseksi 80–120 GW:iin ja liittämiseksi suoraan elektrolyysilaitoksiin tarvittavan sähkön tuottamista varten. Investoinnit jälkiasennuksiin, jotta puolet nykyisistä laitoksista voidaan varustaa hiilidioksidin talteenotto- ja varastointitekniologioilla, arvioidaan noin 11 miljardiksi euroksi. Näiden lisäksi tarvitaan 65 miljardin euron investoinnit vedyn kuljetukseen, jakeluun ja varastointiin sekä vetytankkausasemiin³⁴. Vuoteen 2050 mennessä tuotantokapasiteettiin tehtäisiin EU:ssa 180–470 miljardin euron investoinnit³⁵.

Myös loppukäyttöalojen mukauttaminen vedyn kulutukseen ja vetypohjaisten polttoaineiden käyttöön edellyttää huomattavia investointeja. Esimerkiksi tyypillisen eurooppalaisen terästehtaan muuntaminen vedynkulutukseen käyttöikänsä loppua kohden vaatii noin 160–200 miljoonan euron investoinnit. Tieliikennesektorilla 400 pienen vetytankkausaseman käyttöönotto (nykyisten 100:n lisäksi) voi vaatia 850–1000 miljoonan euron investoinnit³⁶.

³² Olettaen, että kaikki uusiutuva vety tuotettaisiin uusiutuvalla sähköllä. Perustuu hiilestä irtautumista koskevaan pitkän aikavälin skenaarioon 1.5 TECH (COM(2018) 773 final).

³³ COM(2020) 380 final.

³⁴ *Hydrogen Roadmap Europe*, kunnianhimoisena skenaariona 665 TWh vuoteen 2030 mennessä (FCH JU, 2019).

³⁵ ASSET-selvitys (2020). *Hydrogen generation in Europe: Overview of costs and key benefits*. Investointiennusteiden lähtöoletuksena on 40 GW uusiutuvaa vetyä ja 5 MT vähähiilistä vetyä vuoteen 2030 mennessä ja 500 GW uusiutuvan vedyn elektrolyysikapasiteettia vuoteen 2050 mennessä.

³⁶ ASSET-selvitys (2020). *Hydrogen generation in Europe: Overview of costs and key benefits*. Oletuksena vuosituotannoltaan 400 000 tonnin laitos.

Tukeakseen näitä investointeja ja täysimittaisen vetyekosysteemin syntymistä komissio käynnistää eurooppalaisen **puhtaan vedyn alan allianssin**, josta ilmoitettiin komission uudessa teollisuusstrategiassa. Allianssilla on keskeinen tehtävä tämän vetystrategian toimien helpottamisessa ja täytäntöönpanossa sekä uusiutuvan ja vähähiilisen vedyn tuotannon ja kysynnän laajentamiseen tähtäävien investointien tukemisessa. Sillä on vahvat kytkökset vedyn teolliseen arvoketjuun, mukaan lukien tuotanto, siirto sekä liikkuvuuteen, teollisuuteen, energiaan ja lämmitykseen liittyvät sovellukset, ja se tukee arvoketjun osaamista ja tarvittaessa työmarkkinoiden sopeuttamista. Se tuo yhteen teollisuussektorit, kansalliset, alueelliset ja paikalliset viranomaiset sekä kansalaisyhteiskunnan. Toisiinsa linkittyvillä toimialakohtaisilla toimitusjohtajaverkostoilla ja päättäjien yhteistyöjärjestelyllä se tarjoaa laajan foorumin, jonka kautta kaikki osapuolet voivat koordinoida investointejaan ja myös kansalaisten ääntä kuullaan.

Allianssin tärkeimpänä tehtävänä on määritellä ja **kehittää selkeä ja toteutuskelpoinen investointihankkeiden jatkumo**. Tämä helpottaa investointien ja strategioiden koordinoimista vedyn arvoketjun laajuudelta ja yksityisten ja julkisten sidosryhmien välistä yhteistyötä kaikkialla EU:ssa, jolloin julkista tukea voidaan tarjota tarpeiden mukaan ja houkutellessa yksityisiä investointeja. Se myös antaa näkyvyyttä näille hankkeille ja parantaa niiden edellytyksiä löytää tarvitsemiaan tukimahdollisuuksia. Tätä nykyä uusia uusiutuvan vedyn tuotantohankkeita on rakenteilla tai ilmoitettu jo 1,5–2,3 GW ja suunnitteilla on 22 GW:n lisäkapasiteetti elektrolyyshankkeita³⁷, jotka edellyttävät vielä kehittelyä ja lopullisen vahvistuksen.

Komissio aikoo myös viedä eteenpäin **Euroopan yhteistä etua koskevien tärkeiden hankkeiden (IPCEI) strategisen foorumin**³⁸ raportissa esitettyjä suosituksia edistääkseen useiden jäsenvaltioiden hyvin koordinoituja tai yhteisiä investointeja ja toimia, joilla tuetaan vedyn tarjontaketjua. Vetyekosysteemissä **strategisen foorumin** puitteissa käynnistetty yhteistyö edesauttaa toimien nopeaa käynnistämistä puhtaan vedyn alan allianssissa. Allianssi puolestaan helpottaa samaan aikaan yhteistyötä useissa suurissa investointihankkeissa vedyn arvoketjun laajuudelta, mukaan lukien **IPCEI-hankkeet**. IPCEI-välineen avulla jäsenvaltiot voivat puuttua markkinoiden toimintapuitteisiin vetyä ja vetypohjaisia polttoaineita koskevilla laajoilla, rajatylittävillä ja integroiduilla hankkeilla, jotka edistävät merkittävästi ilmastotavoitteiden saavuttamista.

Lisäksi **InvestEU-ohjelman** kapasiteetti yli kaksinkertaistuu osana **uutta Next Generation EU -elpymisrahoituskokonaisuutta**. Siitä tuetaan edelleen vedyn käyttöönottoa varsinkin kannustamalla yksityisiä investointeja, joilla on vahva vipuvaikutus, alkuperäisten neljän politiikkaikkunan ja uuden strategisten investointien ikkunan kautta.

Uudistettu kestävä rahoituksen strategia, joka on määrä hyväksyä vuoden 2020 loppuun mennessä, ja EU:n kestävä rahoituksen luokitusjärjestelmä³⁹ ohjaavat vetyalan investointeja

³⁷ Kymmenvuotiseen verkonkehittämissuunnitelmaan, ENTSO-verkostoihin ja IEA:n vetyhankkeiden tietokantaan kuuluvia ja päästökauppajärjestelmän innovaatorahastolle esitettyjä lyhyen aikavälin hankkeita. Tuleva hankejatkumo perustuu alan arvioihin; ks. Hydrogen Europe *Post Covid-19 and the Hydrogen Sector* (2020). [https://hydrogeneurope.eu/sites/default/files/Post%20COVID-19%20for%20the%20Hydrogen%20Sector%20\(2\).pdf](https://hydrogeneurope.eu/sites/default/files/Post%20COVID-19%20for%20the%20Hydrogen%20Sector%20(2).pdf).

³⁸ *Strengthening Strategic Value Chains for a future-ready EU Industry. Report of the Strategic Forum for Important Projects of Common European Interest*. <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/37824>.

³⁹ Kestävä sijoittamista helpottavasta kehyksestä annettu asetus.

keskeisillä talouden sektoreilla edistämällä toimia ja hankkeita, jotka tukevat merkittäväällä tavalla hiilestä irtautumista.

Osa jäsenvaltioista on ottanut uusiutuvan ja vähähiilisen vedyn strategiseksi osaksi kansallisia energia- ja ilmastosuunnitelmiaan. Komissio aikoo HyNet-verkoston (Hydrogen Energy Network)⁴⁰ kautta keskustella jäsenvaltioiden kanssa niiden vetysuunnitelmista. Jäsenvaltioiden on tukeuduttava muun muassa kyseisiin suunnitelmiin ja talouspolitiikan eurooppalaisen ohjausjakson yhteydessä määriteltyihin päälinjauksiin laatiessaan kansallisia elpymis- ja palautumissuunnitelmiaan uuden elpymis- ja palautumistukiväliseen yhteydessä. Tämän uuden väliseen tavoitteena on tukea jäsenvaltioiden investointeja ja uudistuksia, jotka ovat välttämättömiä kestäväen elpymisen kannalta.

Euroopan aluekehitysrahasto ja koheesiorahasto, joiden pääomaa täydennetään **uudesta REACT-EU-aloitteesta**, ovat myös jatkossa käytettävissä vihreän siirtymän tukemiseen. Seuraavalla rahoituskaudella 2021–2027 komissio työskentelee jäsenvaltioiden, alue- ja paikallisviranomaisten, teollisuuden ja muiden sidosryhmien kanssa, jotta näillä varoilla voidaan tukea uusiutuvan ja vähähiilisen vedyn tarjoamia innovatiivisia ratkaisuja teknologiansiirron, julkisen ja yksityisen sektorin kumppanuuksien ja myös kokeiluprojektien avulla pyrkien testaamaan uusia ratkaisuja tai huolehtimaan tuotteiden varhaisesta validoinnista. Olisi myös tutkittava tarkkaan mahdollisuudet, joita **oikeudenmukaisen siirtymän mekanismi** tarjoaa hiili-intensiivisille alueille. Lisäksi on tarkoitus hyödyntää Verkkojen Eurooppa -välineen energia- ja liikenneosoiden välisiä synergioita, jotta voidaan rahoittaa vedynjakeluverkostoa, kaasuverkkojen kohdentamista uuteen käyttöön, hiilidioksidin talteenottohankkeita ja vetytankkausasemia.

