

VETY- JA POWER-TO-X-HANKKEET

KAAVOITTAJAN JA HANKETOIMIJAN KÄSIKIRJA

RAPORTTI, 31.5.2024

RAMBOLL

LAPPEENRANTA

innokaupungit

ETELÄ-
KARJALAN
LIITTO



Euroopan unionin
osarahoittama

Sisällys

| | |
|---|----|
| ALUKSI | |
| 1. JOHDANTO..... | 4 |
| Johdanto..... | 5 |
| OSA I | |
| 2. TEKNOLOGIAT LOPPUTUOTTEITTAIN..... | 7 |
| Vety..... | 8 |
| Synteettinen metaani..... | 12 |
| Metanoli | 14 |
| Ammoniakki..... | 16 |
| Hiilivedyt Fischer Tropsch -synteetillä..... | 18 |
| Synteettinen lentopolttoaine..... | 20 |
| Hiilidioksidi..... | 21 |
| Ruokaproteiinit..... | 25 |
| Muut..... | 26 |
| 3. ARVOKETJUT JA LOPPUTUOTEMARKKINA..... | 28 |
| Vety ja P2X-tuotannon arvoketju..... | 29 |
| Vetytalous..... | 30 |
| 4. SKENAARIOT JA ASiantuntijatarkastelut..... | 33 |
| Vedyn kysyntä Euroopassa..... | 34 |
| Vedyn kysyntä Suomessa..... | 35 |
| Vedyn siirtoinfrastruktuurin kehitys Suomessa..... | 36 |
| Vihreän siirtymän investoinnit..... | 38 |
| 5. OHJEET KAAVOITTAJALLE..... | 39 |
| Ohjeet laitossuunnitteluun ja kaavoitukseen..... | 40 |
| Vedyn käsittelyn ja varastoinnin turvallisuus..... | 41 |
| Kaavamerkinnot..... | 42 |
| OSA II | |
| 6. KAAVOITUS- JA LUPAPROSESSIT..... | 45 |
| Menettely- ja lupaprosessin lainsäädäntökehikko 2024..... | 46 |
| Lainsäädäntö muuttuu..... | 48 |
| YVA-tarve ja liitännäiset muihin menettelyihin..... | 49 |
| Maankäyttöä ja rakentamista ohjaava järjestelmä..... | 50 |
| Lisätietoa kaavatasoista..... | 51 |
| Kaavoituksen käynnistäminen ja prosessin kulku..... | 53 |
| Ympäristölupa..... | 55 |
| Vesitalouslupa ja kemikaaliturvallisuuslupa..... | 56 |
| Muut luvat ja maankäyttöön liittyvät säädökset..... | 57 |
| Mahdollisia sopimuksia..... | 58 |

Sisällys (2)

| | |
|--|----|
| 7. VETYHANKKEISIIN SOVELTUVAT JA SOVELTUMATTOMAT ALUEET..... | 59 |
| Tuotantolaitosten sijoittaminen..... | 60 |
| Hankealueen valinta, arviointi ja rakennusvalmiuteen saattaminen | 61 |
| Esimerkinomainen aluekortti..... | 62 |
| 8. OSALLISUUS JA VIESTINTÄ..... | 65 |
| Vuorovaikutus hankkeissa..... | 66 |
| Vuorovaikutuksen menetelmiä..... | 67 |
| Laajan vuorovaikutuksen edut hankkeelle..... | 68 |
| 9. OHJEET HANKETOIMIJALLE..... | 69 |
| Ohjeet hanketoimijalle..... | 70 |
| LOPUKSI | |
| 10. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET..... | 72 |
| Johtopäätökset..... | 73 |
| LÄHTEET..... | 75 |

ALUKSI

1. JOHDANTO



Johdanto

Tämä ”Kaavoittajan käsikirja”-työnimellä laadittu raportti on käsikirjamainen opas uusiutuvan energian ja sähkön perustuvan power-to-x- eli P2X-talouden hankkeiden parissa työskenteleville. Opas on tarkoitettu niin yrityksissä kuin kuntasektorillakin maankäytön suunnittelusta vastuussa oleville tahoille. Lähtökohtana on oppaan avulla nopeuttaa ja selkeyttää uusiutuvan energian investointien toteutumista kaavoituksen ja lupamenettelyn näkökulmasta.

Oppaan tekeminen on osa Lappeenrannan-Imatran kaupunkiseudun Vihreän sähköistämisen ekosysteemisopimusta, jolla tuetaan alueen innovaatioveitoista kasvua, kilpailukykyä ja elinvoimaa. Niin itäiseen Suomeen kuin muuallekin Suomeen tarvitaan investointeja, puhdasta energiaa (ns. vihreää vetyä tuottavat laitokset tulevat tarvitsemaan toimiakseen paljon uusiutuvaa sähköntuotantoa) ja toimiva energian siirtoverkosto vauhdittamaan talouden ja työllisyyden kasvua. Sujuvalla luvituksella on erittäin keskeinen merkitys siinä, miten Suomi onnistuu houkuttelemaan vety-, akku- ja muita P2X -talouden investointeja alueilleen. Myös EU:n sääntelyn ennakoitavuudesta on tärkeä huolehtia, jotta suunnitelmat saadaan muutettua konkreettisiksi investoinneiksi.

Käsikirjan ensimmäisessä osassa kuvataan vety- ja P2X-teollisuuden laitokset, arvoketjut, lopputuote-

lmarkkinat ja alan tärkeimmät skenaariot – eli käytännössä kerrotaan, mitä kaavoittajan olisi hyvä tietää prosesseista ja investoinnista.

Toisessa osassa kerrotaan kaavoitusprosessista, hankkeissa tarvittavista rakennus- ja ympäristöluvista sekä lupa-, YVA- ja kaavoitusmenettelyiden suhteesta toisiinsa, neuvotaan näiden yhteen sovittamisen aikatauluttamisessa, annetaan ohjausta myös osallistamisen ja onnistuneen hankeviestinnän toteutustapoihin ja käytäntöihin liittyen sekä arvioidaan mahdollisuudet pitkien paikallisten arvoketjujen kasvattamiseen – siis kerrotaan investointia toteuttaville hanketoimijoille, mitä heidän puolestaan olisi tärkeää tietää kaavoituksesta ja luvituksesta.

Lisäksi oppaassa kuvataan hankkeiden tärkeimmät reunaehdot sekä niiden perusteella hankkeiden sijainneiksi potentiaalisten alueiden ominaisuudet ja rajoitteet eli sijaintipaikkakriteerit, ja annetaan esimerkki näiden kriteerien perusteella hankkeelle soveltuvan alueen ns. aluekortista.

Oppaan on laatinut Lappeenrannan kaupungin tilauksesta Ramboll Finland Oy. Tilaajan pääyhteyshenkilönä on toiminut asiantuntija Hanna Saira. Konsultin työtä on lisäksi ollut ohjaamassa ympäristöjohtaja Ilkka Räsänen.

Ramboll Finland Oy:n puolella työn laatimisesta on vastannut seuraava työryhmä (vastuualueineen):

Arkkitehti Kirsikka Siik (projektin johto, maankäytön ja kaavoituksen prosessit ja lainsäädäntö, selvityksen vastuullinen laatija)

DI Samuel Rintamäki (arvoketjut)

DI Sami Hirvonen (energia, teknologiat)

KTM & DI Sami Ruotsalainen (skenaariot, investoinnit)

DI Eero Parkkola (luvitut)

Ins. AMK Henna Leppänen (vetyhankkeiden kaavoitus)

FM Lari Jaakkola (aluekortin kokoaminen)

Arkkitehti Else Luotinen (oppaan ulkoasu)

OSA I

2. TEKNOLOGIAT LOPPUTUOTTEITTAIN

- yleiskuvaukset
- teknologiakortit

Vety ja sen luokittelu tuotantomuodoittain ⁽¹⁾

- Vety on väritön, hajuton ja erittäin helposti syttyvä kaasu.
- Puhdas vety ei itsessään ole myrkyllistä, mutta suurina määrinä hengitettynä se voi korvata hapen osuuden keuhkoissa, jolloin se voi aiheuttaa äkillisen tukehtumisen.
- Vedyllä ei ole todettu olevan haitallisia vaikutuksia ympäristöön.
- Vetyä voidaan valmistaa monella tavalla. Tuotantotapa ja sen ympäristöystävällisyyttä voidaan kuvata vedyn eri väreillä (ks. oheinen taulukko).
- Vetyä voidaan käyttää raaka-aineena, polttoaineena ja energiavarastona. Tällä hetkellä vedyn suurin käyttäjä on öljynjalostus- ja kemiateollisuus.
- Tulevaisuudessa erityisesti uusiutuvalla energialla tuotetun vihreän vedyn ja sen jatkojalostustuotteiden käyttö tulee kasvamaan. Uusia käyttökohteita vihreälle vedylle ovat esimerkiksi:
 - Terästeollisuus
 - Jatkojalostus vähäpäästöisiksi polttoaineiksi
 - Energiavarastointi
 - Liikenne

| | |
|-----------------------------|--|
| Vihreä vety | Vety tuotetaan vedestä elektrolyysillä , jonka tarvitsema energia saadaan uusiutuvista lähteistä (kuten aurinko-, tuuli- tai vesivoima). |
| Pinkki/violetti vety | Vedyn tuotannon tarvitsema energia tuotetaan ydinenergialla . Ydinvoimaa voidaan hyödyntää joko sähkön (tavanomainen elektrolyysi), lämmön tai molempien muodossa. Ydinvoimasta (GEN IV tyypillisistä reaktoreista) saatavalla lämmöllä voidaan tuottaa kuumaa vesihöyryä, josta saadaan kiinteäoksidielektrolyysissä (SOEC) vetyä. |
| Turkoosi vety | Fossiilista raaka-aineista , kuten maakaasusta (metaani) , pyrolyysillä tuotettu vety, jossa sivutuotteena syntyy hiilimustaa. Turkoosi vety voi olla lähes päästötöntä, jos prosessiin käytettävä energia on tuotettu uusiutuvilla energialähteillä. |
| Sininen vety | Fossiilista raaka-aineista tuotettu vety, jonka hiilidioksidipäästöjä pyritään vähentämään hiilen talteenotolla ja varastoinnilla. |
| Harmaa vety | Kivihilestä, maakaasusta tai metaanista höyryreformoinnilla tuotettu vety . Höyryreformointi on tällä hetkellä globaalisti tuotetun vedyn päätuotantotapa ja se tuottaa CO ₂ -päästöjä noin 800 miljoonaa tonnia vuosittain. Harmaan vedyn tuotannossa syntyviä CO ₂ -päästöjä ei oteta talteen vaan ne vapautuvat ympäristöön. |
| Valkoinen vety | Luonnollinen vety geologisissa esiintymissä . Valkoinen vety on melko uusi löytö. Alueita ja niiden potentiaalia kartoitetaan. Vetyä on havaittu esiintyvän luonnostaan geologisesti erilaisilla alueilla. Syntyprosesseja tutkitaan vielä, mutta useita prosesseja on tunnistettu. |

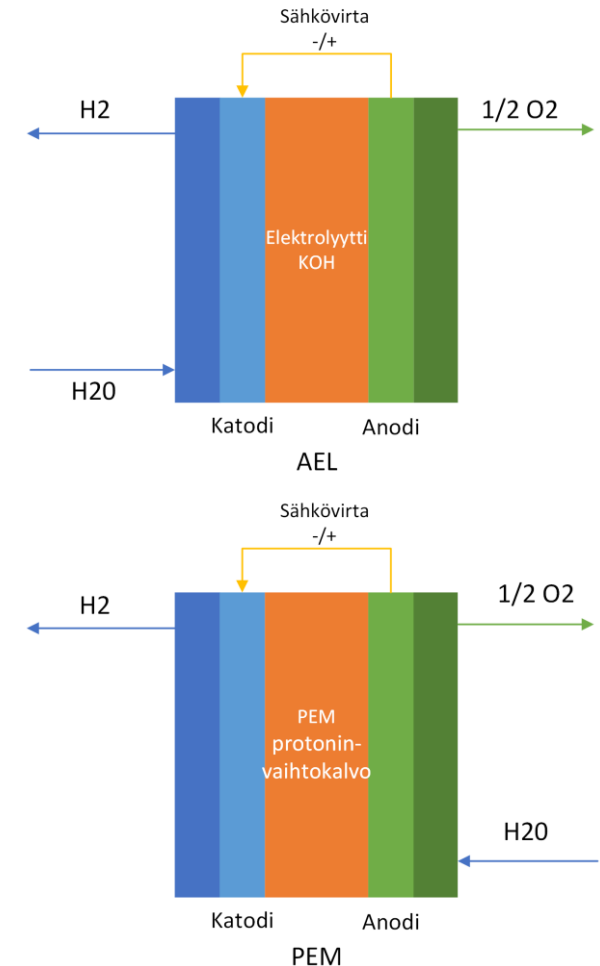
Kuva 1: Vety voidaan luokitella sen tuotannollisen alkuperän mukaan.

Vihreä vety

Yleiskuvaus

- Vetyä voidaan tuottaa sähkö-, bio- ja lämpökemiallisin menetelmin. Tällä hetkellä lähes kaikki vety tuotetaan lämpökemiallisesti maakaasusta ja hiilestä, jolloin tuotantoprosessissa vapautuu paljon CO₂-päästöjä.
- Nousevana teknologiana vedyntuotannossa on veden (H₂O) hajottaminen vedyksi (H₂) ja hapeksi (O₂) elektrolyysissä käyttäen sähköä.
$$2 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2 \text{H}_2 + \text{O}_2$$
- Elektrolyysissä syntyvää vetyä kutsutaan vihreäksi vedyksi, kun sen käyttämä sähkö on peräisin uusiutuvista lähteistä, kuten tuuli-, aurinko- ja vesivoima. Vedyn vihreys vaaditaan EU:n RED III regulaatiossa kun vedystä valmistetaan synteettisiä polttoaineita ja kemikaaleja.
- Elektrolyysitekniikoista yleisimpiä ovat AEL (Alkaline electrolysis) ja PEM (Proton-Exchange Membrane) sekä uutena teknologiana SOEC (Solid Oxide Electrolyser). Muut tekniikat ovat vielä tutkimusvaiheessa.
- Elektrolyysi käyttää paljon sähköä. Yhden vetykilon valmistus vaatii laitoksessa n. 45-55 kWh sähköä ja n. 9 litraa ultrapuhdasta vettä. Sähköstä noin 20-30 % muuttuu hukkalämmöksi. Sähkön-tarve ja hukkalämmön määrä vaihtelee teknologioittain ja tulee parantumaan tulevaisuudessa.

- Vetylaitos on modulaarinen ja eikä sillä ole tiukkoja vaatimuksia tontin muodolle. Laitosten tilantarve-ennuste vuonna 2030⁽²⁾:
 - AEL: Pienemmät laitokset (10 MW) vaativat noin 142 m²/MW. Suuremmat laitokset (1000 MW) vaativat noin 99 m²/MW.
 - PEM: Pienemmät laitokset (10 MW) vaativat noin 101 m²/MW. Suuremmat laitokset (1000 MW) vaativat noin 45 m²/MW.
 - SOEC: Pienemmät laitokset (1 MW) vaativat noin 283 m²/MW. Suuremmat laitokset (100 MW) vaativat noin 108 m²/MW.
- Liikenteellisen yhteyden täytyy olla soveltuva raskaalle liikenteelle. Muutoin laitoksella ei ole erityisiä logistiikkayhteysvaatimuksia.
- Laitos vaatii raakaveden lähteen, sähköyhteyden ja jäteveden purkumahdollisuuden.
- Vetylaitosten suojaetäisyydet määritetään aina tapauskohtaisesti. Varastojen korkea paine kasvattaa suojaetäisyyksiä.
- Vaikutukset ympäristöön
 - Melu on normaalisti pientä. Kompessorit voivat aiheuttaa melua.
 - Vedenpuhdistusprosessin rejektiveden epäpuhtauksien konsentraatio on suurempi kuin raakavedessä.



Kuva 2: PEM ja AEL- elektrolyysin toimintaperiaate

Milloin vety ja synteettiset polttoaineet määritellään uusiutuvaksi energiaksi?

- Elektrolyysillä valmistettu vety ei aina täytä uusiutuvan vedyn määritelmää. Vedyn luokitteluun vaikuttaa moni säädös ja asetus, joista keskeisin on uusiutuvan energian direktiivi RED III sekä sen täydentävät delegoidut asetukset⁽³⁾
- EU:n kesäkuussa 2023 hyväksymän delegoidun asetus:
 - Määrittelee ehdot milloin vety, vetypohjaiset tai muut energiakuljettimet voivat lukeutua ei-biologista alkuperää olevaksi uusiutuvaksi polttoaineeksi (RFNBOs)
 - Mikä määritellään uusiutuvaksi energiaksi
- Säännösten tarkoituksena on varmistaa että elektrolyysillä valmistettu vihreä vety ja siitä jalostettavat RFNBO-polttoaineet ovat valmistettuja uusiutuvalla sähköllä
- RFNBO-polttoaineiden täytyy täyttää kolme kriteeriä:
 1. käytöstä tulisi saavuttaa vähintään 70% kasvihuonekaasu päästövähennys
 2. Hiilidioksidi (CO₂) on peräisin sallitusta lähteestä
 3. Käytetty sähkö täyttää uusiutuvan sähkön kriteerit

Kaikki tuotantolaitoksen tuottama vihreä vety ja RFNBO-polttoaineet lasketaan uusiutuviksi jos:

1. Uusiutuva energiantuotanto (esim. tuulivoima) on kytketty suoraan tuotantolaitokseen ja
 1. Uusiutuvan energian tuotantolaitos aloittaa toiminnan samaa aikaa tai jälkeen kun polttoaineen tuotantolaitos (aikaisintaan 36 kk)
 2. Uusiutuvan energian tuotantolaitos ei ole yhteydessä verkkoon
2. Tai käytetään verkkosähköä, mutta voidaan osoittaa verkkosähkön olevan uusiutuvaa ja se täyttää delegoidun asetuksen säännöt. Keskeisimpiä kriteerejä:
 - Täydentävyys/lisäisyysperiaate: uusiutuvan energian tuotannon käyttöönotto <36kk ennen RFNBO:n tuotantoa ja PPA-sopimus
 - Verkkosähkön päästöintensiteetti <18 gCO₂eq/MJ (= 65gCO₂eq/kWh) + PPA + maantieteellinen & ajallinen korrelaatio + taseselvitykset
 - Yli 90% verkkosähköstä on uusiutuvaa.
- Suomen verkkosähkön tuotannon uskotaan jäävän tulevaisuudessa alle päästörajoituksen
 - Riippuen ajallisen korrelaation mittausvälistä. Tulee lyhentymään kalenterivuoden keskiarvosta 1h ajanjaksoon.

- Jos verkkosähkö ei täytä asetuksen kriteerejä, vain osa tuotantolaitoksen vedystä ja polttoaineesta katsotaan uusiutuvaksi.