4. KYSYNNÄN LISÄÄMINEN JA TUOTANNON LAAJENTAMINEN

Vetytalouden luominen Eurooppaan edellyttää kokonaisvaltaista lähestymistapaa toimitusketjuun. Vedyn tuotanto uusiutuvista tai vähähiilisistä lähteistä, infrastruktuurin kehittäminen vedyn toimittamiseksi loppukuluttajille ja markkinakysynnän luominen on toteutettava rinnakkain, mikä luo positiivista kierrettä **lisäämällä vedyn tarjontaa ja kysyntää**. Se edellyttää myös **toimituskustannusten alenemista** puhtaiden tuotanto- ja jakeluteknologioiden kustannusten pienenemisen ja uusiutuvan energiapanoksen kohtuuhintaisuuden myötä, mikä varmistaa kustannuskilpailukyyn suhteessa fossiilisiin polttoaineisiin. Lisävaihtoehto tässä yhteydessä on uusiutuvan vedyn tuotanto kantaverkon ulkopuolella.

Lisäksi tarvitaan suuri määrä raaka-aineita⁴¹. Raaka-aineiden turvaamista olisi siksi tarkasteltava myös kriittisten raaka-aineiden toimintasuunnitelmassa, uuden kiertotaloutta koskevan toimintasuunnitelman täytäntöönpanossa ja EU:n kauppapoliittisessa lähestymistavassa, jotta näiden raaka-aineiden osalta varmistetaan vääristymätön ja

⁴⁰ HyNet on epävirallinen alusta, jonka energian pääosasto DG ENER on perustanut tukemaan kansallisia viranomaisia vetyyn liittyvissä kysymyksissä. https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-system-integration/hydrogen_en.

⁴¹ Kahtakymmentäyhdeksää polttokenno- ja elektrolyysiteknologian kannalta merkityksellistä raaka-ainetta tarkasteltaessa Eurooppa on täysin riippuvainen yhdeksäntoista raaka-aineen (kuten platinaryhmän metallien) toimituksista, ja se on myös riippuvainen useista kriittisistä raaka-aineista erilaisissa uusiutuvan sähkön tuotantoteknologioissa.

oikeudenmukainen kauppa ja investoinnit. Myös elinkaariajattelua tarvitaan vetyalan kielteisten ilmasto- ja ympäristövaikutusten minimoimiseksi.

Vedyn kysynnän ja tarjonnan lisääminen edellyttää todennäköisesti erilaisia tukimuotoja, joiden käyttö eriytetään tämän strategian vision mukaisesti asettamalla etusijalle uusiutuvan vedyn käyttöönotto. Vähähiilinen vety tarvitsee siirtymävaiheessa asianmukaista tukea, mutta tämä ei saisi johtaa hukkainvestointeihin. Vuodeksi 2021 kaavailtu valtiontukikehyksen tarkistus, mukaan lukien energia-alaa ja ympäristönsuojelua koskevat valtiontukisuuntaviivat, tarjoaa tilaisuuden luoda kattavat puitteet, joissa voidaan viedä eteenpäin Euroopan vihreän kehityksen ohjelmaa ja erityisesti hiilestä irtautumista myös vedyn osalta, samalla kun rajoitetaan mahdollisia kilpailun vääristymiä ja kielteisiä vaikutuksia muissa jäsenvaltioissa.

Kysynnän lisääminen loppukäyttöaloilla

Uusien edelläkävijämarkkinoiden luominen etenee käsi kädessä vedyn tuotannon laajentamisen kanssa. Kahta tärkeintä edelläkävijämarkkinaa – **teollisissa sovelluksissa ja liikkuvuudessa** – voidaan vähitellen kehittää vedyn potentiaalinen käyttämiseksi ilmastoneutraalissa taloudessa kustannustehokkaasti.

Heti mahdollisia sovelluksia **teollisuudessa** ovat hiili-intensiivisen **vedyn käytön vähentäminen ja korvaaminen jalostamoissa, ammoniakkin tuotanto ja uudet metanolituotantomuodot** tai fossiilisten polttoaineiden osittainen korvaaminen **teräksen valmistuksessa**. Toisessa vaiheessa vety voi tarjota pohjan hiilivapaan terästuotannon investoinneille ja rakentamiselle EU:ssa komission uuden teollisuusstrategian mukaisesti.

Vety on lupaava vaihtoehto myös **liikenteessä** silloin, kun sähköistäminen on vaikeampi toteuttaa. Ensi alkuun **vetyä voidaan ottaa käyttöön varhaisessa vaiheessa** tietyssä rajatussa käytössä, kuten **paikallisissa kaupunkibusseissa, hyötyajoneuvokalustossa (esim. taksit) tai erityisissä raideliikenneverkon osissa**, joissa sähköistäminen ei ole toimiva ratkaisu. Vetytankkausasemat voivat helposti saada toimituksia alueellisilta tai paikallisilta elektrolyysilaitoksilta, mutta niiden käyttöönottoa varten tarvitaan selkeä analyysi kaluston kysynnästä ja kevyitä ja raskaita hyötyajoneuvoja koskevista erilaisista vaatimuksista.

Vetypolttokennojen käyttöä olisi jatkossakin edistettävä **raskaissa maantieajoneuvoissa** sähköistämisen ohella, mukaan lukien linja-autot, erikoiskäyttöön tarkoitettut raskaat ajoneuvot ja pitkän matkan rahtiliikenne niiden suurten hiilidioksidipäästöjen vuoksi. Hiilidioksidipäästönormeja koskevassa asetuksessa asetetut vuosien 2025 ja 2030 tavoitteet vauhdittavat tärkeällä tavalla edelläkävijämarkkinoita vetyratkaisuille, kun polttokennoteknologiasta on tullut riittävän kypsä ja kustannustehokas vaihtoehto. Horisontti 2020 -puiteohjelmaan kuuluvien polttokenno- ja vety-yhteisyrityksen (HFC-JU) hankkeiden tavoitteena on parantaa Euroopan teknologista johtoasemaa.

Vetypolttokennojen käyttöä voitaisiin kehittää nykyistä laajemmin muille toteutuskelpoisille kaupallisille junareiteille, joiden sähköistäminen on vaikeaa tai kustannustehotonta: dieselteknologia palvelee vielä tänäänkin noin 46:ta prosenttia päärataverkosta. Tietyt vetypolttokennokäyttöiset (esim. moottorijunatyypit) junasovellukset voivat jo nyt olla kustannuksiltaan kilpailukykyisiä dieselin kanssa.

Sisävesiliikenteessä ja lähimerenkulussa vedystä voi tulla vaihtoehtoinen vähäpäästöinen polttoaine, erityisesti koska vihreän kehityksen ohjelmassa korostetaan, että meriliikenteen hiilidioksidipäästöillä on oltava hintansa. Pitkän matkan laivaliikenne ja avomeriliikenne edellyttävät polttokennotehon lisäämistä yhdestä megawatista⁴² useampiin megawatteihin ja uusiutuvan vedyn käyttämistä suuremman energiatihedden tarjoavien synteettisten polttoaineiden, metanolin tai ammoniakkin tuotantoon.

Vedystä voi pidemmällä aikavälillä tulla vaihtoehto **ilmailun ja meriliikenteen** irrottamiseksi hiilestä nestemäisen synteettisen kerosiinin ja muiden synteettisten polttoaineiden tuotannon avulla. Nämä ovat niin kutsuttuja *drop-in* -polttoaineita, jotka soveltuvat käyttöön nykyisen ilma-alusteknologian kanssa, mutta energiatehokkuusvaikutukset on otettava huomioon. Pidemmällä aikavälillä myös vetykäyttöiset polttokennot, jotka vaativat ilma-alusten suunnittelun mukauttamista, tai vetypohjaisiin ratkaisuihin perustuvat suihkumoottorit voivat tarjota vaihtoehdon ilmailualalle. Näiden tavoitteiden saavuttamiseksi on linjattava etenemissuunnitelma merkittävistä pitkän aikavälin tutkimus- ja innovaatiotoimista⁴³ muun muassa Horisontti Eurooppa -ohjelmassa, polttokenno- ja vety-yhteisyrityksessä ja mahdollisina aloitteina puhtaan vedyn alan allianssissa.

Komissio aikoo käsitellä vedyn käyttöä liikennesektorilla tulevassa **kestävän ja älykkään liikkuvuuden strategiassa**, josta ilmoitettiin Euroopan vihreän kehityksen ohjelmassa ja joka on määrä esittää ennen vuoden 2020 loppua.

Tärkein tekijä, joka rajoittaa vedyn käyttöä teollisissa sovelluksissa ja liikenteessä, ovat vedyn monesti korkeammat kustannukset, mihin sisältyvät myös vetypohjaisten laitteiden, varastoinnin ja tankkausasemien vaatimat lisäinvestoinnit. Mahdollisten toimitusketjuriskien ja markkinoiden epävarmuuden lisäksi vaikutuksensa on sillä, että kansainvälinen kilpailu kaventaa teollisten lopputuotteiden voittomarginaaleja.

Siksi tarvitaan **kysyntäpuolen** tukistrategioita. Komissio aikoo harkita vaihtoehtoja kannustimiin EU:n tasolla, muun muassa mahdollisuutta **uusiutuvan vedyn tai sen johdannaisten vähimmäisosuuksiin tai kiintiöihin eräillä yksittäisillä loppukäyttöaloilla**⁴⁴ (esim. kemianteollisuudessa tai liikennesovelluksissa), jotta kysyntää voidaan ohjata kohdennetusti. Tässä yhteydessä voitaisiin tarkastella virtuaalisen sekoittamisen⁴⁵ käsitettä.