Kuva 3: RFNBO-polttoaineille asetetut kriteerit voidaan jakaa karkeasti kolmeen osaan.

TEKNOLOGIAKORTTI

Vihreä vety

YLEISKUVAUS

Vihreää vetyä valmistetaan elektrolyysissä hajottamalla sähkövirralla vettä hapeksi ja vedyksi.

Vedyllä on hyvin monta käyttötarkoitusta.

Vety on helposti syttyvä ja ilmaa kevyempi näkymätön kaasu. Vedyn nesteytys vaatii paljon energiaa.

LOPPUTUOTTEET

Vety

Sivutuotteena syntyvä happi vapautetaan yleensä ympäristöön tai hyötykäyttöön, jos sille löytyy käyttökohde.

Hukkalämpö, 35-70 °C lämpötilassa. Voidaan lauhduttaa ilmaan tai veteen, tai hyötykäyttää esim. kaukolämmöksi.

Sähköliitanta

Laitosten liitettävyyys on aina tapauskohtaista.

Fingridin 400 kV kytkinlaitokseen yli 250 MW. Alle 250 MW laitokset Fingridin 110 kV ja 220 kV kytkinlaitokseen.

Fingridin 110 kV johtoliitännät tapauskohtaisesti, liitettävä muuntajateho korkeintaan 40 MW. Paikalliseen 20 kV keskijänniteverkkoon tapauskohtaista, enintään n. 10 MW.

LAITOKSET

Tilantarve-ennuste vuonna 2030 kokoluokasta ja tekniikasta riippuen:

AEL 142-99 m²/MW

PEM 101-45 m²/MW

SOEC 283-108 m²/MW

Turvaetäisyydet määritetään tapauskohtaisesti.

RAAKA-AINEET

Yhden vetykilon valmistus vaatii 45-55 kWh sähköä ja 9 litraa ultrapuhdasta vettä.

Laitoksella käsitellään myös tyyppiä (N) ja valitusta elektrolyysitekniikasta riippuen mahdollisesti kaliumhydroksidia eli kalilipeää (KOH) tai natriumhydroksidia (NaOH).

LOGISTIIKKA JA INFRA

Raskaan liikenteen pitää päästä paikalle.

Laitos vaatii sähköliitännän ja raakavesilähteen

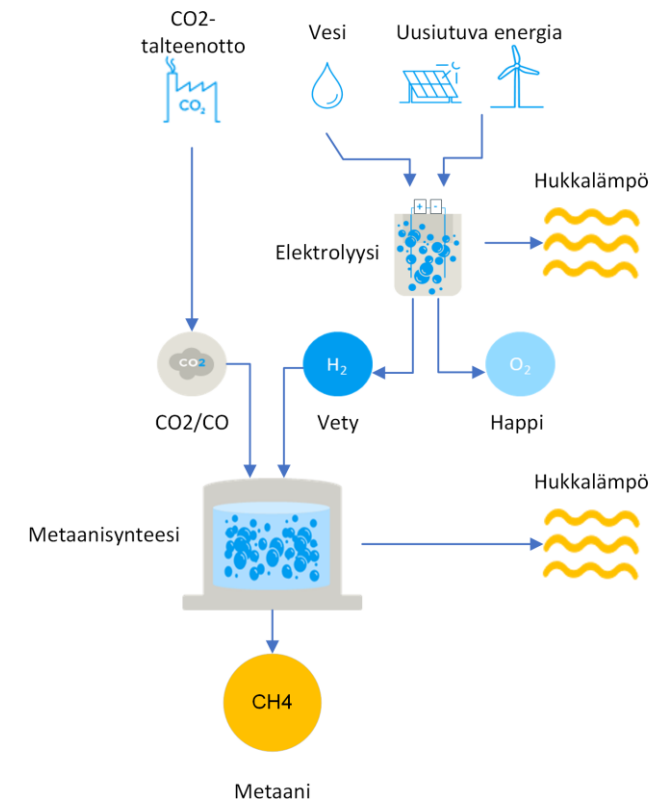
Mahdollinen yhteys vetykaasuputkistoon, jos sellainen on saatavilla tulevaisuudessa

Synteettinen metaani (SNG, Synthetic Natural Gas)

Yleiskuvaus

- Synteettinen metaani on yksi vihreästä vedystä valmistettava synteettinen hiilivety, joka on ominaisuuksiltaan identtinen fossiilisen metaanin (maakaasun) kanssa.
- Power-to-Gas -prosessissa synteettinen metaani syntyy sabbatier-reaktiossa metanoimalla vetyä ja hiiltä joko synteetikaasun (1) kautta tai suoraan hiilidioksidista (2):
 1. $\text{CO} + 3 \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$
 2. $\text{CO}_2 + 4 \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CH}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$
- Katalyyttisessä metanoinnissa reaktio tapahtuu kiinteän katalyytin avulla korkeassa lämpötilassa.
- Biologisessa metanoinnissa mikrobit hapettavat CO₂:ta ja vetyä metaaniksi matalassa lämpötilassa ja paineessa.
- Biokaasulaitoksilla metaanin tuotantoa voidaan tehostaa syöttämällä vihreää vetyä suoraan biokaasureaktoriin tai lisäämällä sitä erillisessä metanointireaktorissa biokaasun sekaan.
- Molemmista reaktiossa syntyy paljon lämpöä ja vettä. Lämpö täytyy jatkuvasti lauhduttaa pois prosessista esimerkiksi ympäristöön (veteen/ilmaan), syöttää kaukolämpöverkkoon tai muuhun hyötykäyttöön.
- Turvallisuusvaatimukset ja –vaikutukset ovat verrattavissa maakaasuun.

- Laitos rakentuu suuremmista yksiköistä, mikä mahdollistaa askelittaisen skaalauksen.
- Biologisen metanointi tilantarve pienissä laitoksissa on 100-1000 m² / MW metaania⁽⁴⁾ ilman vedyntuotantoa.
- Katalyyttinen metanointi vaatii vähemmän tilaa. Pieni pilottilaitos mahtuu merikonttiin. Suurempi 4-12 MW laitos vaatii noin 500 m² tai noin 42-125 m² / MW metaania⁴ ilman vedyntuotantoa.
- Laitos vaatii raskaan liikenteen kulkuyhteyden metaanin poisviennille ja mahdollisesti hiilidioksidin tuonnille.
- Laitos vaatii sähköliitännän ja raakavesilähteen
- Mahdollinen yhteys maakaasuputkistoon
- Suojaetäisyydet
 - Kemikaalilaitoksien suojaetäisyys aina tapauskohtaista.
 - Gasgrid on määritellyt suojaetäisyydet maakaasuputkille ja niiden osille.
- Vaikutukset ympäristöön
 - Hukkalämmön jäähdytys veteen tai ilmaan
 - Jätevesi; vedenpuhdistuksen rejektivesi ja metanointiprosessista syntyvä jätevesi.
 - Melu on normaalisti pientä. Kompressorit voivat aiheuttaa melua.



Kuva 4: Yksinkertaistettu synteettisen metaanin tuotantoprosessi.

TEKNOLOGIAKORTTI

Synteettinen metaani

YLEISKUVAUS

Synteettinen metaani korvaa fossiilista maakaasua. Maakaasulla on useita käyttötarkoituksia energiantuotannossa, kemianteollisuudessa ja liikenteessä.

Synteettistä metaania voidaan valmistaa biologisella tai katalyyttisellä metanoinnilla. Metanointi voi olla yhdistettynä biokaasulaitokseen.

LOPPUTUOTTEET

Synteettinen metaani (CH₄) kaasuna tai nesteytettynä

Lämpö, joka voidaan käyttää kaukolämpönä. Metanointitekniikka määrittää lämpötilatason ja lämmönmäärän.

Jätevesi

Elektrolyysistä syntyy happea

LAITOKSET

Biologisen metanoinnin tilantarve pienissä laitoksissa on 100-1000 m² / MW metaania. Katalyyttinen metanointi vaatii vähemmän tilaa. Pieni pilottilaitos mahtuu merikonttiin. Suurempi 4-12 MW laitos vaatii noin 500 m². Tilantarve arviot eivät sisällä vedyntuotantoa.

Turvaetäisyydet määritetään tapauskohtaisesti. Maakaasuputkistolle on määritetty suojaetäisyydet.

RAAKA-AINEET

Hiilidioksidi tai hiilimonoksidi

Vety

Mahdollinen jäähdytysvesi

Sähkö

LOGISTIIKKA

Raskaan liikenteen pitää päästä paikalle.

Laitos vaatii sähköliitännän ja raakavesilähteen

Mahdollinen yhteys maakaasuputkistoon

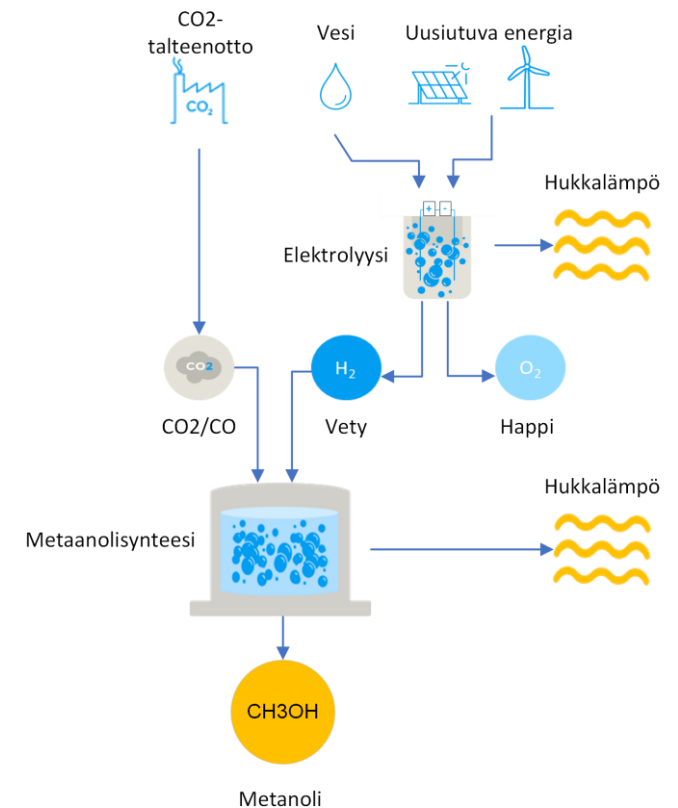
Mahdollinen yhteys vetykaasuputkistoon, jos sellainen on saatavilla tulevaisuudessa

Metanoli

Yleiskuvaus

- Metanoli on yleisesti käytetty lähtöaine kemianteollisuudessa. Sitä käytetään myös liottimena, jäätymisenestoaineena ja polttoaineena.
- Power-to-Liquid prosessissa e-metanoli syntyy vihreän vedyn ja hiilen reaktiossa. Reaktio voi tapahtua usealla tavalla, kuten metanolin suoralla synteesillä tai metanoli synteesi synteesikaasun avulla. Metanolin suoran synteesin reaktio on:
$$\text{CO}_2 + 3 \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$$
- Reaktio tapahtuu katalyytin avulla noin 200 – 300 °C ja 50 – 100 bar olosuhteissa. Reaktiossa vapautuu lämpöenergiaa, jota on mahdollista käyttää hyödyksi kaukolämpönä.
- Reaktion jälkeen metanoli erotetaan vedestä ja puhdistetaan mahdollisista sivutuotteista.
- Metanoli on helposti syttyvä, palava neste. Se on myrkyllistä ihmiselle. Metanolia ei luokitella ympäristölle vaaralliseksi. Se haihtuu nopeasti. Suurina määrinä maahan kaatuessaan se voi kuitenkin kulkeutua pohjaveteen, koska se ei sitoudu maa-ainekseen.

- Laitos rakentuu suuremmista yksiköistä, mikä mahdollistaa askelittaisen skaalauksen.
- Power-to-Liquid laitosten tilantarve vaihtelee. Laitoksen, joka tuottaa 300 tonnia metanolia päivässä, tilantarpeen on arvioitu olevan 4000 m² ilman elektrolyyseriä ja hiilidioksidin talteenottoa.⁽⁵⁾
- Laitos vaatii raskaan liikenteen kulkuyhteyden metanolin poisviennille ja mahdollisesti hiilidioksidin tuonnille.
- Laitos vaatii sähköliitännän ja raakavesilähteen
- Kemikaalilaitosten suojaetäisyys määritellään aina tapauskohtaisesti.
- Vaikutukset ympäristöön
 - Hukkalämmön jäähditys veteen, ilmaan tai kaukolämmöksi.
 - Jäteveden seassa voi olla pieniä määriä metanolia tai muita sivutuotteita
 - Kaasumaisia päästöjä kuten hiilidioksidia, vetyä, inerttikaasuja, haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (VOC) ja purge-kaasuja, kuten reagoimattomia prosessin raaka-aineita. Päästöt käsitellään tyypillisesti soihduttamalla/termisesti.
 - Melu on normaalisti pientä. Kompessorit voivat aiheuttaa melua.



Kuva 5: Yksinkertaistettu e-metanolin tuotantoprosessi.

TEKNOLOGIAKORTTI

Metanoli

YLEISKUVAUS

Metanoli on yleisesti käytetty kemikaali kemianteollisuudessa ja polttoaineena.

Metanolia valmistetaan reagoimalla vetyä ja hiilidioksidia katalyytin avulla.

Metanoli on helposti syttyvä, palava neste, joka on myrkyllistä ihmiselle.

LOPPUTUOTTEET

Metanoli (CH₃OH) neste

Jätevesi

Inerttikaasut ja mahdolliset sivutuotteet kuten korkeammat alkoholit, esterit, eetterit ja ketonit

Lämpö (voidaan hyödyntää kaukolämpönä)

Elektrolyysistä syntyvä happi

LAITOKSET

Laitoksen, joka tuottaa 300 tonnia metanolia päivässä, tilantarpeen on arvioitu olevan 4000 m². Tilantarve arviot ilman vedyntuotantoa ja hiilidioksidin talteenottoa.

Turvaetäisyydet määritetään tapauskohtaisesti.

RAAKA-AINEET

Hiilidioksidi tai hiilimonoksidi

Vety

Sähkö

Vesi tai höyry

LOGISTIIKKA

Raskaan liikenteen pitää päästä paikalle.

Laitos vaatii sähköliitännän ja raakavesilähteen

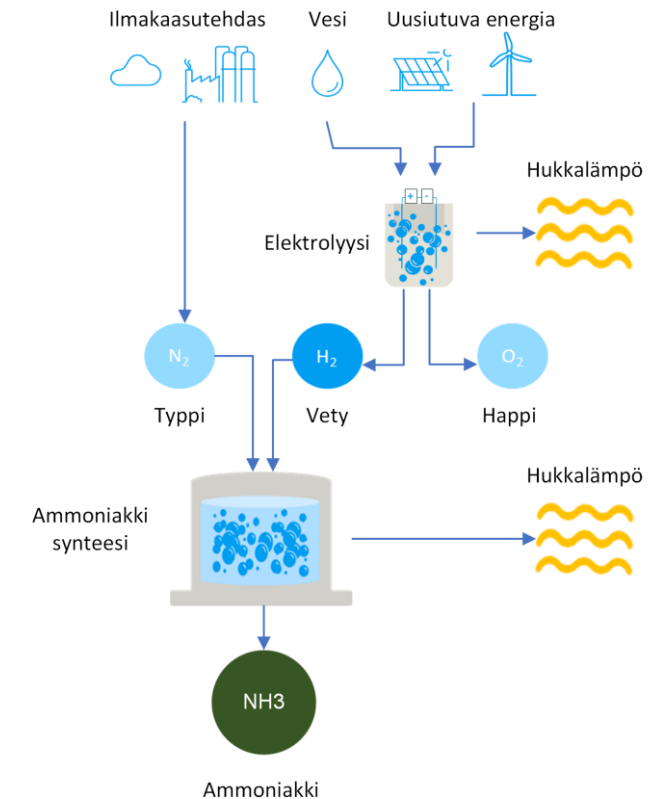
Mahdollinen yhteys vetykaasuputkistoon, jos sellainen on saatavilla tulevaisuudessa

Ammoniakki

Yleiskuvaus

- Ammoniakin (NH_3) valmistus perustuu Haber-Bosch -prosessiin, jossa yhdistetään vetyä (H_2) ja typpeä (N_2) korkeassa paineessa (~200 bar) ja lämpötilassa (~500 °C).
- Typpi erotetaan ilmasta ilmakehätehtaassa (Air Separation Unit, ASU), jonka yhteydessä syntyy happea ja argonia sivutuotteina.
- Ammoniakin tuotannossa käytetään yleensä fossiilista vetyä; vedyntuotanto elektrolyysillä tekee lopputuotteesta vihreää ammoniakkia.
- Ammoniakki on elintärkeä kemikaali tyyppilannoitteiden valmistuksessa. Sitä käytetään myös mm. kemianteollisuudessa, kylmälaitteissa ja tulevaisuudessa polttoaineena.
- Ammoniakki on väritön, voimakkaasti pistävän hajuinen, erittäin ärsyttävä ja myrkyllinen kaasu.
- Vaarallisuuteen vaikuttaa pitoisuus ilmassa. Oireita aiheuttava kaasupilvi voi kulkeutua satoja metrejä ilmassa.
- Vesielämyrkyllisyyden perusteella ammoniakki on luokiteltu ympäristölle vaaralliseksi.
- Ammoniakki ei ole helposti syttyvää, mutta voi aiheuttaa räjähdysvaaran ilman kanssa.
- Laitos rakentuu suuremmista yksiköistä, mikä mahdollistaa asteittaisen skaalauksen.

- Tilantarpeen arviointi on epävarmaa ja vaihtelevaa. Päivässä 1390 tonnia ammoniakkia tuottava laitteisto vaatii karkeasti noin 1,5 ha (150 m x 100 m).⁽⁶⁾ Tilantarve arvio ilman vedyntuotantoa.
- Laitos vaatii raskaanliikenteen tieyhteyden.
- Laitos vaatii sähköliitännän. Vedyntuotanto vaatii raakavesilähteen.
- Ammoniakkia voidaan varastoida ja kuljettaa paineenalaisena nesteytettynä tai jäädytettynä alle -33 °C:een normaalissa ilmanpaineessa.
- Suojaetäisyydet
 - Kemikaalilaitoksien suojaetäisyys aina tapauskohtaisesti.
 - Ammoniakkikylmälaitoksille, joissa ammoniakin määrä on alle 10 tonnia, on Tukes määrittänyt suojaetäisyydet.
- Vaikutukset ympäristöön
 - Prosessista syntyy paljon lämpöä eri lämpötiloissa. Matalalämpöinen lämpö voidaan siirtää kaukolämpöverkkoon ja korkealämpöinen lämpö höyryntuotantoon.
 - Prosessissa syntyy pieniä purge-aineiden jäämiä, jotka sisältävät ammoniakkia. Päästöt käsitellään tyypillisesti soihduttamalla/termisesti.



Kuva 6: Yksinkertaistettu vihreän ammoniakin tuotantoprosessi.

TEKNOLOGIAKORTTI

Ammoniakki

YLEISKUVAUS

Vihreä ammoniakki valmistetaan vihreästä vedystä ja typestä, joka voidaan ottaa talteen ilmasta.

Ammoniakki on tärkeä raaka-aine typpilannoitteiden valmistuksessa, kemianteollisuudessa ja tulevaisuudessa polttoaineena.

LOPPUTUOTTEET

Ammoniakki (NH₃) kaasuna tai nesteenä

Happi ja Argon

Hukkalämpö joka voidaan hyödyntää esim. kaukolämpönä

Höyry

LAITOKSET

Ammoniakki on erittäin myrkyllinen ihmisille ja vesieläimille.

Tilantarpeen arviointi on epävarmaa ja vaihtelevaa.

RAAKA-AINEET

Typpi (ilma)

Vety

Mahdollinen jäähdytysvesi

Sähkö

LOGISTIIKKA

Raskaan liikenteen pitää päästä paikalle.

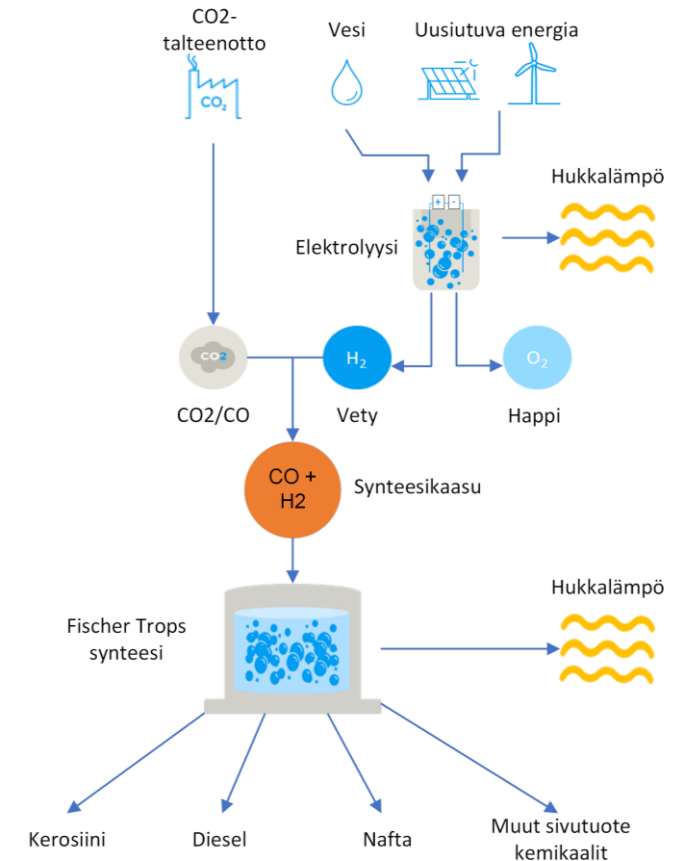
Laitos vaatii sähköliitännän ja raakavesilähteen

Mahdollinen yhteys vetykaasuputkistoon, jos sellainen on saatavilla tulevaisuudessa

Fischer Tropsch -synteesi

Yleiskuvaus

- Fischer Tropsch (FT) -synteessillä muutetaan synteetikaasua, hiilimonoksidin (CO) ja vedyn (H_2) seosta, erilaisiksi hiilivedyiksi. Prosessissa käytetään katalyyttiä, ja se tapahtuu 150 - 300 °C lämpötilassa ja 5-30 bar paineessa.
- Synteetikaasu voidaan valmistaa vihreästä vedystä ja talteenotetusta hiilidioksidista. Vaihtoehtona on myös biomassan kaasutus.
- Lopputuotevalikoima on laaja ja vastaa öljynjalostusta. Valittu katalyytti ja prosessiolosuhteet määrittävät lopputuotteiden jakauman. Prosessista syntyy aina useita sivutuotteita ja lämpöä. Haluttu lopputuote vaatii fraktiointia ja jalostusta kaupalliseksi tuotteeksi.
 - Lopputuotteita on esimerkiksi: bensiini, diesel, kerosiini (lentopolttoaine), olefiinit, vahat, muovit, BTX (aromaattiset hiilivedyt) ja liuottimet.
- Kaupallisia FT-laitoksia on vain muutama. Vihreän vedyn ja FT-synteessin yhdistämisestä on pilottihankkeita, mutta ei vielä suuria kaupallisia laitoksia.
- Tilantarpeen arviointi on hyvin epävarmaa. Pienten laitosten tilantarve voi olla luokkaa 10-20 ha. Suuremmat laitokset vastaavat öljyjalostamoinvestointia ja voivat vaatia satoja hehtaareja.
- Laitos vaatii raskaanliikenteen tieyhteyden lopputuotteiden poisviennille ja mahdollisesti hiilidioksidin tuonnille.
- Laitos vaatii sähköliitännän ja raakavesilähteen
- Kemikaalilaitoksien suojaetäisyys aina tapauskohtaista.
- Vaikutukset ympäristöön
 - Prosessista syntyy paljon lämpöä, joka täytyy lauhduttaa ympäristöön tai hyödyntää kaukolämpönä.



Kuva 7: Yksinkertaistettu kuvaus Fischer Tropsch tuotantoprosessista.

TEKNOLOGIAKORTTI

Fischer Tropsch -synteesi

YLEISKUVAUS

Fischer Tropsch –synteessissä hiilimonoksidi ja vety muunnetaan erilaisiksi nestemäisiksi hiilivedyiksi. Prosessilla voidaan tuottaa fossiilisen öljyn korvikkeita.

LOPPUTUOTTEET

Prosessista syntyy useita eripituisia hiilivetyjä lopputuotteina. Lopputuotteita voidaan jalostaa esimerkiksi bensiiniksi, dieseliksi, kerosiiniksi, muoveiksi ja voiteluaineiksi.

Prosessista syntyy paljon lämpöä

Elektrolyysistä syntyvä happi

Jätevesi

LAITOKSET

Tilantarpeen arviointi on epävarmaa.

Pienen laitoksen tilantarve voi olla luokkaa 10-20 ha.

Suuremmat laitokset vastaavat öljyjalostamoinvestointia ja voivat vaatia satoja hehtaareja.

RAAKA-AINEET

Hiilidioksidi tai hiilimonoksidi

Vety

Sähkö

Vesi tai höyry

Jatkojalostuksen mahdolliset lisäaineet

LOGISTIIKKA

Raskaan liikenteen pitää päästä paikalle.

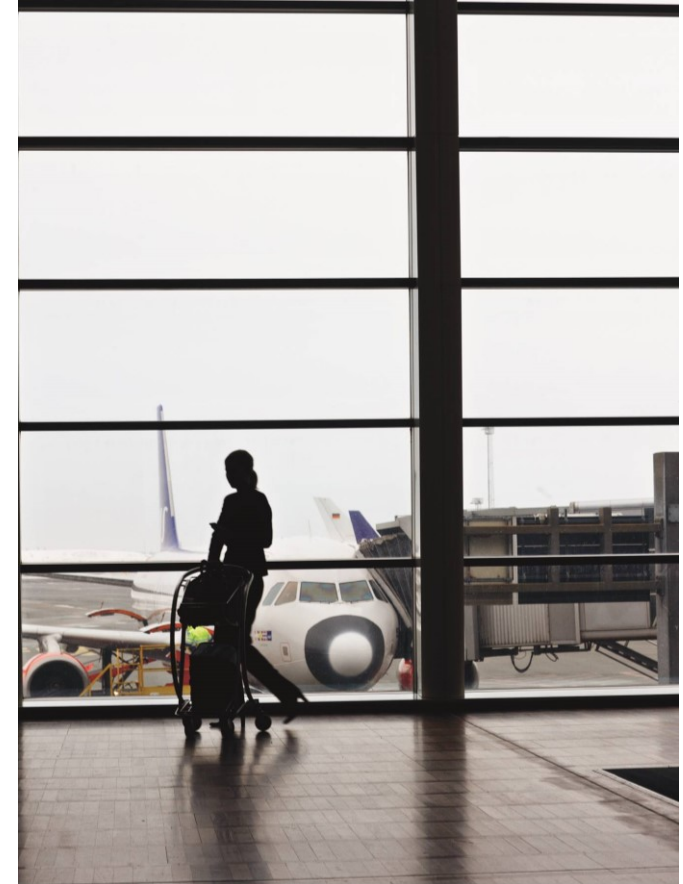
Laitos vaatii sähköliitännän ja raakavesilähteen

Mahdollinen yhteys vetykaasuputkistoon, jos sellainen on saatavilla tulevaisuudessa

Synteettinen kestävä lentopolttoaine (e-SAF, RFNBOs)

Yleiskuvaus

- Synteettinen uusiutuva lentokerosiini (eSAF) valmistetaan vihreästä vedystä, biopohjaista hiilidioksidista (tai -monoksidista) ja lisäaineista. Power-to-Jet fuel –prosessi voidaan tuottaa eri tavoilla, kuten:
 - Fischer Tropsch –synteesi -> parafiinit -> jatkokprosessit
 - Metanoli -> olefiinit -> jatkokprosessit
 - Isosynteesi -> isobuteeni -> jatkokprosessit
- Teknologiat ovat pääosin tutkimusvaiheessa. Pieniä pilotteja käytössä ja suunnitteilla. Suurin mittakaavan kaupallisia laitoksia ei ole toiminnassa.
- Tulevaisuudessa eSAF-osuus lentopolttoaineessa tulee kasvamaan asteittain EU sääntelyn myötä. Vuoteen 2040 mennessä vaaditaan 2 %:n osuus ja vuoteen 2050 mennessä 17 %⁽⁷⁾ lentopolttoaineiden kokonaiskulutuksesta.
- Ympäristö- ja turvallisuusvaikutusten oletetaan vastaavan fossiilista lentopolttoainetta. Lentopolttoaine on syttyvä neste.
- Tilantarpeen arviointi on hyvin epävarmaa. Pienten laitosten tilantarve voi olla luokkaa 10-20 ha.
- Suuremmat laitokset vastaavat öljyjalostamoinvestointia ja voivat vaatia satoja hehtaareja.
- Laitos vaatii raskaan liikenteen kulkuyhteyden eSAF:n poisviennille ja mahdollisesti hiilidioksidin tuonnille.
- Laitos vaatii sähköliitännän ja raakavesilähteen
- Kemikaalilaitosten suojaetäisyys määritetään aina tapauskohtaisesti.
- Vaikutukset ympäristöön
 - Prosessista syntyy paljon lämpöä, joka täytyy lauhduttaa ympäristöön tai hyödyntää kaukolämpönä.



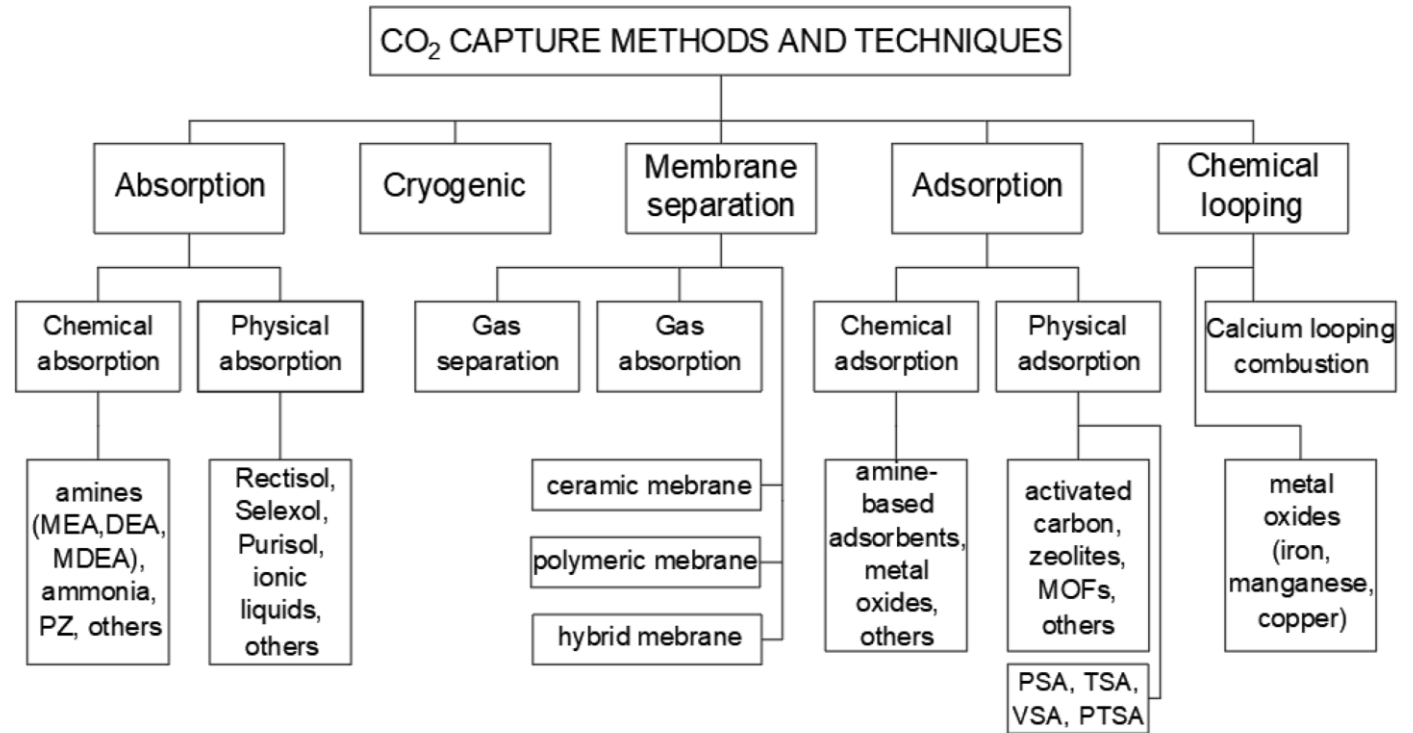
Kuva 8: Kestävän lentopolttoaineen valmistus on yksi Power-to-X-tekniikan käyttökohteista.

(7) EASA (2022), <https://www.easa.europa.eu/eco/eaer/topics/sustainable-aviation-fuels/> [viittauspäivä 15.4.2024]
Kemikaalien turvallisuuden OVA-ohjeet <https://ova.ttl.fi/buteeni> Olefiinit (Alkeenit) joista yleisimpiä <https://ova.ttl.fi/eteeni> <https://ova.ttl.fi/propeeni>
<https://ova.ttl.fi/butadieeni>

Hiilidioksidin talteenotto (Carbon Capture)

Yleiskuvaus

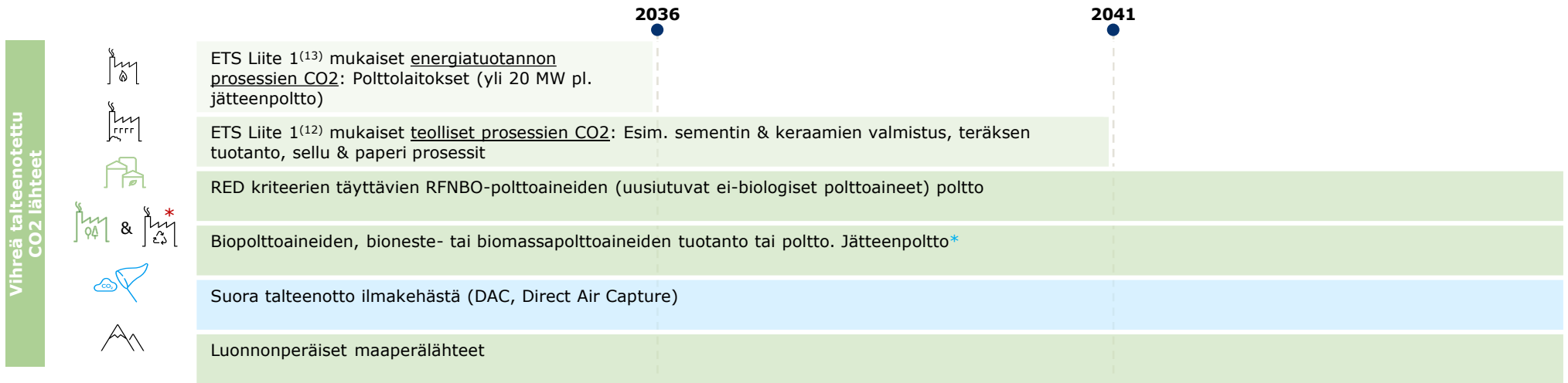
- Hiilidioksidi (CO₂) on useiden vihreiden sähköpolttoaineiden ja -kemikaalien raaka-aine. EU:n asetukset määrittelevät milloin hiilidioksidilähde nähdään sopivana vihreiden tuotteiden valmistukseen.
- Hiilidioksidin talteenottoon on useita teknologiavaihtoehtoja, joiden ominaisuudet ja vaatimukset vaihtelevat. Sopivin teknologia täytyy valita tapauskohtaisesti.
- Hiilidioksidia voidaan ottaa talteen suoraan ilmakehästä ja polttoprosesseista (voimalaitokset, sellutehtaat, terästehtaat, jätevoimalat). Talteenotto on mahdollista myös suoraan polttoaineista tai biokaasusta. Talteenottolaitos rakentuu siis lähes aina olemassa olevan teollisuuslaitoksen yhteyteen.
- Talteenottolaitos vaatii sähköliitännän. Laitosalueella on tyypillisesti olemassa oleva raskaan liikenteen tieyhteys.
- Tilantarve vaihtelee tekniikoittain. Tilantarve on arviolta 3-5 m² per tonni CO₂:n päivittäistä talteenottokapasiteettia kohden
- Hiilidioksidi voidaan kuljettaa paineistettuna putkessa sekä nesteinä rekalla tai laivalla.
- Vaikutukset ympäristöön
 - Häiriötilanteissa voi syntyä hajuhaittoja riippuen tekniikasta mm. amiinilla on epämiellyttävä haju.
 - Melua syntyy erityisesti kompressoreista



Kuva 9: Hiilidioksidin talteenottoon sopivia teknologioita. ⁽⁸⁾

Vihreän hiilidioksidin määritelmä (1)⁽⁹⁾

- Käyttöä varten tarkoitetun vihreän hiilidioksidin määrittelyssä oleellisena näkökulmana on, että hyödynnettäväksi talteenotettava hiilidioksidi (CCU) ei ole pysyvästi sidottu pois ympäristöstään
- RFNBO-polttoaineiden (*renewable fuels of non-biological origin* eli uusiutuvien ei-biologisten polttoaineiden, jotka voivat olla esimerkiksi vedystä tai sen johdannaisista valmistettuja) tulee täyttää RED-asetuksen asettamat GHG- eli kasvihuonepäästövaatimukset⁽¹⁰⁾
- RFNBO-polttoaineille ei ole tarkkaa rajoitetta hiilidioksidin lähteelle, mutta talteenottolähde voi silti vaikuttaa alentavasti RED mukaiseen päästölaskentaan ja siten poissulkea kyseisen lähteen⁽¹¹⁾. Näiden polttoaineiden päästölaskentaa on hahmoteltu kaaviossa 12.