Tuotannon lisääminen

Vaikka elektrolyysilaitteiden tuotanto- ja tarjontaketjussa toimii noin 280 yritystä⁴⁶ ja valmisteilla olevat hankkeet lisäävät kapasiteettia yli 1 GW, elektrolyysilaitteiden

⁴² FLAGSHIPS-hanke kehittää kahta kaupallista vetykäyttöistä polttokennoalusta Ranskaan ja Norjaan. Vety tuotetaan paikallisesti 1 MW:n elektrolyysillä, jossa käytetään uusiutuvista energialähteistä tuotettua sähköä.

⁴³ *Hydrogen-powered aviation. A fact-based study of hydrogen technology, economics and climate impact by 2050.* Toukokuu 2020.
https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/FCH%20Docs/20200507_Hydrogen%20Powered%20Aviation%20report_FINAL%20web%20%28ID%208706035%29.pdf.

⁴⁴ Uusiutuvia energialähteitä koskevalla direktiivillä tuetaan jo uusiutuvaa vetyä ja otetaan se nimenomaisesti keinoksi saavuttaa uusiutuvia energialähteitä koskeva alakohtainen tavoite liikennesektorilla.

⁴⁵ Virtuaalinen sekoittaminen viittaa vedyn osuuteen kaasumaisten energiankantajien (metaanin) kokonaismäärästä riippumatta siitä, sekoitetaanko nämä kaasut fyysisesti samassa infrastruktuurissa vai erillisissä niille varatuissa infrastruktuureissa.

⁴⁶ 60 prosenttia tarjontaketjussa toimivista EU:n yrityksistä on pieniä ja keskisuuria yrityksiä.

kokonaistuotantokapasiteetti Euroopassa on tällä hetkellä alle 1 GW vuodessa. Jotta strateginen tavoite 40 GW:n elektrolyysikapasiteetista saavutettaisiin vuoteen 2030 mennessä, tarvitaan koordinoituja toimia eurooppalaisen puhtaan vedyn alan allianssin, jäsenvaltioiden ja edelläkävijäalueiden kanssa sekä tukijärjestelmiä siihen asti, kunnes vedystä tulee kustannuskilpailukykyistä. Vedyntuotannon laajentamista palvelevat teknologiat, kuten aurinko- ja tuulisähkö sekä hiilidioksidin talteenotto ja varastointi, ovat jatkuvasti yhä kilpailukykyisempiä tarjontaketjun kehittyessä.

Jotta vedyn käytön kehittäminen pääsisi vauhtiin, Euroopan teollisuus tarvitsee selkeyttä ja investoijat tarvitsevat varmuutta siirtymävaiheessa, varsinkin selkeää käsitystä koko unionissa i) vedyntuotantoteknologioista, joita Euroopassa on tarpeen kehittää, ja ii) siitä, mitä voidaan pitää uusiutuvana ja vähähiilisenä vetynä. EU:n lopullinen päämäärä on selkeä: ilmastoneutraali energijärjestelmän integrointi, jonka ytimessä ovat uusiutuva vety ja uusiutuva sähkö. Koska kyseessä on pitkäaikainen haaste, EU:n on suunniteltava tämä siirtymä huolellisesti ja otettava huomioon tämänhetkiset lähtökohdat ja infrastruktuurit, jotka voivat vaihdella jäsenvaltioittain.

Komissio pyrkii ottamaan vaikutustenarviointien perusteella nopeasti käyttöön EU:n laajuisia välineitä, jotta voidaan räätälöidä toimintapoliittinen tukikehys vedyn käytöstä hiilidioksidipäästövähennyksinä saatavien hyötyjen perusteella siirtymävaiheessa ja informoida asiakkaita. Tähän sisältyisi **yhteinen vähähiilisuuden raja-arvo/standardi vedyntuotantolaitosten edistämiseksi niiden koko elinkaaren aikaisten kasvihuonekaasuarvojen perusteella**. Se voitaisiin määrittellä **suhteessa nykyiseen vertailuarvoon⁴⁷**, jota **päästökauppajärjestelmässä sovelletaan** vedyntuotannon osalta. Tähän sisältyisivät myös **kattava terminologia ja Euroopan laajuiset kriteerit uusiutuvan ja vähähiilisen vedyn sertifiointia varten**, mahdollisesti pohjautuen nykyiseen päästökauppajärjestelmän seurantaan, raportointiin ja todentamiseen ja uusiutuvia energialähteitä koskevan direktiivin säännöksiin⁴⁸. Tämä kehys voisi perustua koko elinkaaren aikaisiin kasvihuonekaasupäästöihin⁴⁹ – ottaen huomioon teollisuuden aloitteilla jo kehitetyt CertifHy-menetelmät⁵⁰ – ja olla linjassa kestäviä investointeja koskevan EU:n luokitusjärjestelmän kanssa. Erityisillä toisiaan täydentävillä tavoilla, joilla alkuperätakuuta ja kestävyysertifikaatteja jo käytetään uusiutuvia energialähteitä koskevan direktiivin yhteydessä, voidaan helpottaa kustannustehokkainta tuotantoa ja EU:n laajuista kauppaa.

Kun on kyse sähköpohjaisesta vedystä, uusiutuvien energialähteiden kasvava osuus sähköntuotannossa yhdessä sen kanssa, että päästökauppajärjestelmässä asetetaan katto sähkön hiilidioksidipäästöille koko EU:ssa, johtaa ajan mittaan hiilidioksidipäästöjen vähenemiseen tuotantoketjun alkupäässä samalla, kun vedyn käyttö korvaa fossiilisia polttoaineita tuotantoketjun loppupäässä loppukäyttöaloilla. Sähkön hiilidioksidipäästöt ovat

⁴⁷ Viittaa ainoastaan metaanin reformointiin höyryllä.

⁴⁸ Uusiutuvia energialähteitä koskevan direktiivin mukaan sähköverkkoon kytketyistä laitoksista tuotettu vety (vaikka uusiutuvan sähkön osuus olisi pieni) voidaan tilastollisesti laskea 100-prosenttisesti uusiutuvaksi edellyttäen, että tietyt edellytykset täyttyvät, kuten käytetyn uusiutuvan sähkön lisäisyys. Komissio aikoo esittää vuonna 2021 delegoidun säädöksen, jossa edellytykset vahvistetaan.

⁴⁹ Ks. energijärjestelmän integrointistrategia COM(2020) 299 final.

⁵⁰ CertifHy esimerkiksi asettaa kasvihuonekaasujen elinkaari-päästöille kynnyksarvon, joka perustuu nykyiseen päästökauppajärjestelmän vertailuarvoon ja uusiutuvia energialähteitä koskevasta direktiivistä johdettuun päästövähennystavoitteeseen.

jatkossakin oleellinen kysymys vedyntuotantoa edistävissä strategioissa, koska pitäisi välttää sitä, että sähköntuotantoa sinänsä tuetaan välillisesti; sähköä olisi voitava käyttää vedyntuotantoon varsinkin silloin, kun verkossa on runsaasti uusiutuvista energialähteistä tuotettua sähköä. Kun on kyse fossiilipohjaisesta vedystä, johon liittyy hiilidioksidin talteenotto, komissio aikoo puuttua maakaasun tuotannon ja kuljetuksen aikana syntyviin metaanipäästöihin tuotantoketjun alkupäässä ja ehdottaa lieventäviä toimenpiteitä osana tulevaa EU:n metaanistrategiaa.

Vedyn käytön laajentamista tukeva toimintapoliittinen tukikehys

Kannustavan toimintapoliittisen tukikehityksen on mahdollistettava se, että uusiutuva ja –siirtymävaiheessa – vähähiilinen vety edistää hiilestä irtautumista mahdollisimman alhaisin kustannuksin, minkä ohella siinä on otettava huomioon muut tärkeät näkökohdat, kuten teollisuuden kilpailukyky ja sen arvoketjuvaikutukset energiasjärjestelmän kannalta. EU:lla on jo valmiina perusedellytykset vedyn käyttöä tukevalle toimintapoliittiselle kehitykselle, kuten uusiutuvia energialähteitä koskeva direktiivi, päästökauppajärjestelmä sekä *Next Generation EU* -välineen, ilmastotavoitesuunnitelman 2030 ja teollisuuspolitiikan myötä välineet ja taloudelliset resurssit kestävän elpymisen vauhdittamiseksi.

Päästökauppajärjestelmä tarjoaa markkinapohjaisena välineenä jo nyt teknologianeutraalit, EU:n laajuiset kannustimet kustannustehokkaaseen hiilestä irtautumiseen kaikilla sen piiriin kuuluvilla sektoreilla hiilen hinnoittelun avulla. Vahvempi päästökauppajärjestelmä, jonka soveltamisalaa mahdollisesti laajennetaan vihreän kehityksen ohjelmassa esitetysti, lujittaa asteittain tätä roolia. Lähes kaikki nykyinen fossiilipohjaisen vedyn tuotanto kuuluu päästökauppajärjestelmän piiriin, mutta asianomaisten toimialojen⁵¹ katsotaan olevan alttiina merkittävälle hiilivuodon riskille, minkä vuoksi niille myönnetään maksutta 100 prosenttia päästöoikeuksien vertailuarvoista. Kuten päästökauppadirektiivissä säädetään⁵², maksutta jaettavien päästöoikeuksien vertailuarvo päivitetään vaihetta 4 varten. **Päästökauppajärjestelmän tulevan tarkistuksen** yhteydessä komissio voi harkita, miten uusiutuvan ja vähähiilisen vedyn tuotantoa voitaisiin edistää lisäkannustimilla ottaen asianmukaisesti huomioon hiilivuodolle alttiisiin toimialoihin liittyvä riski. Jos erot ilmastotoimien tavoitetasoissa säilyvät maailman eri alueiden välillä, komissio aikoo ehdottaa hiilivuodon riskin pienentämiseksi hiilidioksidipäästöjen tullimekanismia vuonna 2021 linjassa WTO:n sääntöjen kanssa ja tarkastella myös seurannaisvaikutuksia vedyn kannalta.