Kuva 10: Vihreäksi määriteltävän talteenotetun hiilidioksidin lähteet ja hyväksyttävyyden aikajana;

* Jätteenpolttolaitoste CO₂ voi osoittautua määrittelyltään monimutkaiseksi, sillä biologista alkuperää ja fossiilista alkuperää oleva CO₂ saatetaan käsitellä eri tavoin – tällä hetkellä jätteen fossiilinen CO₂ ei ole kelpollinen “vihreäksi” ellei laitos itsessään ole sisällytetty osaksi kansallista EU ETS -toteutusta.

Vihreän hiilidioksidin määritelmä (2)

- Vihreän hiilidioksidin lähteet ovat vähenemässä tulevaisuudessa samalla kun säädösten aikataulut toteutuvat. CO₂-lähteet ja niiden vihreän määritelmän mukaisuus ovat hahmoteltuna edellisen ja tämän sivun kaavioissa (kuvat 10 ja 11).

Biopolttoaineiden RED ja FQD-direktiivien mukaiset kestävyyskriteerit⁽¹³⁾

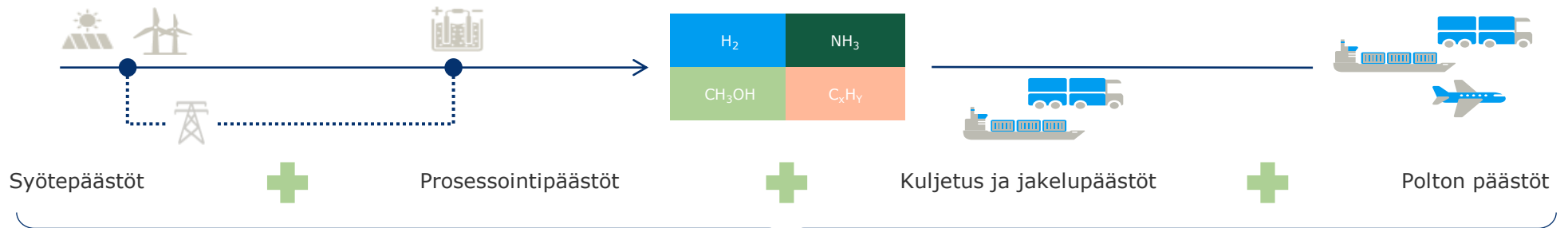
| | |
|--|--|
| Kasvihuonepäästö (GHG) vaikutus | Rajana vähintään 35% vähennys kasvihuonepäästö Delegoitu säädös 70% uusiutuvalla vedyllä ⁽¹⁴⁾ |
| Biodiversiteetti | Ei saa koostua biodiversiteetille oleellisten alueiden raaka-aineista |
| Maankäyttö | Ei saa olla peräisin maa-alueelta, jolla on suuret hiilivarastot (esim. kosteikot, metsäalueet, ...) |
| Maatalous | Vaatimus hyvistä maatalousoloista ja sosiaalisesta kestävydestä |

Kuva 11: Biopolttoaineiden kestävyyskriteerit.⁽¹³⁾

Vihreän hiilidioksidin määritelmä (3)

RFNBO -polttoaineiden kasviuonepäästöjen laskemiseksi on syytä tarkastella niiden koko elinkaaren päästöjä

Kasviuonepäästö koko RFNBO polttoaineen elinkaarelle on oltava alle 28.2 gCO₂e/MJ*



Syötepäästöjen laskenta:

Kiinteät syötteen + Muuttuvat syötteen - Nykyinen käyttö/tuleva syötteen

*Hiilidioksidipäästöt, jotka täyttävät liitteessä A (10) esitetyt kriteerit - jotka on lueteltu edellisessä diassa - kuuluvat nykyiseen käyttöön tai kohtaloon, ja ne vähennetään tuotantopanosten päästöistä***

Talteenotettu hiili, joka on geologisesti varastoitunut elinkaaren aikana

Kuva 12: RFNBO-polttoaineiden kasviuonekaasupäästöjen laskenta.

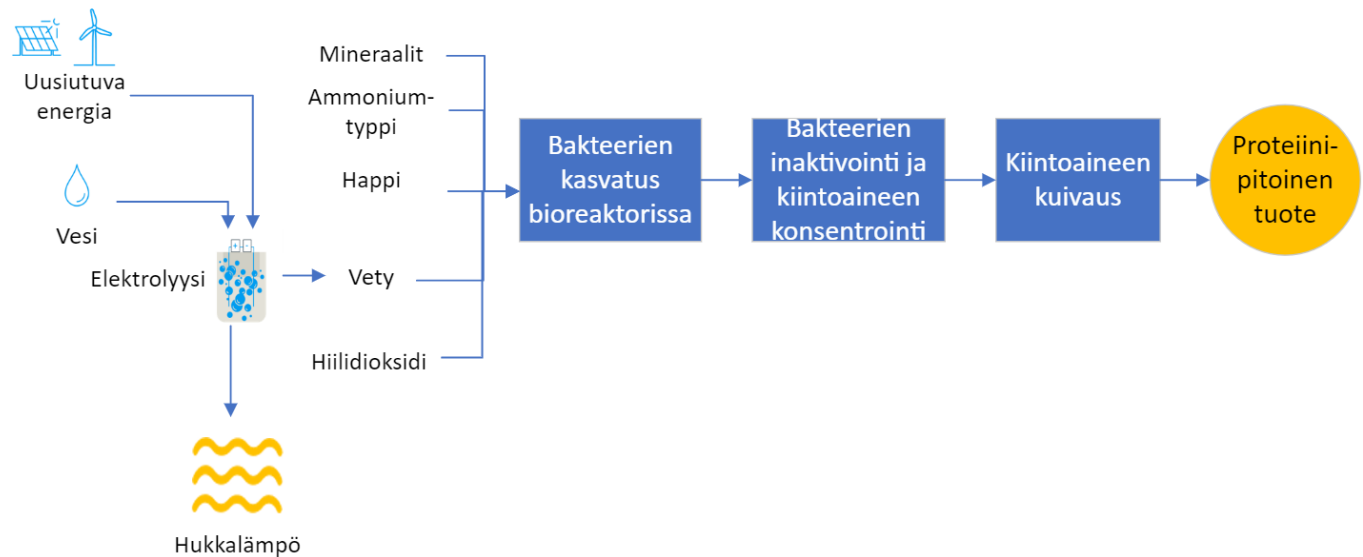
* Kullekin polttoaineelle voidaan laskea tCO₂e/tX polttoaineen energiatiheydestä riippuen.

** CO₂:a ei voida vähentää, jos se on otettu huomioon muun lainsäädännön nojalla tai jos polttoaineita poltetaan ainoastaan CO₂:n talteenottoa varten.

Hiilidioksidin biologinen konversio ruokaproteiiniksi

Yleiskuvaus

- Hiilidioksidia voidaan muuttaa tuotteiksi kasvattamalla bakteereja tai leviä ja jatkojalostamalla näitä kemikaaleiksi, polttoaineiksi tai jopa ruokaproteiiniksi. Prosessi voi saada energiansa valosta (aurinko) tai vedystä.
- Suomessa toimiva yritys on kehittänyt tuotantoprosessin proteiinipitoisen jauheen valmistukseen kasvattamalla bakteereja bioreaktorissa.
 - Bioreaktoriin syötetään raaka-aineeksi vetyä, hiilidioksidia, happea, ammoniumtyyppiä, mineraaleja ja muita bakteerien tarvitsemia raaka-aineita. Lopputuloksena on proteiinipitoinen jauhe
- Biologisen konversioon on useita reittejä, joista lähes kaikki ovat vielä tutkimus- ja pilotointi-vaiheessa.
- Laitosten maankäytöllisiä erityispiirteitä tai tilantarvetta ei toistaiseksi ole tiedossa. Yleisesti ottaen tällaiset laitokset vaativat kuitenkin raskaan liikenteen tieyhteyden, raakavesilähteen ja sähköliitännän.



Kuva 13: Yksinkertaistettu tuotantoprosessi ruokaproteiinin valmistuksesta hiilidioksidista ja vedystä.

Vedyn muut käyttökohteet

Yleiskuvaus

Vedyn käyttö liikenteessä

- Suomessa ei ole vielä toimivia vedyntankkausasemia. Muualla maailmassa tankkausasemia on lukuisia.
- Tankkausasemat eivät eroa ulkoisesti tai maankäytöllisesti tavallisista polttoaineiden/biokaasun tankkausasemasta kovinkaan paljoa. Hyvät liikenneyhteydet asemalle ovat suotavia.
- Vetyvarasto on tyypillisesti maan päällä ja laiteissa on korkeat paineet, jopa 900 bar. Huomioitava turvallisuus etäisyyksissä ja sijoittelussa.
- Vety tuodaan tankkausasemalle rekalla (raskaan liikenteen yhteys) tai putkikuljetuksella. Myös paikallinen vedyntuotanto on mahdollista, jolloin vaaditaan sähkö- ja vesiliitäntä.
- Vetyä on mahdollista käyttää polttoaineena henkilöautoissa, raskaassa liikenteessä, hyötyajoneuvoissa, junissa, laivoissa ja tulevaisuudessa myös lentokoneissa.
- Toisin kuin fossiilisten polttoaineiden tankkausasemilla, vetytankkausasemilla ei ole pohjaveden tai maaperän pilaantumisriskiä vetyvuodon seurauksena.

Vedyn käyttö teräksen valmistuksessa

- Teräksen valmistuksessa käytetään nykyisin paljon fossiilisia polttoaineita, kuten kivihiiltä ja maakaasua. Rauta- ja terästeollisuus tuottaa noin 7 % maailman CO₂-päästöistä.
- Vaihtoehtoinen reitti päästöttömän teräksen valmistukseen on rautamalmin pelkistys vedyllä teräksen raaka-aineeksi (HDRI, hydrogen direct reduction of iron).
- Uudet vetypelkistykseen perustuvat terästehtaat tai olemassa olevien terästehtaiden muuttaminen vety käyttöisiksi vaativat hyvin suuren investoinnin, paljon päästötöntä sähköä ja vetyä.
- Maankäytön näkökulmasta vetyyn perustuvan terästehtaan vaikutukset ovat samankaltaisia kuin perinteisen terästehtaan vaikutukset.
- Vety voidaan tuottaa terästehtaan läheisyydessä tai kuljettaa laitokselle rekalla, putkella tai laivalla.
- Vetyä voidaan käyttää myös korvaamaan maakaasua/kivihiiltä prosessin lämmöntuotannossa esim. kuumavalssauksessa.

Vety energiavarastona

- Uusiutuvat sähköntuotantomuodot, kuten aurinko- ja tuulivoima, ovat sää- ja vuodenaika riippuvaisia eivätkä ne pysty tuottamaan tasaisesti sähköä tarpeen mukaan. Tämän vuoksi ylimääräinen sähkö voidaan varastoida muuttamalla se vedyksi ja käyttää tarpeen mukaan myöhemmin.
- Vihreä vety voidaan muuttaa takaisin sähköksi polttamalla se vedylle sopivassa kaasuturbiinissa tai polttokennossa. Sivutuotteena syntyy lämpöä ja vettä.
- Vedyn varastointi suurina määrinä on haastavaa. Vety voidaan varastoida paineistettuna, nesteytettynä tai jatkojalostaa nestemäisiksi energiakantajiksi/polttoaineiksi. Suomessa ei ole varastointiin luonnollisia maanalaisia maamuodostelmia, mutta kalliovarastoinnin mahdollisuutta selvitetään.
- Vetyä voidaan myös polttaa lämmöksi lämpökattiloissa. Vety palaa korkeassa lämpötilassa, jonka vuoksi sitä on mahdollista käyttää teollisuuden prosesseihin, jotka vaativat korkeaa lämpötilaa.
- Vedyn energiankäytön maankäytölliset vaikutukset turbiinissa, lämpökattilassa ja polttokennossa ovat verrattavissa maakaasulla toimivaan vastaavaan laitteen vaikutuksiin. Huomioitava mahdolliset NO_x päästöt ja turvaetäisyydet.

Vedyn muut käyttökohteet

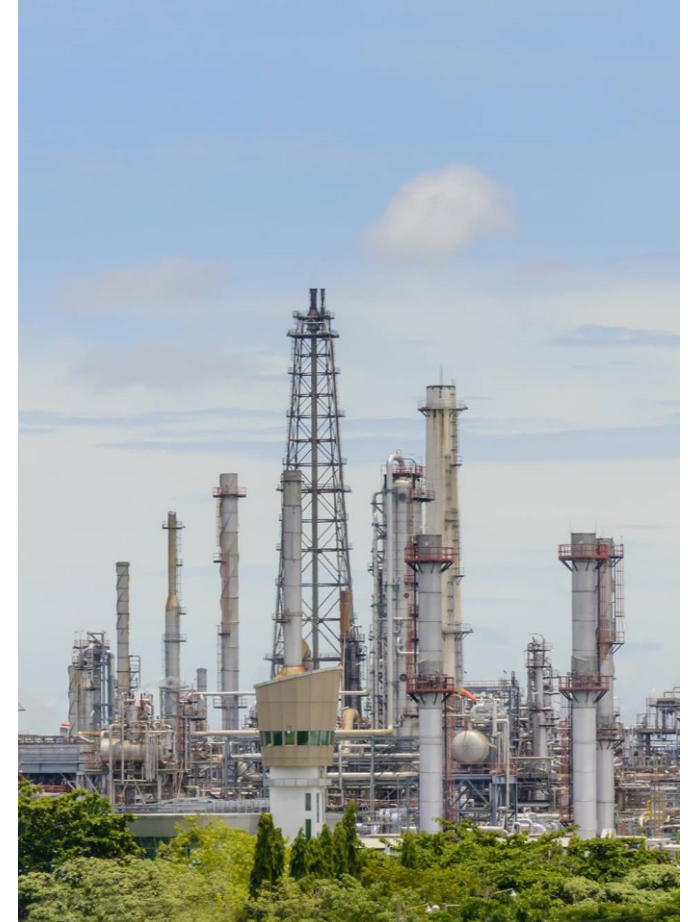
Yleiskuvaus

Vedystä valmistetut kemikaalit

- Vety on yleisesti kemianteollisuudessa käytetty aine. Vihreästä vedystä ja hiilidioksidista mahdollisesti valmistettavia kemikaaleja ja niiden jatkojalosteita ovat esimerkiksi:
 1. Vetykloridi ja suolahappo
 2. Vetyperoksidi (H_2O_2)
 3. Muurahaishappo ($HCOOH$)
 4. Urea
 5. Metanolin johdannaiset kuten MTDE, DMT, olefiinit, formadehydi, BTX (aromaattiset hiilivedyt)
 6. Isobuteeni (C_4H_8), jonka jatkojalosteita on esim. butyylikumi, bensiinieetteri, isooktaanin valmistus ja lentopolttoaine
 7. Nestemäiset orgaaniset energiankantajat (LOHCs)
 8. Etanoli (C_2H_6O)
- Maankäytöllisesti tällaiset tuotantolaitokset vastaavat yleisiä kemianteollisuuden laitoksia ja fossiilista vetyä käyttää vastaavanlaista laitosta. Jos vety tuotetaan paikallisesti, vaatii laitos suuremman sähköliittymän ja raakavesilähteen.

Vedyn käyttö nykyisessä teollisuudessa

- Suomen tämän hetkinen selvästi suurin vedyn käyttökohte on polttoaineiden valmistus jalostamoilla fossiilisesta öljystä ja bio-pohjaisista raaka-aineista.
- Vetyä käytetään myös pienempiä määriä kemian-, teräs-, kaivosteollisuudessa ja malminjalostuksessa.
- Vety on maailman yksinkertaisin ja yleisin aine. Vihreän vedyn käyttö mahdollistaa kaikkien kemianteollisuuden yhdisteiden valmistuksen hiilineutraalisti vedyn osalta. Kemianteollisuudessa käyttökohteita on siis lähes loputon määrä ja niitä tulee syntyämään tulevaisuudessa lisää.



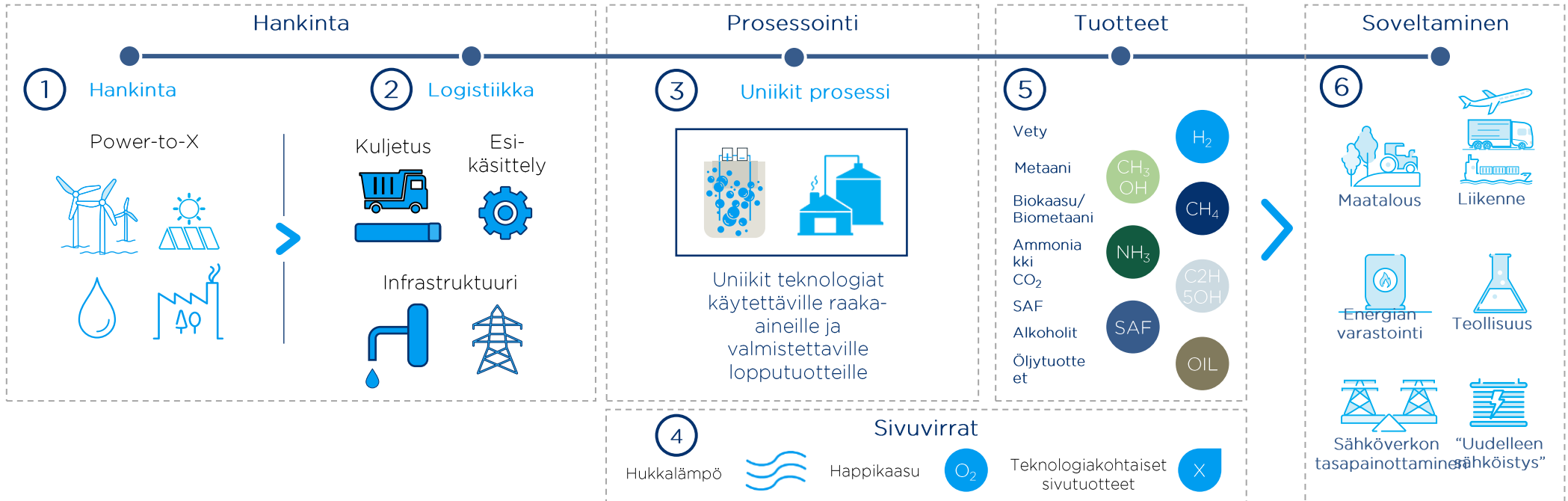
Kuva 14: Kuvituskuva

3. ARVOKETJUT JA LOPPUTUOTEMARKKINA

Hydrogen

Vety- ja P2X-tuotannon arvoketju

Yleiskuvaus



1 Hankinta
Vetyä voidaan tuottaa sähkö-, bio- ja lämpökemiallisilla menetelmillä. Vihreän vedyn tuotannon lähtöaineina toimivat ennen kaikkea vesi ja sähkövirta. Muita lähtöaineita käytetään teknologiasta riippuen. Elektrolyysissä tuotettua vetyä kutsutaan vihreäksi silloin, kun käytetty sähkö on peräisin uusiutuvista lähteistä.

2 Logistiikka
Tehokkain logistiikasta vedyn ja prosessin lähtöaineiden siirtämiseen on riippuvaista käytetystä teknologiasta, prosesseista ja olosuhteista. Tuotanto vaatii raakavesi-lähteen, jäteveden purkumahdollisuuden sekä sähköliitännän. Raskaan liikenteen tulee päästä kohteeseen. Vetyä voidaan siirtää eri tavoin. Tulevaisuudessa yhteys mahdolliseen vetykaasuputkistoon saatavuuden mukaan voi muodostua

3 Prosessointi
Vihreää vetyä valmistetaan elektrolyysissä hajottamalla sähkövirralla vettä hapeksi ja vedyksi. Vedyn tuotantolaitosten prosesseissa on teknologiakohtaisia eroja.

4 Sivuvirrat
Prosessin sivutuotteena syntyy happea, hukkalämpöä sekä teknologia- ja prosessikohtaisia sivutuotteita.

5 Tuotteet
Prosessin lopputuotteena syntyy vetyä, jota voidaan jatkojalostaa edelleen useiksi lopputuotteiksi sekä sivutuotteita.

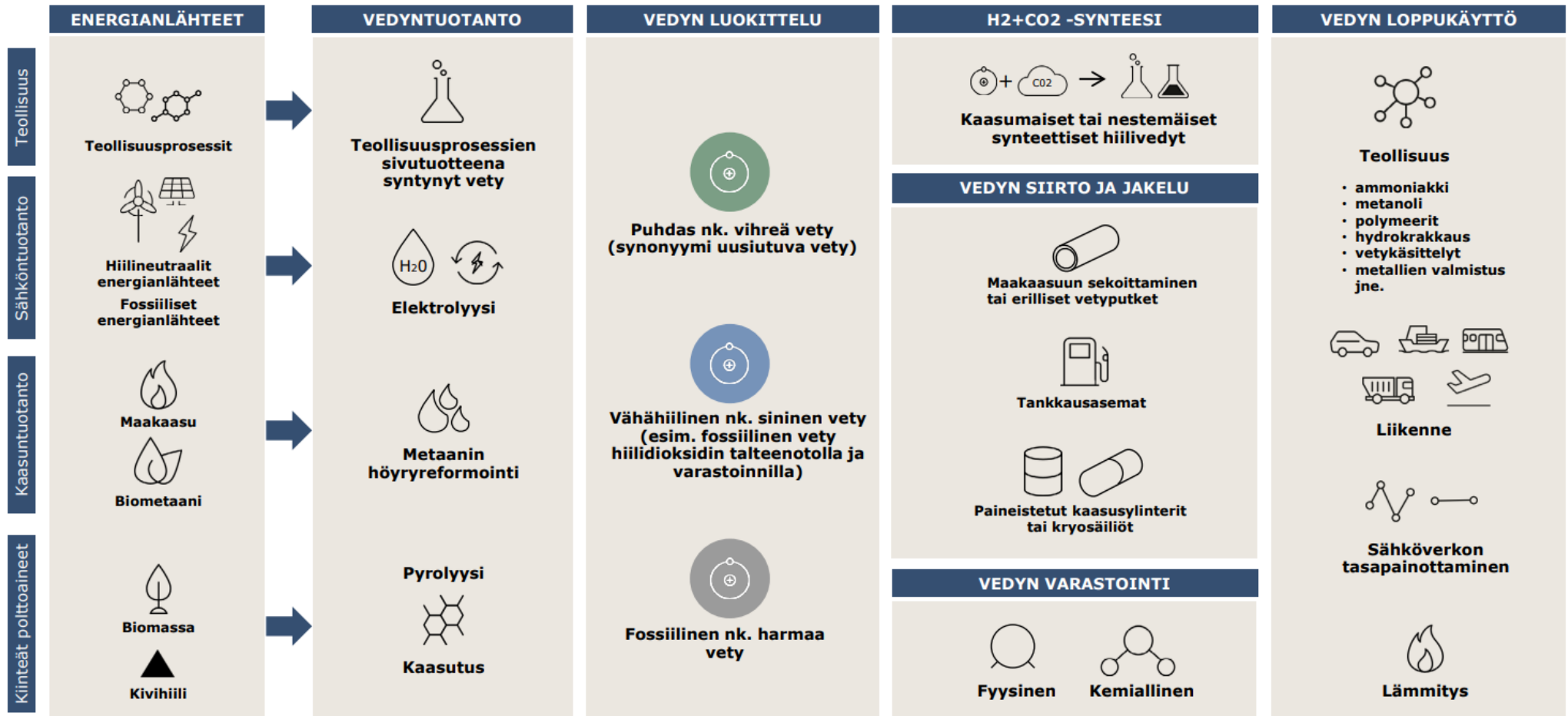
6 Soveltaminen
Vedyllä on lukuisia käyttötarkoituksia useilla eri toimialoilla.

Vetytalous

Yleiskuva vedyn vaihtoehtoisista arvoketjuista

- Vetytalouden arvoketjulla tarkoitetaan usein niitä toimintoja, joissa yhdistämällä raaka-aineita ja resursseja tuotetaan ensin puhdasta tai vähäpäästöistä vetyä ja sen jälkeen mahdollisia jatkojalosteita. Siihen kuuluvat myös toimijat, jotka aktiivisesti tuottavat ja käyttävät virtauksia vetyarvoketjussa.⁽¹⁷⁾ Vetytalouden laajempaan arvoketjuun viitataan toisinaan myös ekosysteeminä tai klusterina.
- Vedyn tuotannon arvoketju koostuu useista osista. Eri vedyn luokitelluilla muodolla (vihreä, sininen ja harmaa vety) on myös omat poikkeavat tyypilliset arvoketjunsä.
- Tyypillinen vihreän vedyn arvoketju koostuu energiantuotannosta, vedyn tuotannosta, varastoinnista, jalostuksesta, siirrosta, jakelusta ja loppukäytöstä. Jokainen vetyarvoketju on kuitenkin lopulta yksilöllinen.
- Todellisuudessa vedyn tuotannon laajempaan arvoketjuun voidaan katsoa kuuluvan myös mm. tutkimus- ja kehitystoiminta, projektikehitys ja -rahoitus sekä teknologiatoimitus. Lisäksi arvoketjuun vaikuttaa useita läpileikkaavia teemoja, kuten hallinto- ja kunnossapitotoiminta.
- Vetyä voidaan jalostaa useiksi lopputuotteiksi, joihin liittyy edelleen laajempia arvoketjuja. Lisäksi vedyn tuotannossa syntyy useita sivuvirtoja, kuten hukkalämpöä ja happea, joita voidaan hyödyntää eri käyttötarkoituksiin.

Vetytalous (2)



Kuva 15: Yleiskuva vedyn vaihtoehtoisista arvoketjuista.⁽¹⁸⁾

Vetytalous (3)



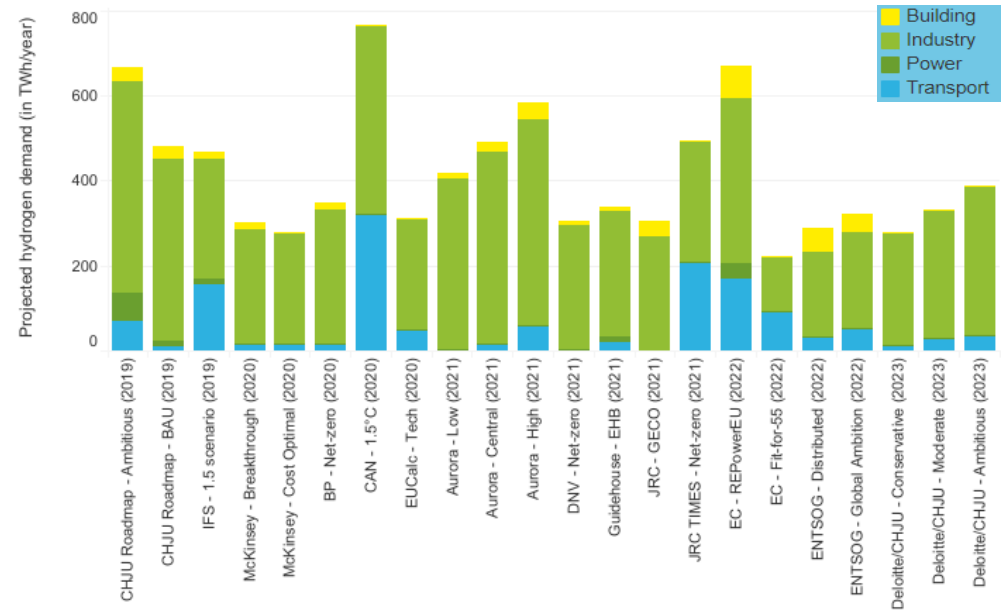
Kuva 16: Vetytalouden laajempi arvoketju.⁽¹⁹⁾

4. SKENAARIOT JA ASIA NTUNTIJATARKASTELUT

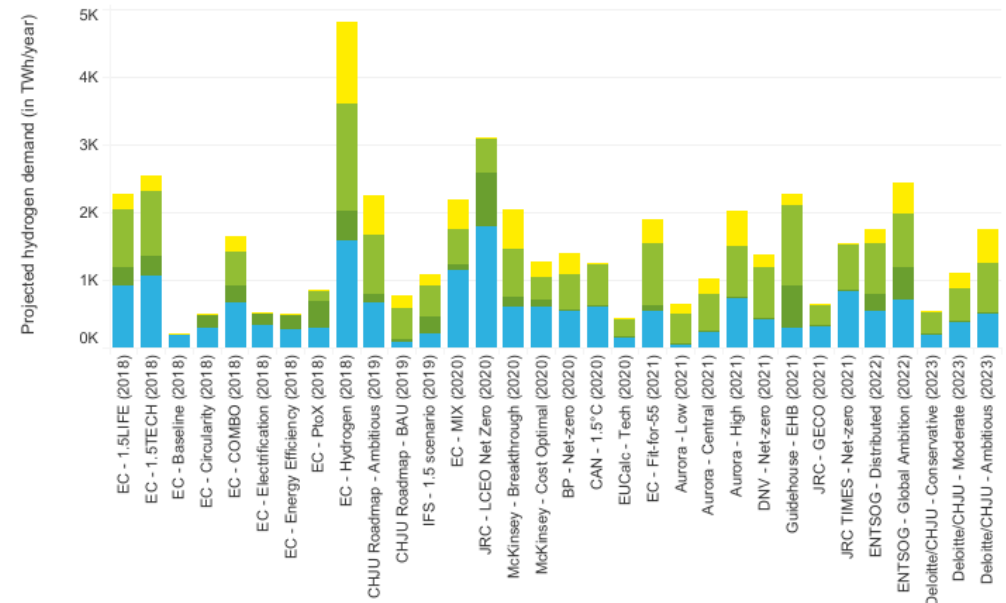
Vedyn kysyntä Euroopassa

Vedyn ennustettu kysyntä Euroopassa ⁽²⁰⁾

- Useat eri toimijat ovat laatineet ennusteita vedyn tulevaisuuden kysynnästä. Ennusteisiin vaikuttavat monet tekijät, jolloin yksioikoista kehityskulkua on haastavaa ennustaa.
- Oheisissa graafeissa on esitetty eri toimijoiden laatimia ennusteita vedyn kysynnästä Euroopassa vuosina 2030 ja 2050.
- Vedyn kysyntä vuonna 2030 on ennusteiden mediaanin mukaan 344 TWh/a ja vuonna 2050 1386 TWh/a eli kysynnän on ennustettu nelinkertaistuvan kyseisellä välillä.
- Ennusteiden mukaan vuonna 2030 vedyn kysyntä painottuu lähes yksinomaan teollisuuden käyttöön ja pienissä määrin liikenteeseen ja rakennuksiin. Vuonna 2050 puolestaan liikenteen on ennustettu olevan yhtä suuri tai jopa suurempi vedyn käyttäjä kuin teollisuus. Myös rakennusten osuus vedyn kysynnästä on selvästi suurempi kuin vuonna 2030.



Kuva 17: Vedyn kysyntä Euroopassa vuonna 2030



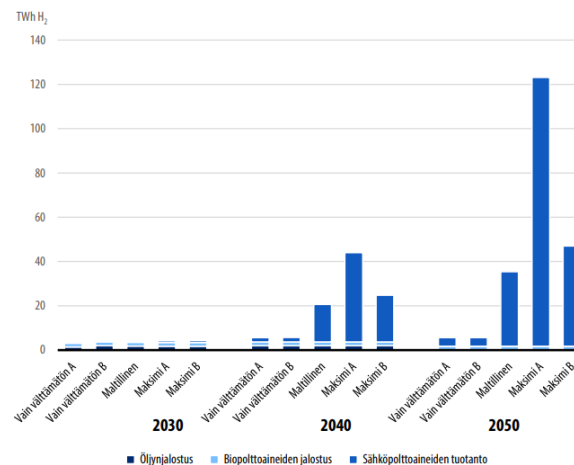
Kuva 18: Vedyn kysyntä Euroopassa vuonna 2050

Vedyn kysyntä Suomessa

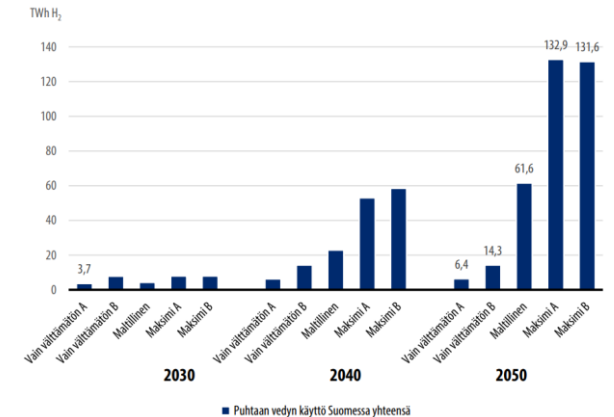
Vedyn ennustettu kysyntä Suomessa ⁽²¹⁾

- Suomen potentiaalisia vetytalousskenaarioita on arvioitu Valtioneuvoston kanslian vetytalousselvityksessä.
- Suomelle laaditut viisi vetyskenaariota vuosille 2030, 2040 ja 2050 kuvaavat kotimaisen teollisuuden, kotimaisen ja kansainvälisen liikenteen ja raskaan tieliikenteen, sekä vedyn ja sähköpolttoaineiden viennin vaihtoehtoisia tulevaisuuksia.
- Puhtaan vedyn tuotantomäärät skenaarioissa vaihtelevat välillä 3,7–7,9 TWh vuonna 2030 päätyen välille 6,4–132,9 TWh vuoteen 2050 mennessä. Suuret erot johtuvat vedyn ja sähköpolttoaineiden viennin oletuksista: minimiskenaarioissa keskitytään kotimaan kysyntään ja maksimiskenaarioissa tämän lisäksi vedyn ja/tai sähköpolttoaineiden vientiin.
- Suomen hiilineutraalisuustavoitteen saavuttamisen ja kansantalouden kannalta tärkeimmät puhtaan tai vähähiilisen vedyn loppukäyttäjät ovat terästeollisuus sekä öljyn- ja biopolttoaineiden jalostus.

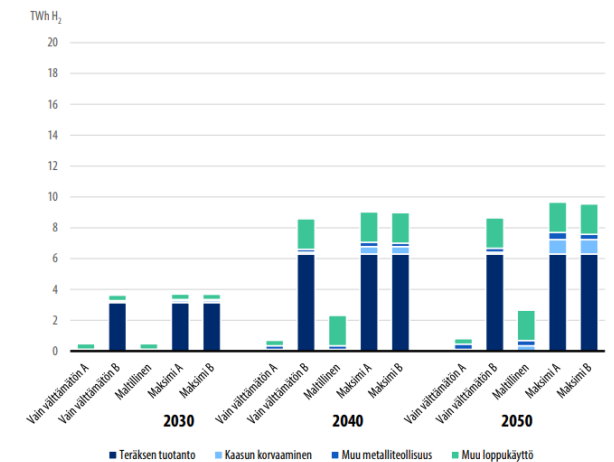
- Kotimaan muun teollisuuden ja liikenteen potentiaalinen vedyn ja sähköpolttoaineiden tarve on terästeollisuuden ja öljyn- ja biopolttoaineiden jalostukseen nähden pieni.
- Suomen mahdollisuuksia viennissä rajoittavat ennen kaikkea kansainvälisen kysynnän kehittyminen ja kilpailu. Tästä syystä maksimiskenaarioissa esitettyä tuotantopotentiaalia on haasteellista saavuttaa.