Koska uusiutuvan ja vähähiilisen vedyn käyttöä on laajennettava ennen kuin se on kustannuskilpailukykyistä, **tukijärjestelmiä tarvitaan todennäköisesti** jonkin aikaa edellyttäen, että kilpailusääntöjä noudatetaan. Yhtenä mahdollisena politiikkavälineenä on luoda tarjouskilpailujärjestelmiä **hiilen hinnanerosopimusten** (Carbon Contracts for Difference, CCfD) tekemiseksi. Tällainen pitkäaikainen sopimus julkisen vastapuolen kanssa eksplisiittisesti korvaisi sijoittajalle hiilidioksidin toteutushinnan (*strike price*) ja päästökauppajärjestelmän käyvän hiilidioksidihinnan välisen eron, mikä kaventaisi hintakuilua⁵³ verrattuna perinteiseen vedyntuotantoon. Hiilen hinnanerosopimuksia voidaan pilottivaiheessa käyttää nopeuttamaan nykyisen vedyntuotannon korvaamista jalostamoissa,

⁵¹ Erityisesti jalostamot ja lannoitetuotanto.

⁵² Direktiivi (EU) 2018/410.

⁵³ Sopimus eksplisiittisesti kattaisi hiilidioksidin toteutushinnan ja päästökauppajärjestelmän käyvän hiilidioksidihinnan välisen eron.

lannoitetuotannossa ja **matalahiilisessä ja kiertotalousperiaatteiden mukaisessa teräksen ja peruskemikaalien tuotannossa** sekä tukemaan vedyn ja siitä tuotettujen polttoaineiden, kuten **ammoniakin**, käyttöä merenkulussa ja synteettisten vähähiilisten polttoaineiden käyttöä ilmailussa. Tämä voitaisiin toteuttaa EU:n tai kansallisella tasolla, myös päästökauppajärjestelmän innovaatorahaston tuella. Tällaisten toimenpiteiden oikeasuhteisuus ja niiden markkinavaikutukset olisi arvioitava huolellisesti varmistaen, että toimenpiteet ovat sopuosoinnussa energia-alaa ja ympäristönsuojelua koskevien valtiontukisuuntaviivojen kanssa.

Lisäksi voitaisiin harkita **suoria ja avoimia markkinapohjaisia tukijärjestelyjä**, joista uusiutuvan vedyn tarkoituksiin osoitettaisiin tukea tarjouskilpailujen kautta. Markkinoille soveltuvaa tukea olisi koordinoitava avoimilla, tehokkailla ja kilpailullisilla vedyn ja sähkön markkinoilla, joiden antamat hintasignaalit palkitsevat elektrolyysilaitoksia niiden energiajärjestelmälle tarjoamista palveluista (esim. joustopalvelut, uusiutuvan energian tuotantotasojen nostaminen ja uusiutuviin energialähteisiin liittyvistä kannustimista aiheutuvan rasituksen väheneminen).

Kaiken kaikkiaan tämä lähestymistapa mahdollistaa sen, että kysyntää ja tarjontaa voidaan tukea eriytetysti sen mukaan, minkä tyyppisestä vedystä on kysymys ja mikä on kulloisenkin jäsenvaltion lähtötaso, ja linjassa valtiontukipolitiikan kanssa. Uusiutuvan ja vähähiilisen vedyn tuotantolaitoksiin ja -teknologioihin, kuten elektrolyysilaitteistoihin, tehtäviin investointeihin voidaan hakea EU:n rahoitusta. Lisäksi uusiutuvaa ja vähähiilistä vetyä koskevien hiilen hinnanosopimusten avulla voitaisiin tarjota alkuvaiheen tukea varhaiselle käyttöönotolle eri aloilla, kunnes on saavutettu riittävä kypsyyssaste ja omaehtoinen kustannuskilpailukyky. Uusiutuvan vedyn osalta voidaan harkita myös suoria markkinapohjaisia tukijärjestelmiä ja kiintiöitä. Tämän pitäisi mahdollistaa vetyekosysteemin laajamittainen käynnistäminen koko EU:ssa tulevalla vuosikymmenellä, mikä johtaa täysimittaiseen kaupalliseen käyttöönottoon.

5. PUITTEIDEN LAATIMINEN VETYINFRASTRUKTUURILLE JA MARKKINASÄÄNNÖT

Infrastruktuurin rooli

Edellytyksenä vedyn laajalle käytölle energiankantajana EU:ssa on energiainfrastruktuurin saatavuus tarjonnan yhdistämiseksi kysyntään. Vetyä voidaan kuljettaa putkijohtojen kautta, mutta myös muita kuin verkkopohjaisia kuljetusvaihtoja käyttäen kulloistenkin teknisten mahdollisuuksien mukaan, esimerkiksi rekoilla tai laivoilla, jotka käyvät vetykäyttöön soveltuvissa LNG-terminaaleissa. Kuljetus voi tapahtua puhtaana kaasumaisena tai nestemäisenä vetynä tai sidottuna suurempiin molekyyliin (esim. ammoniakki tai nestemäiset orgaaniset vedynkantajat), jolloin kuljetus on helpompaa. Vetyä voidaan myös varastoida syklisesti tai kausittaisesti esimerkiksi suolaluoliin⁵⁴, jotta voidaan tuottaa sähköä huippukysynnän kattamiseksi, turvata vedyn toimitusvarmuus ja mahdollistaa elektrolyysilaitosten joustava toiminta.

⁵⁴ Yhdistyneessä kuningaskunnassa (Teesside, Yorkshire) brittiläinen yritys pitää yllä 1 miljoonan kuutiometrin varastoa puhdasta vetyä (95 % H₂:ta ja 3–4 % CO₂:ta) kolmessa suolaluolassa noin 400 metrin syvyydessä 50 baarin paineessa. Euroopan tekninen potentiaali varastoida vetyä suolaluoliin on noin 85 PWh (Caglayan *et al.*, 2020).

Vedyn infrastruktuuritarpeet riippuvat viime kädessä vedyn tuotannon ja kysynnän muotoutumisesta ja kuljetuskustannuksista, ja ne kytkeytyvät vedyn tuotannon eri kehitysvaiheisiin kasvaen merkittävästi vuoden 2024 jälkeen. Vähähiilisen vedyn ja synteettisten polttoaineiden tuotannossa voidaan tarvita infrastruktuuria, joka tukee hiilidioksidin talteenottoa, käyttöä ja varastointia. Edellä esitetyn vaiheittaisen lähestymistavan mukaisesti vedyn kysyntä voidaan ensi vaiheessa tyydyttää paikan päällä (paikallisista uusiutuvista lähteistä tai maakaasusta) tapahtuvalla tuotannolla teollisuusklustereissa ja rannikkoalueilla käyttämällä nykyisiä kahden pisteen välisiä yhteyksiä tuotantopaikasta kysyntäkeskukseen. Nykyiset niin sanottuja suljettuja jakeluverkkoja, erillisiä linjoja ja vapautuksia koskevat kaasu- ja sähkömarkkinoiden säännöt voivat tarjota suuntaviivoja tämän kysymyksen käsittelemiseksi⁵⁵.

Toisessa vaiheessa syntyisi paikallisia vetyverkostoja, jotka vastaisivat teollisuuden lisäkysyntään. Kysynnän kasvaessa on huolehdittava vedyn tuotannon, käytön ja kuljetuksen optimoinnista **Euroopan laajuisten energiaverkkojen (TEN-E) suuntaviivojen** tarkistuksen ja **kilpailukykyisiä vähähiilisiä kaasumarkkinoita koskevan sisämarkkinalaisäädännön** uudelleentarkastelun⁵⁶ yhteydessä. Kysynnän kasvu edellyttää todennäköisesti pidemmän välimatkan kuljetuksia, jotta voidaan varmistaa koko järjestelmän tehokkuus. Puhtaan vedyn markkinoiden yhteentoimivuus voi edellyttää yhteisiä laatustandardeja (esim. puhtausnormeja ja epäpuhtauksien raja-arvoja) tai sääntöjä valtioiden rajat ylittävälle toiminnalle.

Tähän prosessiin liittyen tarvitaan strategia, jolla pyritään vastaamaan liikenteen taholta tulevaan kysyntään huolehtimalla tankkausasemien verkostosta **vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuurista annetun direktiivin** uudelleentarkastelun ja **Euroopan laajuisen liikenneverkon (TEN-T) suuntaviivojen** tarkistamisen yhteydessä.