Kuva 19: Öljynjalostuksen, biopolttoaineiden valmistamisen ja sähköpolttoaineiden tuotannon tarvitseman vedyn määrät eri skenaariossa



Kuva 20: Vedyntuotannon kokonaismäärien kehitys eri skenaarioissa



Kuva 21: Vedyn tarve muussa teollisuudessa kuin polttoaineiden valmistuksessa eri skenaarioissa

Vedyn siirtoinfrastruktuurin kehitys Suomessa

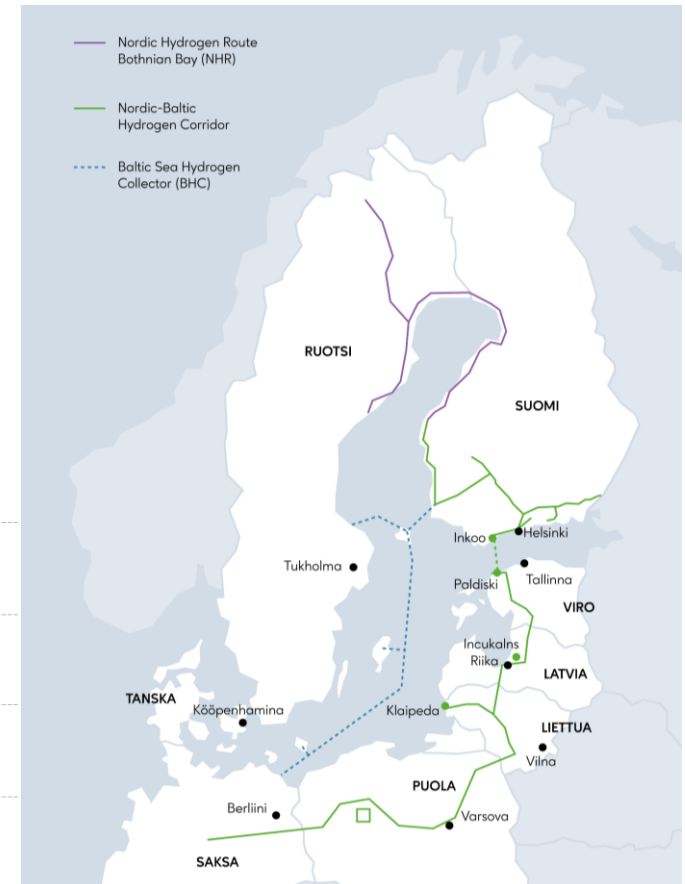
- Energian siirtotarpeet kasvavat sähkön ja vedyn tuotannon ja kulutuksen sijoituksessa eri puolille Suomea, jolloin sähkön ja vedyn siirtoinfrastruktuurien yhteensovittaminen on tärkeää. Siirtoinfrastruktuurien merkitys korostuu myös viennissä ja kytkeytymisessä kansainvälisiin markkinoihin. Samalla se tarkoittaa myös huomattavia investointitarpeita energiainfrastruktuuriin koko maan tasolla.
- Fingrid arvioi tulevaisuuden energiatalouden olevan suurelta osin vetytaloutta, jossa monet perinteiset teollisuudenalat saavuttavat huomattavia päästövähennyksiä siirtymällä hyödyntämään vihreää vetyä. Vetyinfrastruktuuriin liittyvien putkiverkostojen ja varastojen toteuttaminen vaatii aikaa, jolloin ensivaiheen hyötyjiä ovat ne toimijat ja alueet, jotka voivat yhdistää vetytuotannon lähelle sen käyttökohteita.
- Vetyä voidaan siirtää rekoilla maantiekuljetuksina paineistettujen (200-700 bar) konttien tai putkiperävaunujen avulla. Kuljetus voi tapahtua joko paineistettuna vetykaasuna tai nesteytettynä vetynä. Kuljetettava energiamäärä jää vedyn maantiekuljetuksessa suhteellisen alhaiseksi ja tästä syystä soveltuukin pääsääntöisesti lyhyiden matkojen (alle 500 km) ja pienien vetymäärien (alle 10 tonnia vetyä/päivä) kuljetukseen.
- Vetyä voidaan siirtää putkia pitkin joko hyödyntäen olemassa olevaa metaaniverkkoa tai rakentamalla uutta vedylle suunniteltua verkkoa. Olemassa olevaa metaaniputkistoa voidaan hyödyntää joko sekoittamalla vetyä metaanin joukkoon tai korvaamalla metaanin käyttö vedyllä. Molemmat ratkaisut vaativat tapauskohtaista toteutettavuuden selvittämistä esimerkiksi teknisten ratkaisuiden ja putkistomateriaalin osalta.

- Alla olevassa kuvassa on havainnollistettu siirtotarpeen määräytymistä esimerkkien avulla.
 1. Uusiutuvan sähkön tuotanto, vedyn tuotanto ja vedyn käyttökohte sijaitsevat kaikki sijainnissa A: **ei laajamittaista kansallista energiansiirtotarvetta (siirto jatkojalosteina)**
 2. Uusiutuvan sähkön tuotanto ja vedyn tuotanto sijaitsevat sijainnissa A, käyttökohte sijainnissa B: **energia siirretään käyttökohteeseen vetynä**
 3. Uusiutuvan sähkön tuotanto sijaitsee sijainnissa A, vedyn tuotanto ja käyttökohte sijainnissa B: **energia siirretään käyttökohteeseen sähköinä**
 4. Uusiutuvan sähkön tuotanto sijainnissa A, vedyn tuotanto sijainnissa B, ja vedyn käyttökohte sijainnissa C: **energiaa siirretään sekä sähköinä vedyntuotantoon että vetynä käyttökohteeseen**

| Esimerkki | Sijainti A | Sijainti B | Sijainti C |
|-----------|------------|------------|------------|
| 1. | | | |
| 2. | | | |
| 3. | | | |
| 4. | | | |

Symbolit: Uusiutuvan sähkön tuotanto Vedyn tuotanto (elektrolyyseri) Vedyn käyttö ja jatkojalostus Sähkön siirto Vedyn siirto

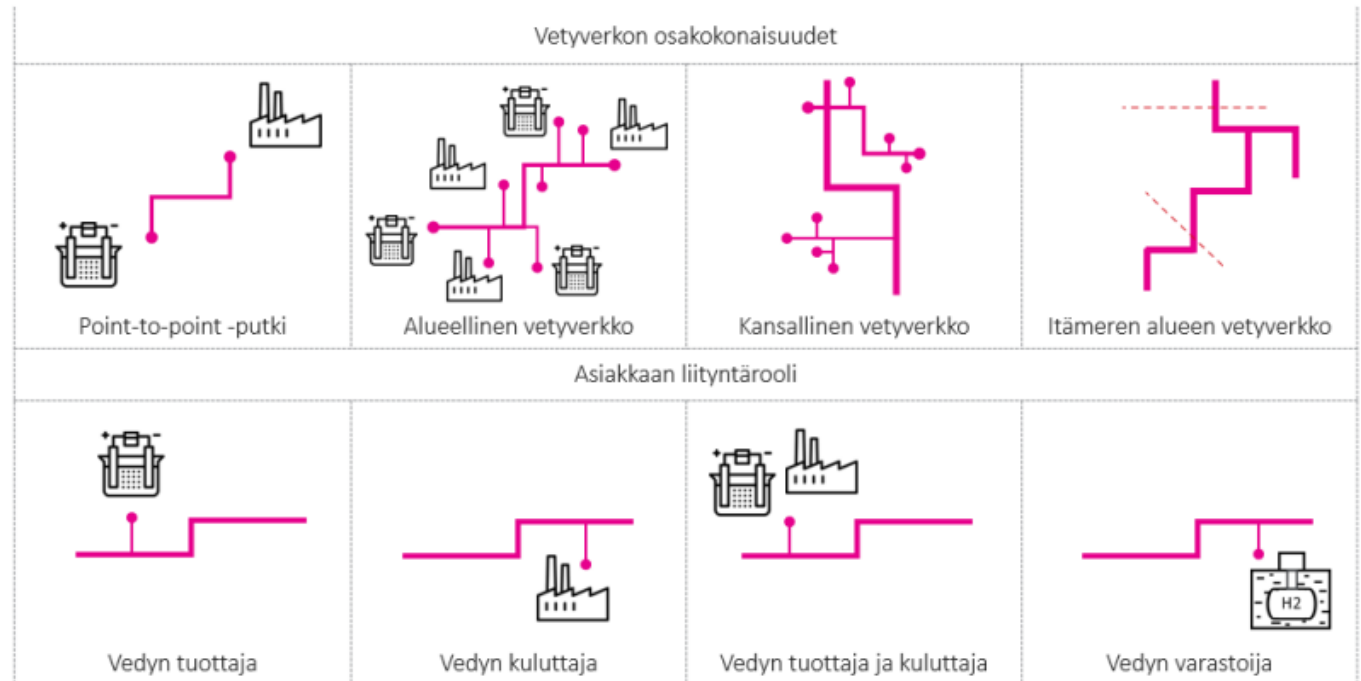
Kuva 22: Esimerkkejä energiansiirtotarpeesta



Kuva 23: Gasgrid Finlandin suuren kokoluokan vedynsiirtoinfrastruktuurin kehityshankkeet kartalla (vuoteen 2030 mennessä)

Vedyn siirtoinfrastruktuurin kehitys Suomessa ⁽²⁴⁾

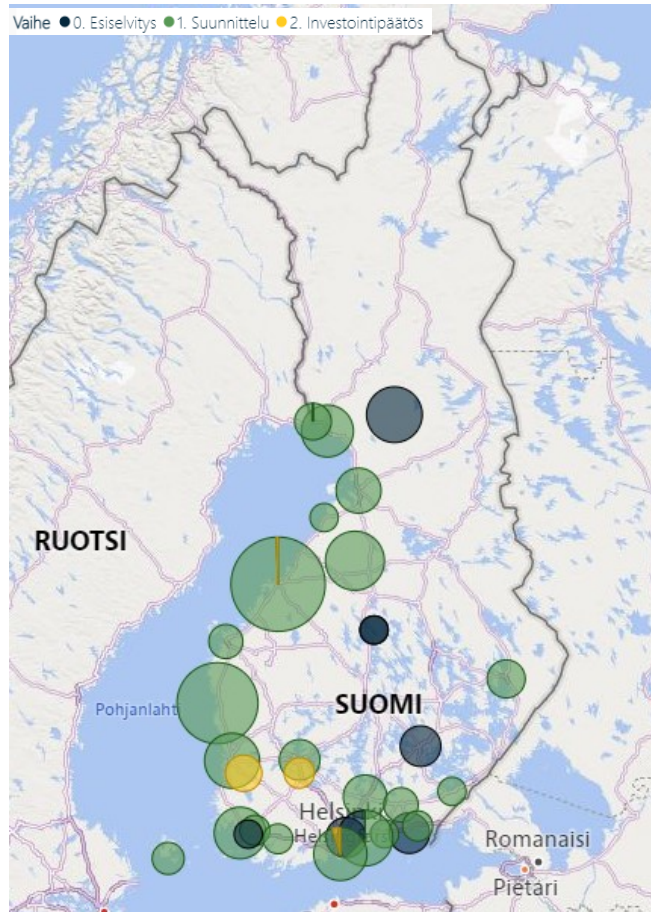
- Uusiutuvan vedyn markkina on vasta aluillaan, jonka myötä vedyn siirtoinfrastruktuuriin liittyy paljon kysymysmerkkejä, kuten kansalliset tavoitteet, regulaatio, markkinat ja teknologiset ratkaisut.
- Vetyverkon tarkoitus on yhdistää vedyn tuotanto- ja kulutuspisteitä maantieteellisesti ja ajallisesti siirtämällä ja varastoimalla vetyä. Siirto ja varastointi tapahtuvat eri laajuudessa niin maantieteellisesti kuin volyymin ja toimijoiden lukumääränkin kannalta.
- Vetyverkon osakokonaisuudet voidaan jakaa seuraaviin osiin laajuuden kannalta:
 - Vetyputki tiettyyn tarpeeseen vastaten ns. point-to-point putki kahden toimijan tai alueen välillä
 - Vetyputkisto muodostamassa alueellisen eri toimijoita yhdistävän verkon (ns. vetylaakso)
 - Vetyputki osana kansallista vetyverkkoa
 - Kansallinen vetyverkon yhdistyminen Itämeren alueen vetyverkkoon.
- Vetyverkon suunnittelussa on huomioitava osakokonaisuuksien mahdollinen yhdistyminen myöhemmässä vaiheessa. Yksi merkittävä infrasuunnittelun ja -kehityksen näkökulma on se, kuinka alueellisia vetylaaksohankkeita ja suurempia kansallisen vetyverkon runkolinjan muodostavia infrahankkeita voidaan edistää ja kehittää samanaikaisesti vastaten siirtoasiakkaiden tarpeisiin.
- Siirtoasiakas voi toimia vedyn tuottajan, kuluttajan tai varastoijan roolissa, mutta myös näiden eri yhdistelmät ovat mahdollisia.



Kuva 24: Vetyverkon suunnitteluun vaikuttavat esimerkiksi vetyverkon käyttötarkoitus sekä asiakkaiden rooli vetyverkossa

Vihreän siirtymän investoinnit

- Elinkeinoelämän keskusliiton mukaan ⁽²⁵⁾ Suomeen kohdistuu huomattava määrä vihreän siirtymän investointeja. Huhtikuun 2024 alussa arvioitujen investointien määrä oli lähes 260 miljardia euroa. Tähän sisältyy mm. erilaisia uusiutuvan energian, akkuteknologioiden, vedyn, kiertotalouden investointeja.
- Puhtaasti vetyyn liittyviä investointeja on arvion mukaan 40 kpl yhteisarvoltaan n. 14,3 miljardia euroa. Työpaikkamäärältään vetyinvestointien on arvioitu muodostavan n. 1 000 työpaikkaa.
- Suurin osa vetyinvestoinneista kohdistuu rannikkoseuduille.
- On todennäköistä, että kaikki suunnitellut investoinnit eivät tule toteutumaan. Listalta ja kartan kuvasta myös puuttuu osa investoinneista ja uusia investointisuunnitelmia laaditaan jatkuvasti.



Kuva 25: Vetyinvestointien hankeaihiot paikkakunnittain, huhtikuu 2024

| Investoija | Paikka | Summa (M€) | Vaihe | Valm. | Kapasiteetti (MW) |
|--|--------------------|---------------|------------------|-----------|-------------------|
| Green NorthH2 Energy | Pori | 600 | 1. Suunnittelu | 2030 | 0 |
| Green NorthH2 Energy | Tornio | 600 | 1. Suunnittelu | 2030 | 0 |
| ET Fuels | Ranua | 800 | 0. Esiselvitys | 2029 | 0 |
| Solvay Chemicals | Kouvola | 40 | 1. Suunnittelu | 2028 | 0 |
| Aliceo Energy | Kokkola | 1500 | 1. Suunnittelu | 2028 | 0 |
| Helen | Helsinki | 625 | 1. Suunnittelu | 2028 | 250 |
| Oulun Energia | Oulu | 300 | 1. Suunnittelu | 2028 | 100 |
| STR Tecoil | Hamina | 4 | 1. Suunnittelu | 2028 | 0 |
| Flexens | Kokkola | 600 | 1. Suunnittelu | 2027 | 300 |
| Green NorthH2 Energy | Naantali | 580 | 1. Suunnittelu | 2027 | 280 |
| Ren-Gas | Kerava | 150 | 0. Esiselvitys | 2027 | 0 |
| Ren-Gas | Pori | 162 | 1. Suunnittelu | 2027 | 40 |
| P2X Solutions | Joensuu | 100 | 1. Suunnittelu | 2026 | 40 |
| Ren-Gas | Kotka | 160 | 0. Esiselvitys | 2026 | 40 |
| Norwegian Hydrogen | Tornio | 75 | 1. Suunnittelu | 2026 | 75 |
| Ren-Gas | Tampere | 162 | 1. Suunnittelu | 2026 | 60 |
| EPV Energia | Vaasa | 35,4 | 1. Suunnittelu | 2026 | 4,3 |
| Ren-Gas | Mikkeli | 160 | 0. Esiselvitys | 2026 | 40 |
| Vireon Hydrogen | Tornio | 0 | 1. Suunnittelu | 2026 | 0 |
| Ren-Gas | Lahti | 250 | 1. Suunnittelu | 2026 | 120 |
| UPM | Lappeenranta | 0 | 1. Suunnittelu | 2025 | 20 |
| Helen | Helsinki | 32,8 | 1. Suunnittelu | 2025 | 4 |
| Neste | Porvoo | 300 | 0. Esiselvitys | 2025 | 120 |
| Orkla | Orkila | 0 | 0. Esiselvitys | 2025 | 0 |
| HydRe | Lempäälä | 5 | 2. Invest.päätös | 2025 | 2,5 |
| Koppö Energia | Kristiinankaupunki | 453,6 | 1. Suunnittelu | 2025 | 100 |
| Merιαura | Turku | 0 | 0. Esiselvitys | 2024 | 0 |
| Raahen Monivoima & Kokkolan Energia | Raahe | 0 | 1. Suunnittelu | 2024 | 5,7 |
| HydRe | Lieto | 3,5 | 1. Suunnittelu | 2024 | 0 |
| P2X Solutions | Harjavalta | 70 | 2. Invest.päätös | 2024 | 20 |
| Flexens | Maarianhamina | 15 | 1. Suunnittelu | 2024 | 0 |
| Hycamite | Kokkola | 25 | 2. Invest.päätös | 2024 | 0 |
| Fortum | Loviisa | 0 | 1. Suunnittelu | Ei tietoa | 1,5 |
| PlugPower | Kokkola | 2500 | 1. Suunnittelu | Ei tietoa | 1000 |
| PlugPower | Kristiinankaupunki | 2500 | 1. Suunnittelu | Ei tietoa | 1000 |
| PlugPower | Porvoo | 500 | 1. Suunnittelu | Ei tietoa | 200 |
| Lounais-Suomen Jätehuolto Oy | Salo | 2,5 | 1. Suunnittelu | Ei tietoa | 0 |
| Outokumpu Oyj | Tornio | 0 | 0. Esiselvitys | Ei tietoa | 0 |
| Liquid Wind, Kanteleen voima & Piipsan tuuli voima | Haapavesi | 1000 | 1. Suunnittelu | Ei tietoa | 0 |
| OX2 | Lumparland | 0 | 0. Esiselvitys | Ei tietoa | 3000 |
| Yhteensä | | 14 300 | | | 6 800 |

Kuva 26: Vetyinvestointien hankeaihiot, huhtikuu 2024

5. OHJEET LAITOSSUUNITTELUUN JA KAAVOITUKSEEN



Ohjeet laitossuunnitteluun ja kaavoitukseen

Vety- tai P2X-laitos on kaavoittajan näkökulmasta teollisuuslaitos siinä kuin muutkin tehtaot. Suositeltava kaavamerkintä on T/kem (vrt. tarkemmin oppaan kohta ”Kaavamerkinntät”)

Laitosten reunaehdot sijainnille ovat käytännössä seuraavat:

- raskaan liikenteen **logistinen yhteys**
- prosessin tarvitsemien veden ja sähköenergian saatavuus; käytännössä **liitäntä sähköverkkoon ja raakavesilähde**
- ei häiriintyviä kohteita (esim. asutusta) meluetaisyydellä tai suojavyöhykkeellä

Laitosten aluevarausten tilantarve riippuu tuotannon tyypistä ja laajuudesta. Myös kemikaalilaitosten suojaetäisyydet määritetään tapauskohtaisesti, joten ne on tarkistettava viranomaisilta hankkeeseen ryhdyttäessä.

Elektrolyysi käyttää raaka-aineena vettä. Tarvittavan **veden määrä riippuu valittavasta elektrolyysimenetelmästä, valitusta laitteistosta sekä tuotettavan vedyn määrästä.**

Kun arvioidaan vedyn tuotannon vaatimaa pinta-alaravetta, tulee huomioida myös **todennäköinen tarve veden puhdistusprosessille**, jotta voidaan taata veden laatuvaatimukset täyttävän veden saanti.