Koska pienlämpöarvoisen kaasun käytöstä on määrä luopua pian ja koska maakaasun kysyntä tulee vähenemään vuoden 2030 jälkeen, osia nykyisestä yleiseurooppalaisesta kaasuverkosta voitaisiin kohdentaa uuteen käyttöön, jotta laajamittainen vedyn kuljetus rajojen yli saisi käyttöönsä tarvitsemaansa infrastruktuuria. **Kohdentaminen uuteen käyttöön voi tarjota mahdollisuuden kustannustehokkaaseen energiasiirtymään, kun uutta, pelkästään vedylle rakennettua infrastruktuuria tarvitaan suhteellisen rajallisesti**⁵⁷.

Nykyiset maakaasuputket ovat kuitenkin usein sellaisten verkonhaltijoiden omistuksessa, joilla ei ole lupaa omistaa, käyttää tai rahoittaa vetyputkistoja. Jotta nykyistä verkko-omaisuutta voitaisiin kohdentaa uudelleen, sen tekninen soveltuvuus on arvioitava ja tällainen rahoitus ja toiminta tulisi mahdollistaa kilpailukykyisten vähähiilisten kaasumarkkinoiden sääntelykehityksen uudelleentarkastelun yhteydessä energiajärjestelmän kokonaisnäkökulma huomioiden. Pohjaksi investointipäätöksille tarvitaan johdonmukaista infrastruktuurisuunnittelua, joka perustuu esimerkiksi kymmenvuotisiin verkonkehittämissuunnitelmiin. Tällaisen suunnittelun tulisi myös tarjota tieto- ja kannustinpohjaa investoinneille, joita yksityiset sijoittavat tekevät elektrolyytilaitteistoihin

⁵⁵ Ks. direktiivin 2009/73/EY (EYVL L 211, 14.8.2009, s. 94) 28 ja 38 artikla ja direktiivin (EU) 2019/944 (EUVL L 158, 14.6.2019, s. 125) 7 ja 38 artikla.

⁵⁶ Maakaasun sisämarkkinoita koskevista yhteisistä säännöistä annetun direktiivin 2009/73/EY ja maakaasunsiirtoverkkoihin pääsyä koskevista edellytyksistä annetun asetuksen (EY) N:o 715/2009 uudelleentarkastelu.

⁵⁷ Esim. Saksan ja Alankomaiden vetyverkon odotetaan voivan koostua jopa 90-prosenttisesti uuteen käyttöön kohdennetusta maakaasuverkosta. Uuteen käyttöön kohdennetut putkistot ovat useissa tapauksissa jo paljolti olleet poistojen kohteena.

parhaissa kohteissa. Komissio aikoo tällä tavoin varmistaa, että vetyinfrastrukturi otetaan kaikilta osin mukaan infrastruktuurin suunnitteluun muun muassa Euroopan laajuisten energiaverkkojen suuntaviivojen tarkistuksen yhteydessä ja kymmenvuotisten verkonkehittämissuunnitelmien laadinnassa ja että myös tankkausasemien verkoston suunnittelu otetaan huomioon.

Sekoittamalla rajallinen osuus vetyä maakaasuverkkoon voidaan mahdollistaa uusiutuvan vedyn hajautettu tuotanto paikallisissa verkoissa siirtymävaiheessa⁵⁸. Sekoittaminen on kuitenkin tehottomampaa ja vähentää vedyn arvoa. Sekoittaminen muuttaa myös Euroopassa kulutettavan kaasun laatua ja voi vaikuttaa kaasuinfranktuurin suunnitteluun, loppukäyttäjien sovelluksiin ja järjestelmien yhteentoimivuuteen rajojen yli. Sekoittaminen voisi sen vuoksi tuoda hajanaisuutta sisämarkkinoille, jos naapurijäsenvaltiot hyväksyisivät sekoituksille erilaiset tasot ja virrat rajojen yli estyisivät. Tällaisiin tilanteisiin on tarpeen varautua arvioimalla laatumukautuksen teknistä toteutettavuutta ja kaasun laatueroihin liittyviä käsittelykustannuksia. Nykyiset kaasun laatustandardit – kansallisella ja CEN:n tasolla – olisi saatettava ajan tasalle. Voi myös olla tarpeen lujittaa välineitä rajat ylittävän koordinoinnin ja järjestelmien yhteentoimivuuden varmistamiseksi, jotta kaasuvirrat voisivat kulkea esteettömästi jäsenvaltioiden välillä. Nämä vaihtoehdot edellyttävät huolellista harkintaa sen suhteen, miten ne edistävät energijärjestelmän irtautumista hiilestä, sen lisäksi että niitä tarkastellaan taloudellisten ja teknisten vaikutusten kannalta.

Likvidien markkinoiden ja kilpailun edistäminen

Koska EU:n jäsenvaltioilla on erilaiset mahdollisuudet tuottaa uusiutuvaa vetyä, avoimet ja kilpailukykyiset EU:n markkinat, joilla käydään esteetöntä rajatylittävää kauppaa, tuovat merkittäviä etuja kilpailun, kohtuuhintaisuuden ja toimitusvarmuuden suhteen.

Siirtyminen **kohti likvidejä markkinoita**, joilla käydään hyödykepohjaista vetykauppaa, helpottaisi uusien tuottajien tuloa markkinoille ja edistäisi syvempää markkinaintegraatiota suhteessa muihin energiankantajiin. Se antaisi käyttökelpoisia hintasignaaleja investoinneille ja operatiivisille päätöksille. Nykyisenkaltaisia sääntöjä, jotka mahdollistavat sähkö- ja kaasumarkkinoita varten kehitetyt tehokkaat kaupalliset toiminnot, kuten pääsyn kauppapaikkoihin ja vakiomuotoiset tuotemääritelmat, voitaisiin harkita myös vetymarkkinoille, kun kilpailukykyisiä vähähiilisiä kaasumarkkinoita koskevaa lainsäädäntöä tarkastellaan uudelleen. Energiankantajien olennaiset erot on kuitenkin otettava tällöin huomioon.

Jotta voidaan helpottaa vedyn käyttöönottoa ja kehittää markkinoita, joilla myös uudet tuottajat voivat luoda toimitusyhteydet asiakkaisiin⁵⁹, **vetyinfrastruktuurin pitäisi olla kaikkien saatavilla** syrjimättömästi. Verko-operaattoreiden on pysyttävä neutraaleina, jotteivat markkinapohjaisten toimintojen edellytykset vääristyisi. Jotta voidaan vähentää kohtuutonta rasitetta markkinoille pääsyssä, on tarpeen kehittää säännöt kolmansien osapuolten verkkoon pääsystä ja selkeä ohjeistus elektrolyysilaitteistojen liittämisestä

⁵⁸ Tämä tarjoaisi luotettavan kuljetusreitit ja – yhdistettynä tukijärjestelmiin – takaisi tulovirran tuotannon käynnistysvaiheessa. Varsinkin jos elektrolysaattori sijaitsee optimaalisessa tuotantopaikassa eikä kysynnän läheisyydessä, riittävän vedynjakeluverkoston puuttuminen voi merkitä suurempaa investointia paikan päällä tapahtuvaan varastointiin ja/tai tuotannon rajoittamista.

⁵⁹ Euroopan sosiaalisten oikeuksien pilarin (periaate 20) mukaisesti teknologialla edistetään keskeisten palvelujen kohtuuhintaisuutta ja saatavuutta kaikille.

verkkoon sekä yksinkertaistaa lupamenettelyjä ja muita hallinnollisia menettelyjä. Selkeyttämällä nämä kysymykset jo tässä vaiheessa voidaan välttää uponneet investoinnit ja jälkikäteistoimista myöhemmässä vaiheessa aiheutuvat kustannukset.

Avoimet ja kilpailukykyiset EU:n markkinat, joilla hinnat heijastavat energiankantajien tuotantokustannuksia, hiilikustannuksia ja ulkoisia kustannuksia ja hyötyjä, tarjoaisivat tehokkaasti puhdasta ja turvallista vetyä loppukäyttäjille, jotka arvostavat sitä eniten⁶⁰. Jotta eri energiankantajien suhteelliset hinnat eivät vääristyisi, on varmistettava, että vetyä kohdellaan yhdenvertaisesti verrattuna muihin energiankantajiin⁶¹. Suhteellisten hintasignaalin luotettavuus mahdollistaa energian käyttäjille tietoon perustuvat päätökset siitä, mitä energiankantajaa he käyttävät missäkin, minkä lisäksi he voivat tehdä tehokkaita päätöksiä energiankulutuksen ja kuluttamatta jättämisen välillä, toisin sanoen investoida parhaalla mahdollisella tavalla energiatehokkuustoimenpiteisiin.

6. VETYTEKNIIKAN TUTKIMUKSEN JA INNOVOINNIN EDISTÄMINEN

EU on jo vuosien ajan tukenut vetyalan tutkimusta ja innovointia, alkujaan perinteisissä yhteistyöhankkeissa⁶² ja myöhemmin pääosin polttokenno- ja vety-yhteisyrityksen (FCH JU)⁶³ kautta. Näiden toimien ansiosta useat teknologiat ovat lähellä kypsyyssastetta⁶⁴, minkä lisäksi on kehitetty korkean profiilin hankkeita lupaavissa sovelluksissa⁶⁵. Toimet ovat pohjustaneet EU:n maailmanlaajuista johtoasemaa tulevaisuuden teknologioissa, kuten elektrolyysitekniikassa, vetytankkausasemissa ja megawattiluokan polttokennoissa. EU:n rahoittamat hankkeet ovat myös parantaneet ymmärrystä sovellettavasta lainsäädännöstä, jolla voidaan edistää vedyn tuotantoa ja käyttöä EU:ssa.

Jotta voidaan varmistaa Euroopan taloutta palveleva vedyn tarjontaketju päästä päähän, tutkimus- ja innovaatioponnisteluja tarvitaan lisää.

Ensinnäkin tuotannon puolella tämä merkitsee laajentamista suurempiin ja (kustannus)tehokkaampiin gigawattiluokan elektrolysaattoreihin, jotka massatuotantovalmiuksien ja uusien materiaalien turvin toimittavat vetyä suurille kuluttajille. Ensimmäisessä vaiheessa käynnistetään kuluvan vuoden aikana 100 MW:n elektrolyysilaitteistoa koskeva ehdotuspyyntö. Myös **alemman teknologisen valmiuden ratkaisuja** on kannustettava ja kehitettävä, kuten vedyntuotantoa merileivistä, veden hajottamisella auringonvalon avulla tai pyrolyysiprosesseilla, joiden sivutuotteena on kiinteä hiili. Kestävyyksivaatimukset on otettava näissä huomioon.

⁶⁰ Tämä olisi energiatehokkuus etusijalle -periaatteen mukaista.

⁶¹ Esimerkiksi vedyn tuotannosta tai muuntamisesta aiheutuvia energiahäviöitä ei pitäisi sosialisoida, jos tämä tuottaa aiheutonta etua muihin energiankantajiin verrattuna.

⁶² Ensimmäisiä esimerkkejä ovat vetybussien demonstrointi CUTE-hankkeissa (käynnistetty vuonna 2003) ja niiden seuraajissa HyFLEET:CUTE, jotka ovat edistyneet merkittävästi polttokenno- ja vetykäyttöisten käyttövoimateknologioiden demonstroinnissa.

⁶³ FCH JU on julkisen ja yksityisen sektorin kumppanuus, joka määrittelee yhteisen tutkimuslinjauksen eurooppalaiselle tutkimukselle ja teollisuudelle. Viimeisten kymmenen vuoden aikana EU on myöntänyt FCH JU:lle noin 900 miljoonan euron rahoituksen.

⁶⁴ Esim. linja-autot, henkilöautot, pakettiautot, käsittelyajoneuvot ja tankkausasemat.

⁶⁵ Esim. lentoliikenteen synteettiset polttoaineet, raideliikenteessä käytettävä vety ja meriliikenteen sovellukset.

Toiseksi infrastruktuuria on kehitettävä edelleen, jotta vetyä voidaan **jakaa, varastoida ja toimittaa suuria määriä** ja mahdollisesti pitkiä matkoja. **Nykyisen kaasuinfraktuurin kohdentaminen uuteen käyttöön** vedyn tai vetypohjaisten polttoaineiden kuljetusta varten vaatii niin ikään lisää tutkimusta, kehittämistä ja innovointia.

Kolmanneksi on kehitettävä pidemmälle **laajan mittakaavan loppukäyttösovelluksia** erityisesti **teollisuudessa** (esim. vedyn käyttö koksishiilen korvaamiseksi terästuotannossa tai uusiutuvan vedyn käytön lisääminen kemian- ja petrokemianteollisuudessa) ja **liikenteessä** (esim. raskaassa tieliikenteessä ja rautatie-, vesi- ja ilmaliikenteessä). Esinormatiivinen tutkimus, mukaan lukien turvallisuusulottuvuus, olisi suunniteltava siten, että se tukee käyttöönottosuunnitelmia ja parempia yhdenmukaistettuja standardeja.

Lisäksi tutkimusta tarvitaan poliittisen päätöksenteon tueksi useilla poikkileikkaavilla osa-alueilla, kohteinaan erityisesti **paremmat ja yhdenmukaistetut (turvallisuus)standardit** ja seuranta sekä yhteiskuntaan ja työmarkkinoihin kohdistuvien vaikutusten arviointi. On tarpeen kehittää luotettavia menetelmiä **vetyteknologioiden ja niihin liittyvien arvoketjujen ympäristövaikutusten arvioimiseksi**, mukaan lukien niiden elinkaaren aikaiset kasvihuonekaasupäästöt ja kestävyys. **Kriittisten raaka-aineiden** saannin turvaaminen on **materiaalien vähentämisen**, korvaamisen, uudelleenkäytön ja kierrätyksen rinnalla tärkeä kysymys ja edellyttää perusteellista arviointia, jossa otetaan huomioon materiaalien käyttöönoton ennakoitu kasvu tulevaisuudessa ja pyritään asianmukaisesti varmistamaan toimitusvarmuus ja korkea kestävyystaso Euroopassa.

Koordinoitua EU:n tutkimus- ja innovaatiotukea tarvitaan myös **laajamittaisiin suuren vaikutuksen hankkeisiin vedyn koko arvoketjun laajuudelta**. Tähän sisältyvät suuret (satojen megawattien) elektrolysaattorit, jotka on kytketty puhtaan sähköntuotantoon ja jotka toimittavat uusiutuvaa vetyä esimerkiksi teollisuusalueille tai vihreisiin lentoasemiin ja satamiin (vihreän kehityksen ohjelman ehdotuspyynnön mukaisesti) ja joilla teknologiaa voidaan testata todellisissa olosuhteissa.

Näihin haasteisiin vastaamiseksi komissio aikoo viedä eri toimenpitein eteenpäin tutkimusta, innovointia ja aiheisiin liittyvää kansainvälistä yhteistyötä⁶⁶, jotka tukevat energia- ja ilmastopolitiikan tavoitteita.

Tutkimuksen ja innovoinnin Horisontti Eurooppa -puiteohjelmassa on ehdotettu institutionaalista **puhtaan vedyn kumppanuutta**, jonka pääfokuksena on uusiutuvan vedyn tuotanto, siirto, jakelu ja varastointi ja eräät polttokennojen loppukäyttöteknologiat⁶⁷. Puhtaan vedyn kumppanuus tukee teknologioiden tutkimusta, kehittämistä ja demonstroitua markkinavalmiiksi, ja puhtaan vedyn alan allianssi kokoaa yhteen resursseja teollistamispyrkimysten mittakaavan ja vaikutuksen lisäämiseksi, jotta kustannuksia voidaan edelleen alentaa ja kilpailukykyä parantaa. Komissio ehdottaa myös, että vedyn loppukäyttöön kohdistuvan tutkimuksen ja innovoinnin tukea lisätään synergiassa Horisontti Eurooppa -puiteohjelmassa ehdotettujen tärkeiden kumppanuuksien kanssa avainsektoreilla,

⁶⁶ Kansainvälisistä tutkimus- ja innovaatiotoimista ks. jakso 7.

⁶⁷ Koska polttokenno- ja elektrolyysiteknikoilla on monia yhtäläisyyksiä

kuten liikenne⁶⁸ ja teollisuus⁶⁹. Tiivis yhteistyö näiden kumppanuuksien välillä tukisi vedyn toimitusketjujen kehittämistä ja yhdessä lisäisi investointeja.

Lisäksi **päästökauppajärjestelmän innovaatorahasto**, johon kootaan kaudella 2020–2030 yhteensä noin 10 miljardia euroa vähähiilisten teknologioiden tukemiseen, voi helpottaa innovatiivisten, lajissaan ensimmäisten vetytutkimusten teknologioiden demonstrointia. Rahasto voi vähentää merkittävästi suurten ja monimutkaisten hankkeiden riskejä ja tarjoaa näin ainutlaatuisen tilaisuuden valmistella tällaisia teknologioita laajamittaista käyttöönottoa varten. Rahaston ensimmäinen ehdotuspyyntö käynnistettiin 3. heinäkuuta 2020.

Komissio antaa myös kohdennettua tukea riittävien valmiuksien luomiseksi, jotta saadaan valmisteltua taloudellisesti järkeviä ja toteuttamiskelpoisia vetyhankkeita niiltä osin kuin tällaiset hankkeet nostetaan painopisteeksi kyseisissä kansallisissa ja alueellisissa ohjelmissa. Tässä voidaan käyttää erityiskanavia (esim. InnovFin-ohjelman energia-alan demonstraatiohankkeita ja InvestEU-ohjelmaa) mahdollisesti yhdistettynä neuvontaan ja tekniseen tukeen, jota saadaan koheesiopolitiikan piiristä, Euroopan investointineuvontakeskuksilta ja Horisontti Eurooppa -tutkimuspuiteohjelmasta. Esimerkiksi *Hydrogen Valleys* -kumppanuus⁷⁰ tukee jo innovoivia vetyekosysteemejä. Tulevalla rahoituskaudella aiotaan erityisellä alueidenvälisen innovoinnin investointivälineellä, johon liittyy vetyteknologioiden pilottitoimi hiili-intensiivisillä alueilla, tukea innovatiivisten arvoketjujen kehittämistä Euroopan aluekehitysrahaston puitteissa.

Lisäksi varmistetaan yhteistyö jäsenvaltioiden tutkimus- ja innovaatiotoimien kanssa strategisen energiateknologiasuunnitelman (SET-suunnitelman) painopisteiden⁷¹ mukaisesti. Tarkoitus on saada aikaan synergioita muiden välineiden kuten innovaatorahaston tai rakennerahastojen kanssa, jotta selvittäisiin nk. kuolemanlaakson yli lajissaan ensimmäisten demonstraatiohankkeiden avulla ottaen huomioon uusiutuvan ja vähähiilisen vedyn erilaiset mahdollisuudet eri puolilla EU:ta.