- Fingridin mukaan kantaverkon voimajohtoihin on mahdollista liittää yhdellä voimajohtoliitännällä 60MW kulutusta / tuotantoa.
- Kytkinlaitosliitynnät suunniteltava 110 kV jännitetasolle 250 MW saakka.
- Yli 250 MW liitynnät tulee suunnitella liitettäväksi 400 kV tasolle

| | 30 MW | 60 MW | 100MW |
|----------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Vedyn tuotanto | 7 600 t/a | 15 200 t/a | 25 000 t/a |
| Vedenotto | 85 000 m ³ /a | 170 000 m ³ /a | 283 000 m ³ /a |

Kuva 27: Vedyn tuotannon reunaehdot elektroyserin tehoon perustuen (suunnitteluarvioita). Veden ja sähkön tarve määritellään tarkemman suunnittelun yhteydessä.⁽²⁶⁾

Vedyn käsittelyn ja varastoinnin turvallisuus

Rambollin Vetyteollisuusselvityksen ⁽²⁷⁾ loppuraportissa viitataan TUKESin tammikuussa 2024 verkkosivuillaan julkaisemaan uuteen raporttiin Vedyn käsittelyn ja varastoinnin turvallisuus⁽²⁸⁾ ohjeistettaessa vetylaitoksen sijoittamisen suunnittelua seuraavasti:

- Suunnittelun tarkoitus on **välttää ja minimoida mahdollisen onnettomuuden vaikutukset** kohteen läheisyydessä olevalle muulle toiminnalle.
- Sijoituksessa suhteessa ulkopuolisiin kohteisiin **huomioidaan erityisesti ns. herkäät kohteet**, kuten hoitolaitokset, koulut, päiväkodit, liikekeskukset jne.
- Epätodennäköisiä onnettomuuksia ei tarvitse ottaa huomioon tuotantolaitoksen sijoitusta koskevia suojaetäisyyksiä määritettäessä.
- Vedyn tuotantolaitoksen sijoittamisessa oleellimmat huomioitavat asiat ovat vedyn paine ja varastointimäärä ja näistä aiheutuvat onnettomuusriskit:
 - pistoliekin pituus ja sen aiheuttama lämpösäteilyvaikutus
 - syttymättömän, mutta konsentraatioiltaan syttymiskelpoisen vetypilven koko
 - räjähdysten (VCE tai Jet explosion) lämpösäteily- ja painevaikutukset.

- Mallinnettavaksi valitaan myös onnettomuusskenaario, jossa vetyputken vuotoaukon koko on 10 % putken poikkipinta-alasta kansainvälisen käytännön mukaisesti. Onnettomuuden seurausten arviointia varten mallinnetaan vuoto putkesta, jonka poikkipinta-ala on suurin sekä putkesta, jossa on korkein paine.
- Vetylaitosta tai -jakeluasemaa ei saa sijoittaa [sähkölinjan] ilmajohtojen alle.


Tuotantolaitoksen toimintojen sijoitteluun Tukes on antanut erikseen ohjeita, jotka tulee ottaa huomioon jatkosuunnittelussa. (Ks, mm. tämän oppaan luku 7.)

Kaavamerkinnot (1)

Teollisuus- ja varastorakennusten korttelialueiden käyttötarkoituksen määrittelyn kannalta keskeisiä kysymyksiä ovat alueella olevien ja/tai sinne sijoittuvien toimintojen ympäristölle aiheuttamat häiriöt ja toimintojen vaikutus yhdyskuntarakenteeseen. Käyttötarkoituksen määrittelyä asemakaavassa käytännössä sitä yksityiskohtaisemmin, mitä suurempi tarve on suojata ympäristön alueita teollisuuden aiheuttamilta haitoilta.⁽²⁹⁾


Vedyn tuotantoon ja jatkojalostukseen liittyvät laitokset ovat teollista toimintaa. Asemakaavassa teollisuudelle osoitettujen alueiden kaavamerkintänä on harmaa värirasteri ja kirjainmerkintä T (käyttötarkoitus: teollisuus- ja varastorakennusten korttelialue) tai jokin peruskäyttötarkoituksimerkintää tarkentava T-alkuinen kirjainyhdistelmä.

Vedyn tuotantoon ja jatkojalostukseen liittyen on oleellista tiedostaa, että kun toiminnoissa käytännössä käsitellään ja varastoidaan vaarallisia kemikaaleja, on kaavamerkinnot suosittelavaa olla T/kem, ei pelkkä T. Tämä koskee myös hiilidioksidin kemiallista absorptiota.

27  Teollisuus- ja varastorakennusten korttelialue.

Alueella on tai sille voidaan rakentaa teollisuustiloja kuten tehtaita, teollisuushalleja ja korjaamoja niihin liittyvine varasto- ja muine aputiloineen sekä varastorakennuksia. Kaavamääräyksellä voidaan rajoittaa alueelle sijoittuvien toimintojen sallittuja ympäristövaikutuksia. Asuntojen tai toimisto- ja myymälätilojen rakentaminen alueelle ei ole sallittua ilman siihen oikeuttavaa kaavamääräystä. Myös ravintolan tai kahvilan rakentaminen alueelle edellyttää kaavamääräystä. Sen sijaan toimipaikan omaa tarvetta palvelevat toimistotilat tai työpaikkaruokailua varten tarpeelliset tilat voidaan teollisuus- ja varastorakennusten korttelialueelle sijoittaa ilman erityistä määräystäkin.

Kuva 28: Asemakaavamerkinnot ja määräykset –oppaan ohjeteksti koskien kaavamääräystä 27 (T).⁽³⁰⁾

31  Teollisuus- ja varastorakennusten korttelialue, jolla on/jolle saa sijoittaa merkittävän, vaarallisia kemikaaleja valmistavan tai varastoivan laitoksen.

Merkintää käytetään silloin, kun kysymyksessä on ympäristölle tai terveydelle vaarallisten kemikaalien laajamittainen teollinen käsittely tai varastointi. Merkintää suositellaan käytettäväksi kaikille neuvoston direktiivin 96/82/EY (nk. SEVESO II-direktiivi) alaisille tuotantolaitoksille ja varastoille eli niille, joilta suuronnettomuusvaaran vuoksi edellytetään kemikaalilain (744/1989) 32 §:n mukaisesti Turvatekniikan keskuksen TUKES:in lupaa ja 35 §:n mukaisesti turvallisuusselvitystä tai toimintaperiaatteita onnettomuuksien ehkäisemiseksi. Merkintää voidaan harkinnan mukaan käyttää myös muiden TUKES:in lupaa edellyttävien laitosten kaavamerkintänä, jos niiden ympäristöön tai terveyteen kohdistuvat onnettomuusriskit ovat likimäärin edellisiin laitoksiin verrattavia. Ks. myös ympäristöministeriön kirje Kemikaaleja va-

Kuva 29: Asemakaavamerkinnot ja määräykset –oppaan ohjeteksti koskien kaavamääräystä 31 (T/kem).⁽³¹⁾

Kaavojen esitystapaan tulossa olevat muutokset

Kaavojen esitystapa muuttuu digitalisaation ja ns. tietomallipohjaiseen kaavoitukseen siirtymisen myötä. Uudesta esitystavasta säädetään ns. KATJA-asetuksessa (Ympäristöministeriön asetus yhteentoimivassa tietomallimuodossa laadittujen kaavojen kaavamääräysten ja kaavakohteiden esitystavasta). Asetuksen valmistelu on loppusuoralla, mutta asetus ei ole vielä voimassa tämän oppaan valmistuessa (toukokuu 2024).⁽³²⁾

Katja-hankkeen kuluessa säädösvalmisteluun liittyen saatujen tietojen perusteella kaavojen määräyslogiikka (aluerajaukseen liittyvät väri- ja kirjainsymbolit ovat merkintä, johon liittyy jokin tietty määräys) ja perustason käyttötarkoituksmerkinnät ja –määräykset eivät olisi merkittävästi muuttumassa, vaan periaatteiltaan kaavoitusta tullaan tekemään kuten ennenkin. Merkintöjen ja määräysten kirjaamisen tapa muuttuu kuitenkin, kun tiedot kirjataan järjestelmiin erilaisiin tietokenttiin ja kooditukseen liittyen, ja kaavamääräyksen sisältö on toki laadittava ja tarkistettava viimekädessä tapauskohtaisesti, kuten tähänkin asti.

OSA II

6. KAAVOITUS- JA LUPAPROSESSIT



Menettely- ja lupaprosessin lainsäädäntökehikko 2024

Lähtökohtaisesti teolliseen toimintaan tarvitaan aina ympäristö- ja rakennuslupiin liittyviä toimenpiteitä ja näitä edeltäviä tai näihin yhdistyviä kaavoitus- ja ympäristövaikutusten arviointiprosesseja. Näiden menettelyjen tarve, vaatimukset ja laajuus riippuvat toiminnan luonteesta, koosta ja materiaalivirroista. Menettelyt ovat pääosaltaan lakisääteisiä.

- **Ympäristövaikutusten arviointimenettely** (YVA) vaaditaan hankkeilta, joilla todennäköisesti on merkittäviä ympäristövaikutuksia.
- Hankkeen tulee olla MRL:n / Alueidenkäyttölain mukaisen kaavan (yleiskaava, asemakaava) tai suunnittelutarveratkaisun mukainen. Jos kaavaa ei ole tai se ei vastaa hankkeen tarpeita, on käynnistettävä **kaavoitusprosessi**.
- **Ympäristölupa** pitää hakea kaikelle sellaiselle toiminnalle, joka voi aiheuttaa ympäristön pilaantumista tai sen vaaraa. Tällaiseksi katsotaan mm. energiantuotanto ja kemianteollisuus.
- **Vesilupa** tarvitaan
 - muutettaessa vesialuetta tai rantaviivaa
 - käytettäessä pintavettä jäähdytykseen
 - johdettaessa jäte- tai lauhdevesiä vesistöön (haetaan tällöin usein ympäristöluvan yhteydessä)

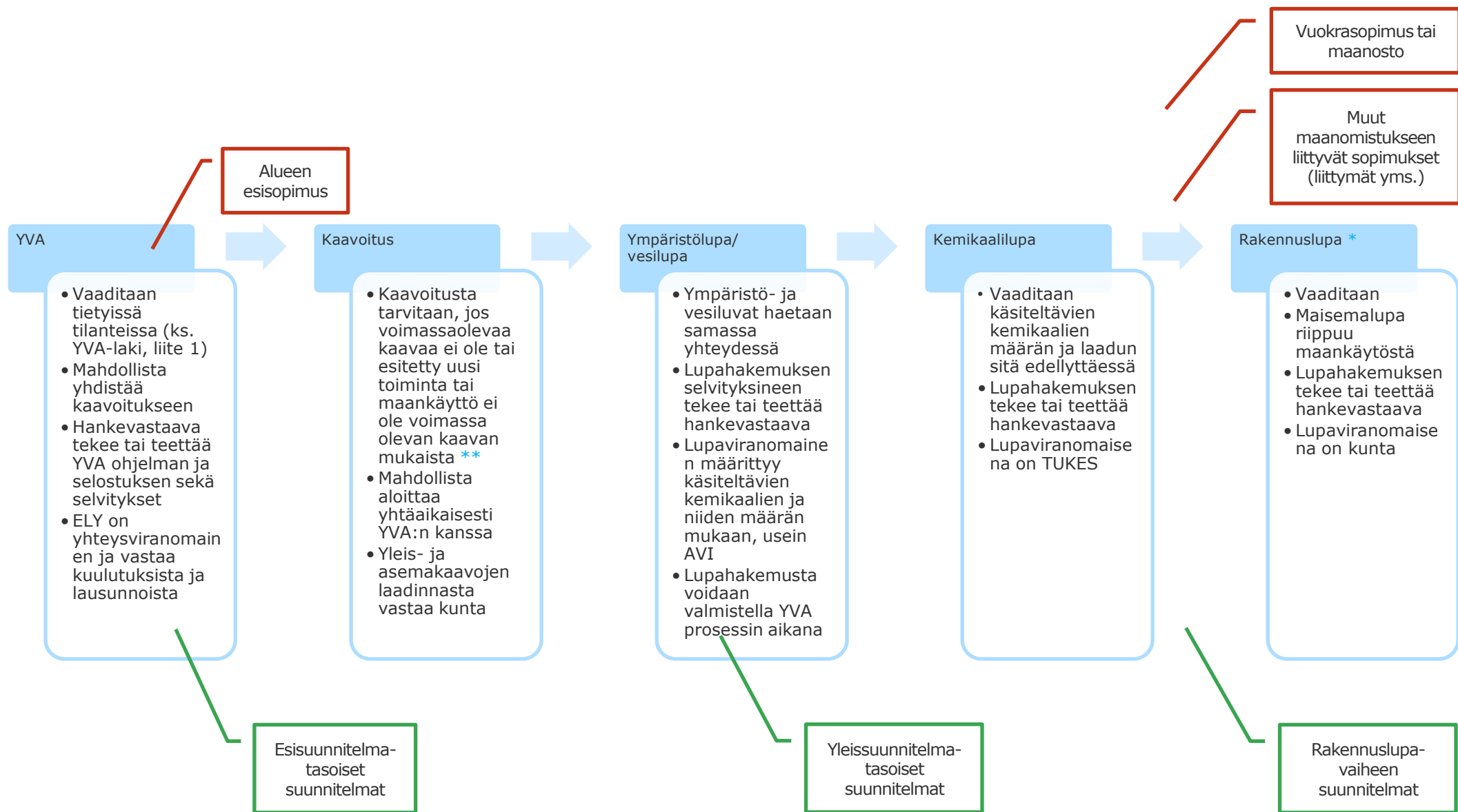
- ilmoitus tai **lupa vaarallisten kemikaalien käsittelyyn ja/tai varastointiin** tarvitaan silloin, kun kemikaalien määrä tai laatu sitä asetuksen ”asetus vaarallisten kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin valvonnasta 685/2015” mukaisesti edellyttää. (Huomaa, että vaarallisten kemikaalien käsittely ja /tai varastointi voi edellyttää myös ympäristönsuojelulain (YSL) mukaisia ennakkomenettelyitä (yleisen ilmoitusmenettelyn mukaista ilmoituspäätöstä tai ympäristölupaa).
- Rakennus- ja toimenpideluvitus *:
 - **Rakennuslupa** tarvitaan laitoksen rakentamiseksi
 - **Purkulupa** tarvitaan, jos paikalta on ensin purettava jotakin olemassa olevia rakennuksia tai rakenteita.
 - **Toimenpidelupa** tarvitaan esim. varastointikentän rakentamiseksi
 - **Maisematyölupa** edellytetään maisemaa muutettaessa
- Sopimustyyppiset luvat ja liittymät
 - Vesihuollon liittymäsopimus (vesi, viemäri- ja hulevesiliittymät ja niiden käyttöön tai liittymättömyyteen liittyvät sopimukset...)
 - Tonttiliittymä kadulle, liittymälupa yleiselle tielle jne.
 - Sähköliittymä
 - Muut tekniset liittymät

Jotta viranomaiset voivat arvioida menettelyjen, lupien ja sopimusten tarvetta ja oikeellisuutta, tarvitaan hankkeesta kulloinkin käsiteltävän asian edellyttämällä tarkkuudella laaditut suunnitelmat.



Kuva 30: Menettely- ja lupaprosessin kehikko, josta säädetään eri laeissa ja asetuksissa.

* = 1.1.2025 voimaan tulevan Rakennuslain myötä rakennuslupan nimi muuttuu rakentamisluvaksi ja toimenpidelupa poistuu kokonaan.



Kuva 31: Menettely- ja lupaprosessi kaaviona.

* = 1.1.2025 voimaan tulevan Rakennuslain myötä rakennusluvan nimi muuttuu rakentamisluvaksi ja toimenpidelupa poistuu kokonaan.

** = Huomaa myös valmistelussa oleva ja mahdollisesti lain muutoksena heti 1.1.2025 alkaen voimaan tuleva ”puhtaan siirtymän sijoittamislupa”.

Lainsäädäntö muuttuu

Kaavoitusta ja rakentamista ohjaava lainsäädäntö on parhaillaan joiltakin osin jo päätettyjen ja joiltakin osin vielä työn alla olevien huomattavien muutosten kourissa. Tämän oppaan valmistuessa toukokuussa 2024 vielä voimassa oleva Maankäyttö- ja rakennuslaki korvataan useammalla uudella lailla. Muutoksessa lain sisällöt muuttuvat nykyiseen MRL:ään verrattuna joiltakin osin vain vähän tai eivät lainkaan, mutta toisilta osin merkittävästikin.

Eduskunta hyväksyi rakentamisen päästöjä pienentävät ja rakennetun ympäristön digiuudistusta ohjaavat lait maaliskuussa 2023 ja nämä eli Maankäyttö- ja rakentamislain muutos (nimimuutoksen 1.1.2025 jälkeen alueidenkäyttölaki) sekä laki rakennetun ympäristön tietojärjestelmästä (RYTJL) ovat tulleet voimaan vuoden 2024 alusta. Uusi Rakentamislaki tulee voimaan 1.1.2025. Kuntien tulee toimittaa rakennetun ympäristön tietojärjestelmään rakentamista koskevat tiedot viimeistään 1.1.2028 alkaen. Kunnilla on kuitenkin velvollisuus tehdä tietomallimuotoisia rakentamislupia jo lain tullessa voimaan 2025.⁽³³⁾

Mutkikkaaksi tämän oppaan laatimisen kannalta asian tekee se, että rakennuslakiin ja alueidenkäyttölakiin valmistellaan vielä hyvin pikaisella vauhdilla istuvan hallituksen käynnistämän valmistelun mukaisia muutoksia. Osaa muutoksista

ei ole vielä julkaistu, joten ei tarkalleen tiedetä, mitä muutokset tulevat lopullisessa muodossaan olemaan. Tämä opas tulee siten joiltakin osin vanhenemaan jo noin puolen vuoden kuluessa valmistumisestaan ja tulisi muuttuvilta osin päivittää heti kun muutokset ovat tiedossa.

Merkittävimmät muutokset tämän oppaan käsittelemien asioiden osalta ovat tiedetysti tai oletetusti seuraavanlaisia:⁽³⁴⁾

- Rakennuslupa muuttuu nimensä rakentamisluvaksi ja toimenpidelupa poistuu kokonaan. (Muutoksen on tarkoitus tulla voimaan 1.1.2025, tämä sisältyy jo hyväksytyyn rakentamislakiin.)
- Rakentamislakia ollaan muuttamassa niin, että puhtaan siirtymän hankkeet - vety mukaan lukien - saavat oman erityisen lupamuotonsa, jolla voidaan korvata mm. asemakaavoituksen tarve (ns. puhtaan siirtymän sijoittamislupa). Eli hankkeita voisi tulevaisuudessa suunnitella sekä kaavoituksen että tämän erityisen sijoittamislupaharkinnan (ja siihen mahdollisesti liittyvän YVA-prosessin) kautta. (Muutoksen on tarkoitus ehtiä läpi valmistelun siten, että Rakentamislaki tulisi voimaan muutettuna 1.1.2025.)

- Maankäyttöä ja rakentamista ohjaava kaavoitusjärjestelmä on myös muuttumassa. MRL:stä tutut kaavatasot säilyvät, mutta niiden sisältö ja oikeusvaikutukset muuttuvat joiltakin osin. (Nämä muutokset ovat vasta työn alla, muutoksia valmistellaan siten, että ne voisivat olla eduskunnassa heti vuodenvaihteen jälkeen alkuvuodesta 2025 ja voimaan 2026)
- Kaavoituksen menettelytapoja koskeva sääntely on muuttumassa varsin paljon. Lakiin on tarkoitus lisätä kaava-aloitteita ja kumppanuuskaavoitusta (maanomistajien ja kunnan yhteistyötä) koskevat pykälät.
- Kaavoituksen vireilletuloa, osallistumis- ja arviointisuunnitelmaa ja valmisteluvaiheen kuulemista koskeva sääntely muuttuu mahdollisesti myös joiltakin osin. Olennaisin nyt ehdotettu muutos olisi, että kaikissa kaavahankkeissa vireilletulosta tiedottaminen, osallistumis- ja arviointisuunnitelma ja valmisteluvaiheen kuuleminen voitaisiin yhdistää yhdeksi kokonaisuudeksi, mikä painottaa varhaista osallistumista kaavoituksessa. Kaavaehdotuksen julkinen nähtävillä olo säilyisi kuitenkin ennallaan, samoin velvoite asettaa ehdotus uudelleen nähtäville, mikäli siihen tehtäisiin merkittäviä muutoksia. Samoin kaavoitukseen liittyvä selvitystarve ja vaikutusten arviointi säilyy pääpiirteissään entisellään.