7. KANSAINVÄLINEN ULOTTUVUUS

Kansainvälinen ulottuvuus on olennainen osa EU:n lähestymistapaa. Puhdas vety avaa uusia **mahdollisuuksia suunnitella Euroopan energiakumppanuuksia uudelleen sekä naapurimaiden ja -alueiden** että kansainvälisten, alueellisten ja kahdenvälisen kumppaneiden kanssa, **monipuolistaa** tuontikanavia ja auttaa suunnittelemaan vakaita ja varmoja toimitusketjuja.

EU:lla on Euroopan vihreän kehityksen ohjelman ulkoisen ulottuvuuden mukaisesti strateginen intressi asettaa vety tärkeälle sijalle ulkoisissa energiapolitiittisissa linjauksissaan ja investoida jatkossakin kansainväliseen yhteistyöhön ilmastotoimien, kaupan ja tutkimuksen aloilla mutta myös laajentaa linjauksia uusille aloille.

⁶⁸ Esim. ehdotetut liikennealan tutkimus- ja innovaatiokumppanuudet, kuten 2Zero, Zero Emission Waterborne Transport ja Clean Aviation Horisontti Eurooppa -ohjelmassa vievät eteenpäin t&i-toimintaa liikenteen vetysovellusten osalta.

⁶⁹ Esimerkiksi puhdas teräs ja kiertotalousperiaatteiden mukaiset ja ilmastoneutraalit teollisuudenalat.

⁷⁰ Tätä tukee älykkään erikoistumisen strategiaan (S3) kuuluva teollisuuden modernisointiin tähtäävä foorumi.

⁷¹ Erityisesti ne SET-suunnitelman toimet, jotka koskevat vedyn käyttöä, kuten teollisuuteen, polttoaineisiin sekä hiilidioksidin talteenottoon, käyttöön ja varastointiin liittyvät toimet.

Vetyä koskeva kansainvälinen yhteistyö on vuosien ajan perustunut tutkimusalan yhteistyöhön. EU on Yhdysvaltojen ja Japanin kanssa kehittänyt kunnianhimoisimmat tutkimusohjelmat, joiden kohteina ovat vedyn arvoketjun eri osat. **Kansainvälinen vetytalouskumppanuus (IPHE)** luotiin ensimmäisenä välineenä tätä yhteistyötä varten.

Kiinnostus puhdasta vetyä kohtaan kasvaa nyt maailmanlaajuisesti. Useat maat kehittävät kunnianhimoisia tutkimusohjelmia kansallisten vetystrategioidensa mukaisesti⁷². Maailmaan onkin todennäköisesti syntymässä kansainväliset vetykaupan markkinat. Yhdysvallat ja Kiina investoivat massiivisesti vetytutkimukseen ja vetyteollisuuden kehittämiseen. Osa EU:n nykyisistä kaasuntoimittajista samoin kuin maat, joilla on vahva potentiaali hyödyntää uusiutuvia energialähteitä, harkitsevat mahdollisuuksia viedä uusiutuvista energialähteistä tuotettua sähköä tai puhdasta vetyä EU:hun. Esimerkiksi Afrikka runsaan uusiutuvan energiapotentiaalinsa vuoksi ja erityisesti Pohjois-Afrikka maantieteellisen läheisyytensä vuoksi omaa potentiaalia toimittaa EU:hun kustannuskilpailukykyistä uusiutuvaa vetyä⁷³, mikä edellyttäisi, että uusiutuvan sähköenergian tuotantoa otetaan käyttöön näissä maissa paljon nykyistä nopeammin.

Tässä yhteydessä EU:n olisi aktiivisesti edistettävä **puhtaaseen vetyyn liittyviä uusia yhteistyömahdollisuuksia naapurimaiden ja -alueiden kanssa. Näin voitaisiin edesauttaa niiden siirtymistä puhtaaseen energiaan ja edistää kestävää kasvua ja kehitystä.** Luonnonvaroihin, fyysisiin yhteenliittäntöihin ja teknologian kehitykseen liittyvistä syistä ensisijaisia kumppanimaita olisivat itäiset naapurimaat, erityisesti Ukraina, ja eteläiset naapurimaat. Yhteistyön pitäisi kattaa useita eri osa-alueita, kuten tutkimus ja innovointi, sääntelypolitiikka, suorat investoinnit sekä vedyn, sen johdannaisten ja vetyyn liittyvien teknologioiden ja palvelujen vääristymätön ja oikeudenmukainen kauppa. Teollisuuden arvioiden mukaan itäisissä ja eteläisissä naapurimaissa voitaisiin potentiaalisesti ottaa käyttöön 40 GW elektrolyytikapasiteettia vuoteen 2030 mennessä, mikä varmistaisi kestävä kaupan rajojen yli EU:n kanssa. Tämän tavoitteen saavuttamista ja uusiutuvan vedyn toimittamista merkittävänä määränä EU:hun tulisi tarkastella energia-alan yhteistyössä ja diplomatiassa.

Komissio aikoo tukea puhtaaseen vetyyn EU:n naapurimaissa tehtäviä investointeja käytettävissä olevista rahoitusvälineistä, kuten naapurisuuspolitiikan investointijärjestelystä, josta on vuosien ajan myönnetty projektirahoitusta tueksi kumppanimaiden siirtymiselle puhtaaseen energiaan. Komissio olisi myös valmis tukemaan kansainvälisten rahoituslaitosten uusia vetyyn liittyviä hanke-ehdotuksia mahdollisen yhteisrahoituksen muodossa kyseisen rahoitusta yhdistävän välineen kautta, esimerkiksi Länsi-Balkanin investointikehyksen⁷⁴ puitteissa.

Länsi-Balkanin maiden ja EU:n välillä tehdyt vakautus- ja assosiaatiosopimukset sekä **naapuruusmaiden** kanssa tehdyt assosiaatiosopimukset muodostavat poliittisen kehyksen näiden maiden osallistumiselle yhteisiin vetyalan tutkimus- ja kehitysohjelmiin EU:n kanssa. **Energiayhteisöllä ja liikenneyhteisöllä** on alueellisina ja kansainvälisinä alakohtaisina

⁷² Esim. Australia, Kanada, Norja, Etelä-Korea ja useat EU:n jäsenvaltiot.

⁷³ Tämä edellyttäisi, että uusiutuvan sähköenergian tuotantoa otetaan käyttöön näissä maissa paljon nykyistä nopeammin.

⁷⁴ Jonka varat tulevat liittymistä valmistelevan tukivälineen varoista sekä osallistuvilta kansainvälisiltä rahoituslaitoksilta.

yhteistyöfoorumeina olennainen tehtävä EU:n lainsäädännön, standardien ja puhtaan vedyn edistämisessä, myös uuden infrastruktuurin kuten tankkausverkostojen käyttöönotossa ja tarvittaessa nykyisten maakaasuverkkojen uudelleenkäytössä. Länsi-Balkanin maita ja Ukrainaa kannustetaan osallistumaan puhtaan vedyn alan allianssiin.

Eteläisen naapuruston kumppaneiden kanssa käytävät energia-alan vuoropuhelut auttavat määrittelemään ja viemään eteenpäin yhteistä linjausta ja yksilöimään hankkeita ja yhteisiä toimia. Yhteistyötä teollisuuden kanssa tulisi edistää myös alueellisilla yhteistyöfoorumeilla, joihin kuuluu ”*Observatoire Méditerranéen de l’Energie*”. Komissio aikoo tarkastella **Afrikan ja Euroopan vihreän energian aloitteen**⁷⁵ yhteydessä mahdollisuuksia tukea tietoisuutta puhtaan vedyn tarjoamista mahdollisuuksista julkisen ja yksityisen sektorin kumppaneiden keskuudessa, mukaan lukien yhteiset tutkimus- ja innovaatiohankkeet. Komissio aikoo myös harkita mahdollisia Euroopan kestävän kehityksen rahaston kautta rahoitettavia hankkeita⁷⁶.

Yleisemmin vety voitaisiin valtavirtaistaa osaksi EU:n kansainvälistä, alueellista ja kahdenvälistä energia-alan toimintaa ja diplomatiata sekä myös ilmasto-, tutkimus- ja kauppayhteistyötä ja muuta kansainvälistä yhteistyötä. Laaja yhteisymmärrys kansainvälisten kumppaneiden kanssa on ennakkoehto sille, että voidaan luoda edellytykset maailmanlaajuisille sääntöihin perustuville markkinoille, jotka edistävät turvattua ja kilpailukykyistä vedyn tarjontaa EU:n markkinoilla. Varhaiset toimet ovat avainasemassa, jotta voidaan estää markkinaesteiden syntyminen ja kaupan vääristyminen. Käynnissä olevan EU:n kauppapolitiikan uudelleentarkastelun yhteydessä arvioidaan, miten vetykaupan ja -investointien mahdolliset vääristymät ja esteet voidaan poistaa. Lisäksi voitaisiin helpottaa kahdenvälisiä vuoropuheluja, joilla edistetään EU:n sääntelyä, standardeja ja teknologiaa.

EU:n tulisi edistää **monenvälisillä foorumeilla** kansainvälisten standardien ja yhteisten määritelmien ja menetelmien laatimista, joiden avulla voidaan määritellä tuotetun ja loppukäyttöön siirretyn vedyn kokonaispäästöt yksikköä kohti sekä kansainvälisten kestävyyskriteerit. EU on jo tiiviisti mukana kansainvälisessä vetytalouskumppanuudessa (IPHE) ja mukana johtamassa uutta puhtaan vedyn missiota *Mission Innovation* -aloitteen ja puhtaan energian ministerikokousten (*Clean Energy Ministerial*) vetyaloitteen (CEM H2I) yhteydessä. Kansainvälistä yhteistyötä voitaisiin laajentaa myös kansainvälisten standardointielinten kautta ja Yhdistyneiden kansakuntien maailmanlaajuisesti sovellettavilla teknisillä määräyksillä (UN-ECE ja Kansainvälinen merenkulkujärjestö), mihin sisältyisi myös autoalan määräysten yhdenmukaistaminen vetyajoneuvojen osalta. Yhteistyö G20-ryhmässä sekä Kansainvälisen energijärjestön (IEA) ja Kansainvälisen uusiutuvan energian viraston (IRENA) kanssa luo uusia mahdollisuuksia kokemusten ja parhaiden käytäntöjen vaihtoon.

Jotta voidaan vähentää EU:n markkinatoimijoiden valuuttariskejä sekä tuonnin että viennin osalta, on tärkeää helpottaa strukturoitujen kansainvälisten vetymarkkinoiden kehittymistä eurovaluutassa. Koska vety on kehittymässä oleva markkinalohko, komissio aikoo määrittää

⁷⁵ Afrikan ja Euroopan vihreän energian aloite esiteltiin tiedonannossa *Tavoitteena kokonaisvaltainen EU–Afrikka-strategia*, JOIN(2020) 4 final, 9.3.2020.

⁷⁶ Euroopan kestävän kehityksen rahastosta (EKKR) tuetaan Afrikkaan ja EU:n naapurimaihin suunnattuja investointeja, joilla autetaan panemaan täytäntöön YK:n Agenda 2030 -toimintaohjelma ja sen kestävän kehityksen tavoitteet sekä Pariisin ilmastopimus.

vertailuarvon (benchmark) vedyllä käytäville euromääräisille liiketoimille, mikä osaltaan vahvistaa euron asemaa kestävän energian kaupassa.

8. PÄÄTELMÄT

Uusiutuva ja vähähiilinen vety voi osaltaan vähentää kasvihuonekaasupäästöjä vuoteen 2030 mennessä ja tukea EU:n talouden elpymistä. Se edistää keskeisellä tavalla ilmastoneutraalia ja päästötöntä taloutta vuoteen 2050 mennessä korvaamalla fossiilisia poltto- ja raaka-aineita sektoreilla, joilla irtautuminen hiilestä on vaikeaa. Uusiutuva vety tarjoaa myös ainutlaatuisen mahdollisuuden viedä eteenpäin tutkimusta ja innovointia, ylläpitää ja kasvattaa Euroopan teknologista johtotasemaa ja luoda talouskasvua ja työpaikkoja koko arvoketjun laajuudelta ja koko unionissa.

Tämä edellyttää kauaskantoista ja hyvin koordinoitua politiikkaa kansallisella ja Euroopan tasolla sekä energia- ja ilmastoalan diplomaattista työtä kansainvälisten kumppaneiden kanssa. Nyt käsillä oleva strategia kokoaa yhteen politiikan eri toimintalinjat, joissa kysymyksiä tarkastellaan koko arvoketjun pituudelta teollisuuden, markkinoiden ja infrastruktuurin kannalta, tutkimus- ja innovaatioperspektiivistä sekä kansainvälisessä ulottuvuudessa. Tavoitteena on luoda ympäristö, joka mahdollistaa vedyn tarjonnan ja kysynnän laajentamisen ilmastoneutraalin talouden tueksi. Komissio pyytää parlamenttia, neuvostoa, muita EU:n toimielimiä, työmarkkinaosapuolia ja kaikkia sidosryhmiä keskustelemaan siitä, miten vedyn potentiaalia voidaan hyödyntää talouden irrottamiseksi hiilestä ja talouden kilpailukyvyn lisäämiseksi tässä tiedonannossa esiteltyjen toimien pohjalta.

KESKEISET TOIMET

Investointiohjelma EU:lle

- Kehitetään eurooppalaisen **puhtaan vedyn alan allianssin** kautta investointiohjelma vedyn tuotannon ja käytön edistämiseksi ja luodaan konkreettinen hankejatkumo (vuoden 2020 loppuun mennessä).
- Tuetaan puhtaaseen vetyyn tehtäviä **strategisia investointeja** komission elpymissuunnitelman puitteissa, erityisesti **InvestEU-ohjelmaan kuuluvan strategisten eurooppalaisten investointien ikkunan kautta (vuodesta 2021)**.

Kysynnän lisääminen ja tuotannon laajentaminen

- Ehdotetaan toimenpiteitä komission tulevassa **kestävän ja älykkään liikkuvuuden strategiassa** ja siihen liittyvissä politiikka-aloitteissa, jotta voidaan helpottaa vedyn ja sen johdannaisten käyttöä liikennealalla (2020).
- **Tarkastellaan mahdollisuuksia tukea uusiutuvaa vetyä lisätoimenpiteillä, mukaan lukien kysyntäpuolen strategiat loppukäyttöaloilla**, uusiutuvia energialähteitä koskevan direktiivin nykyisten säännösten pohjalta (kesäkuuhun 2021 mennessä).

- Pyritään ottamaan käyttöön yhteinen vähähiilisuuden raja-arvo/standardi vedyntuotantolaitosten edistämiseksi niiden koko elinkaaren aikaisten kasvihuonekaasuarvojen perusteella (kesäkuuhun 2021 mennessä)
- Pyritään ottamaan käyttöön **kattava terminologia ja Euroopan laajuiset kriteerit** uusiutuvan ja vähähiilisen vedyn **sertifiointia** varten (kesäkuuhun 2021 mennessä).
- Kehitetään pilottivaiheena – mahdollisuuksien mukaan EU:n tasolla – **hiilen hinnanosopimusten käyttöönotto-ohjelma**, erityisesti jotta voidaan tukea matalahiilistä ja kiertotalousperiaatteiden mukaista teräksen ja peruskemikaalien tuotantoa.

Mahdollistavan tukikehyksen suunnittelu: tukijärjestelmät, markkinasäännöt ja infrastruktuuri

- **Käynnistetään vetyinfrastruktuurin suunnittelu** muun muassa Euroopan laajuisissa energia- ja liikenneverkoissa ja kymmenvuotisissa verkonkehittämissuunnitelmissa (2021) ottaen huomioon myös tankkausasemien verkoston suunnittelu.
- Nopeutetaan **eri tarkoituksiin tarvittavan tankkausverkoston käyttöönottoa** vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuurista annetun direktiivin ja Euroopan laajuisesta liikenneverkosta (TEN-T) annetun asetuksen tarkistamisen yhteydessä (2021).
- Suunnitellaan **markkinasäännöt, jotka mahdollistavat vedyn käyttöönoton**, muun muassa poistamalla esteet tehokkaalta vetyinfrastruktuurin kehittämiseltä (esim. sitä kautta, että infrastruktuuria kohdennetaan uuteen käyttöön) ja varmistamalla vedyntuottajien ja asiakkaiden pääsy likvideille markkinoille ja kaasun sisämarkkinoiden eheys lainsäädännön tulevien tarkistusten yhteydessä (esim. kilpailukykyisiä vähähiilisiä kaasumarkkinoita koskevan lainsäädännön uudelleentarkastelu) (2021).

Vetytekniikan tutkimuksen ja innovoinnin edistäminen

- **Käynnistetään 100 MW:n elektrolyysilaitteistoa ja vihreitä lentoasemia ja satamia koskevat ehdotuspyynnöt** Euroopan vihreän kehityksen ohjelman ehdotuspyyntöjen yhteydessä Horisontti 2020 -puiteohjelmassa (vuoden 2020 kolmas neljännes).
- Käynnistetään ehdotettu **puhtaan vedyn kumppanuus**, jossa keskitytään uusiutuvan vedyn tuotantoon, varastointiin, kuljetukseen ja jakeluun ja tärkeimpiin komponentteihin puhtaan vedyn ensisijaisessa loppukäytössä kilpailukykyiseen hintaan (2021).
- Ohjataan **keskeisten pilottihankkeiden kehittämistä vedyn arvoketjujen tukemiseksi** koordinoitusti SET-suunnitelman kanssa (vuodesta 2020 eteenpäin).
- Helpotetaan innovatiivisten vetyperusteisten teknologioiden demonstrointia **päästökauppajärjestelmän innovaatorahaston** ehdotuspyyntöjen avulla (ensimmäinen ehdotuspyyntö heinäkuussa 2020).
- Käynnistetään **koheesiopolitiikan puitteissa** ehdotuspyyntö pilottihankkeesta, joka koskee **alueidenvälistä innovointia** vetyteknologian alalla hiili-intensiivisillä alueilla (2020).

Kansainvälinen ulottuvuus

- **Vahvistetaan EU:n johtoasemaa kansainvälisillä foorumeilla vetyalan teknisten standardien, sääntöjen ja määritelmien osalta.**
- **Kehitetään vetyalan missiota** Mission Innovation -aloitteen seuraavan mandaatin yhteydessä (MI2).
- Edistetään uusiutuvaan sähköön ja vetyyn liittyvää yhteistyötä **eteläisen ja itäisen naapuruston kumppaneiden ja energiayhteisön maiden, erityisesti Ukrainan,** kanssa.
- Luodaan **uusiutuvan vedyn alan yhteistyöprosessi Afrikan unionin kanssa** Afrikan ja Euroopan vihreän energian aloitteen yhteydessä.
- Määritetään **vertailuarvo (benchmark) euromääräisille liiketoimille** vuoteen 2021 mennessä.