YVA-tarve ja liitántä muihin menettelyihin ⁽³⁵⁾

Ympäristövaikutusten arviointimenettelystä on säädetty laissa (*Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä, 5.5.2017/252*). Lakia ja ympäristövaikutusten arviointimenettelyä sovelletaan hankkeisiin ja niiden muutoksiin, joilla todennäköisesti on merkittäviä ympäristövaikutuksia (vrt. lain liitteet 1-3). Päätettäessä arviointimenettelyn soveltamisesta yksittäistapauksessa otetaan huomioon myös hankkeen ominaisuudet ja sijainti sekä vaikutusten luonne.

Tämän oppaan mukaiset hankkeet ovat luonteensa ja laajuutensa vuoksi varsin todennäköisesti YVA-lain koskemia hankkeita.

YVA voidaan toteuttaa omana menettelynä kaavan laadinnan yhteydessä tai jonkun muun lain mukaisessa menettelyssä (esim. lakisääteiset lupamenettelyt).

YVA-menettelyssä vaikutuksia kuvataan ja arvioidaan yleensä kaavaprosessiin liittyvää vaikutusarviointia laajemmin.

YVA-menettelyä ohjaa **YVA-yhteysviranomainen**, jonka kanssa on hyvä neuvotella heti hankevalmistelun alussa YVA:n ja muiden menettelyjen yhdistämisen tukemiseksi ja investoinnin tehokkaaksi toteuttamiseksi

Yhteysviranomaisena toimii tämän oppaan käsittelemissä hankkeissa **elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus**. Jos hanke sijoittuu useamman kuin yhden elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen toimialueelle, viranomaisten on sovittava, mikä niistä toimii hankkeen yhteysviranomaisena.

Jos yhteysviranomaisesta syntyy epäselvyyttä tai elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus vastaa hankkeen suunnittelusta tai toteuttamisesta, ympäristöministeriö määrää, mikä elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksista toimii hankkeen yhteysviranomaisena. Ympäristöministeriön asiassa tekemään päätökseen ei ole mahdollista hakea valittamalla muutosta.

Maankäyttöä ja rakentamista ohjaava järjestelmä

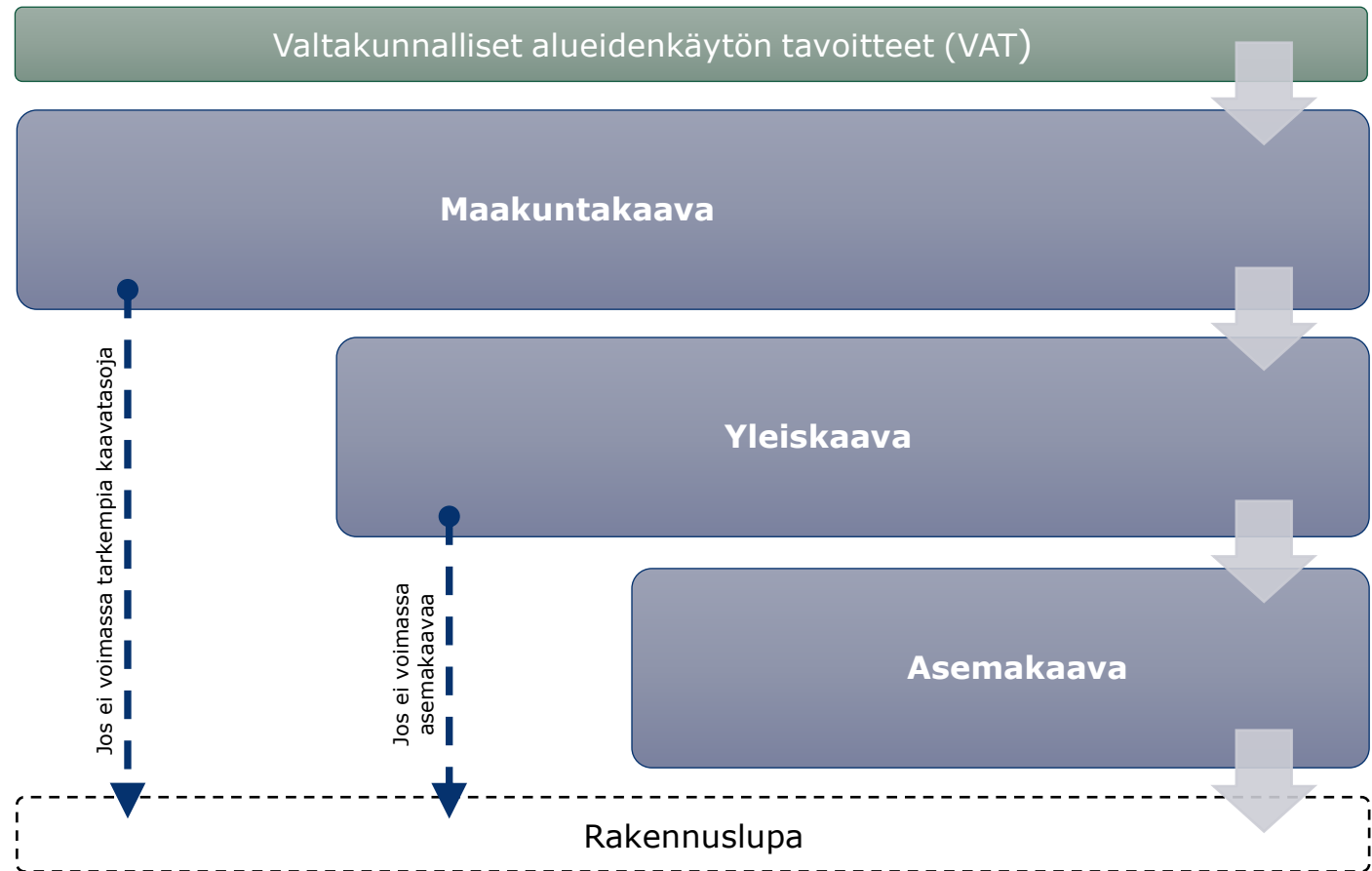
Maankäyttöä ja rakentamista ohjaa Suomessa hierarkkinen järjestelmä, jossa kukin ylempi tai yleispiirteisempi taso ohjaa ja määrittää aina osaltaan alemman tai yksityiskohtaisempaan suunnitteluun etenevän portaan sisältöä.

Ylimpänä tasona maankäytön suunnittelua ja rakentamista ohjaa lainsäädäntö. Kaavoituksen ja rakentamisen osalta tärkeimpiä lakeja ovat Maankäyttö- ja rakennuslaki (MRL) sekä sen 1.1.2025 alkaen rakentamisen osuuden osalta korvaava Rakennuslaki ja alueidenkäytön osalta korvaava Alueidenkäyttölaki.

Kaavoituksen osalta MRL:n / Alueidenkäyttölain tavoitteita täydentävät valtakunnalliset alueidenkäytön tavoitteet (VAT), joita voidaan pitää lain jälkeen hierarkian toisena tasona.

Lakisääteisiä, kartalla esitettäviä kaavatasoja on kolme: maakuntakaava, yleiskaava ja asemakaava.

Jotta hanke voi saada rakennusluvan ja on toteutettavissa, sen tulee täyttää hierarkkisen järjestelmän kaikkien voimassa olevien tasojen vaatimukset tai hyväksyttävät perusteet näistä poikkeamiselle.



Kuva 32: Suomen kaavoitusjärjestelmä ja sen suhde rakentamisen luvitukseen.

Lisätietoa kaavatasoista: maakuntakaava ja yleiskaava⁽³⁶⁾

Maakuntakaava on valtakunnalliset alueidenkäytön tavoitteet huomioiva yleispiirteinen suunnitelma maakunnan tai vastaavan laajan alueen maankäytöstä pitkälle tulevaisuuteen.

Maakuntakaavassa osoitetaan alueiden käytön ja yhdyskuntarakenteen suuntaviivat ja periaatteet, esimerkiksi asumiseen ja virkistykseen soveltuvat alueet, sekä varataan alueet seudullisille ja valtakunnallisille toiminnoille kuten liikennetarkoituksille ja muille yhteiskunnallisesti tärkeille infran verkostoille

Maakuntakaavan laadinnasta vastaa maakuntaliitto.

Maakuntakaava on ohjeena kuntien yleis- ja asemakaavoja laadittaessa.

Maakuntakaava koskee aina laajaa aluetta ja esitetään kartalla kaaviotyypillisesti karkeassa mittakaavassa, esim. 1:100000.

Maakuntakaavassa osoitettavat aluerajaukset ja sijainnit ovat yleensä suuntaa antavia, mutta ilmaisevat tärkeitä yhdyskuntarakenteen kehityksen suuntia, tarpeita ja reunaehtoja.

Yleiskaava on kaupungin tai kunnan maankäytön ja liikenteen järjestämisen yleispiirteinen suunnitelma. Yleiskaava voidaan laatia myös yhteisenä kahden tai useamman kunnan alueelle. Jos yleiskaava laaditaan vain osalle kaupungin tai kunnan aluetta, sitä kutsutaan yleensä osayleiskaavaksi.

Yleiskaavaa laadittaessa tulee ottaa huomioon lainsäädännön ja valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden lisäksi se, mitä maakuntakaavassa säädetään ja ohjataan. Yleiskaava toimii puolestaan ohjeena ja lähtökohtana asemakaavaa laadittaessa.

Yleiskaava voidaan esittää hyvin monella eri tarkkuustasolla ja erilaisissa mittakaavoissa (esim. 1:20000 tai 1:5000); se voi esittää kaaviomaisesti maankäytön strategisia tavoitteita (strateginen yleiskaava) tai jo hyvin yksityiskohtaisellakin tasolla erilaisia aluevarauksia ja määräyksiä (aluevaraustason yleiskaava). Yleiskaava voidaan laatia myös koskien vain jotakin tiettyä teemaa, kuten vaikkapa jotakin energiantuotantomuotoa, liikennettä tai viheralueita.

Eri tarkkuustasojen tai teemojen yleiskaavat voivat olla voimassa ”päällekkäin” ja yhdenaikaisesti, mutta ne eivät voi olla keskenään ristiriitaisia, vaan niiden tulee tällöin täydentää saumattomasti toisiaan.

Lisätietoa kaavatasoista: asemakaava⁽³⁷⁾

Asemakaava on alueen käytön yksityiskohtaista järjestämistä ja kehittämistä varten laadittava asiakirja, jonka tarkoituksena on osoittaa tarpeelliset alueet eri käyttötarkoituksia varten ja ohjata rakentamista ja muuta maankäyttöä paikallisten olosuhteiden, kaupunki- ja maisemakuvan, hyvän rakentamistavan, olemassa olevan rakennuskannan käytön edistämisen ja muun kestäväen kehityksen sekä kaavan muiden ohjaustavoitteiden edellyttämällä tavalla.

Asemakaavataso on kaavatasoista yksityiskohtaisin. Asemakaavassa osoitetaan kartalla aluerajauksina, värirastereina, kirjainyhdistelminä ja symboleina erilaisia kaavamerkintöjä, joihin liittyy määräyksiä. Kaavassa voidaan antaa myös tekstinä kaavamerkintöjen ja määräysten listauksen yhteydessä annettavia ns. yleismääräyksiä, jotka ovat voimassa koko laadittavan kaavan alueella tai erikseen tekstissä yksilöidyllä osa-alueella, esimerkiksi numerolta mainittujen kortteleiden tai tietyn käyttötarkoituksen alueilla.

Asemakaavalla osoitetaan mm. alueiden rajat, käyttötarkoitukset, rakentamisen sallittu määrä sekä rakennusten sijoittamista ja rakentamistapaa koskevat periaatteet. Asemakaavakartan mittakaava on 1:2000 tai 1:1000.

Asemakaavaan liittyy aina selostus, jossa kerrotaan mm. alueen suunnittelun lähtökohdat, kaavaratkaisun perusteet, kaavoitusprosessin kulkuun ja sen aikana toteutuneeseen vuorovaikutukseen liittyvät tiedot sekä kaavan toteuttamisen arvioidut vaikutukset.

Kaavoituksen käynnistäminen ja prosessin kulku (1)

Asemakaavan laadinnasta päättää ja kaava-prosessin läpiviennistä tarvittavine päätöksentekokäsittelyineen vastaa aina se kaupunki tai kunta, jossa kaavoitettava alue sijaitsee. Kaavoituksen käynnistämiseksi tulee kaupungille / kunnalle tehdä **kaavamuutoshakemus tai kaavoitusaloite**, jonka tekemiseen löytyvät yleensä ohjeet ja yhteystiedot kunnan internet-sivuilta.

Kaavoitusaloitteen lähtökohtana on hyvä olla jo olemassa jonkinlainen alustava suunnitelma hankkeesta ja kaavan laatimisen tai muuttamisen tarpeista, mutta lopullinen kaava-alueen laajuus ja kaavan sisältö määrittäyty vasta kaavoitusprosessin kuluessa monien eri osatekijöiden yhteen sovittamisen tuloksena.

Kaavan on perustuttava viranomaisten riittäväksi arvioimiin selvityksiin ja lähtötietoihin. Sen, mikä on ”riittävä”, määrittävät kaavoittaja ja eri viranomais-tahot yhdessä prosessin eri vaiheissa pidettävissä viranomaisneuvotteluissa. Joskus jo kaavoituksen käynnistämispäätöksen tekemiseen saatetaan kaivata jotakin selvitysaineistoja tai alustavia vaikutusarviointeja hankealuetta koskien. (Kaavoitusaloitteen tehnyt hanketoimija voi yrittää jouduttaa kaavoitusprosessia teettämällä ja tarjoamalla kaavoituksen käyttöön tarpeelliseksi katsottavia selvityksiä ja suunnitelmia.)

Riippumatta kaavoituksen lopputuloksesta, kaupunki tai kunta yleensä perii kaavoittamisen kustannukset aloitteen tehneeltä taholta. Mikäli kaavoitusaloitteen tekijä on muu taho kun kaupunki/kunta itse, laaditaan ja allekirjoitetaan ennen kaavoituksen käynnistämistä **kaavoitus sopimus**, jolla kaavan laatimiseen liittyvät tavoitteet, vastuut ja kustannusten jakautuminen sovitaan tarkemmin.

Tämä kaikki tapahtuu siis ennen lakisääteisen kaavoitusprosessin virallista käynnistämistä.

Kun kaavoituksen käynnistämisestä on tehty päätös (yleensä tämä harkinta tehdään virkamiestyönä) ja kaavoitus sopimus allekirjoitettu, etenee kaavaprosessi neljässä vaiheessa:

- 1) Vireilletulo- eli aloitusvaihe
- 2) Luonnos- eli valmisteluvaihe
- 3) Ehdotusvaihe
- 4) Hyväksymisvaihe

Vireilletulovaiheessa kootaan kaavoitusta varten tarvittavat lähtötiedot ja laaditaan **osallistumis- ja arviointisuunnitelma (OAS)**, eli asiakirja, jossa kerrotaan mitä, mille alueelle ja milloin aiotaan kaavoittaa, mitä lähtötietoja on tai aiotaan selvitysten kautta vielä lisäksi hankkia, miten eri sidosryhmät voivat osallistua prosessiin sen eri vaiheissa, miten vaikutuksia tullaan arvioimaan ja mistä voi saada lisätietoja.

Sitten OAS asetetaan julkisesti nähtäville ja kommentoitavaksi ja tästä (sekä yleensä samassa yhteydessä kaavoitusprosessin virallisesta käynnistymisestä eli vireilletulosta) ”kuulutetaan” julkaisemalla ilmoitus kaupungin/kunnan virallisissa ilmoituskanavissa.

Luonnosvaiheessa kaavoitus jatkuu tarvittaviksi katsottavien vielä puuttuneiden selvitysten laatimisella, maankäytön suunnitelmien tarkentamisella ja kaavakartan sekä muiden kaava-asiakirjoina julkaistavien aineistojen laatimisella. Laaditut aineistot asetetaan julkisesti nähtäville. Tässä vaiheessa prosessia kaavaa kutsutaan **kaavaluonnokseksi**.

Ehdotusvaiheessa kaavaratkaisua muokataan ja taustatietoja tarvittaessa vielä edelleen päivitetään luonnosaineistosta nähtävilläolon aikana saadun palautteen ja viranomaisten kanssa käytyjen neuvottelujen perusteella. Aineisto asetaan jälleen julkisesti nähtäville **kaavaehdotuksena**.

Mikäli ehdotusvaiheen julkisen nähtävilläolon jälkeen vaikkapa saadun palautteen tai ilmenneiden lisätietojen perusteella tarvitaan kaavaratkaisuun vielä vähäisiä teknisluonteisia tarkistuksia merkittävämpiä muutoksia, asetetaan kaava-aineisto uudelleen ehdotuksena nähtäville, kunnes merkittäviä muutostarpeita ei enää ilmene. Ehdotusvaihe voidaan siis tarvittaessa toistaa, muut vaiheet tehdään vain kerran.

Kaavoituksen käynnistäminen ja prosessin kulku (2)

Hyväksymisvaiheessa kaava-aineistoon ei enää tehdä kuin edellä mainittuja ”vähäisiä teknisluonteisia tarkistuksia”. Valmiiksi viimeistelty kaava-aineisto viedään kaupungin tai kunnan toimintatapojen mukaiseen poliittiseen päätöksentekoprosessiin hyväksyttäväksi. Yleensä kaavan lopullisesta hyväksymisestä vastaa kaupungin- tai kunnanvaltuusto.

Suomalaiseen oikeusjärjestelmään kuuluu, että kaavan hyväksymispäätöksestä on mahdollista valittaa, ensin hallinto-oikeuteen ja mahdollisesti edelleen ylempiin oikeusasteisiin. Valitus hallinto-oikeudelle on jätettävä 30 vuorokauden kuluessa kaavan hyväksymispäätöksestä. Mikäli tämän ajan umpeutuessa ei ole valituksia jätetty, voidaan kaava kuuluttaa voimaan.

Mikäli valituksia on jätetty, odotetaan oikeuden käsittelyä ja päätöstä asiasta. Käytännössä joko valitukset hylätään ja kaavan hyväksymispäätös todetaan lainvoimaiseksi, tai sitten kaavan hyväksymispäätös kumotaan ja koko kaavoitusprosessi raukeaa.

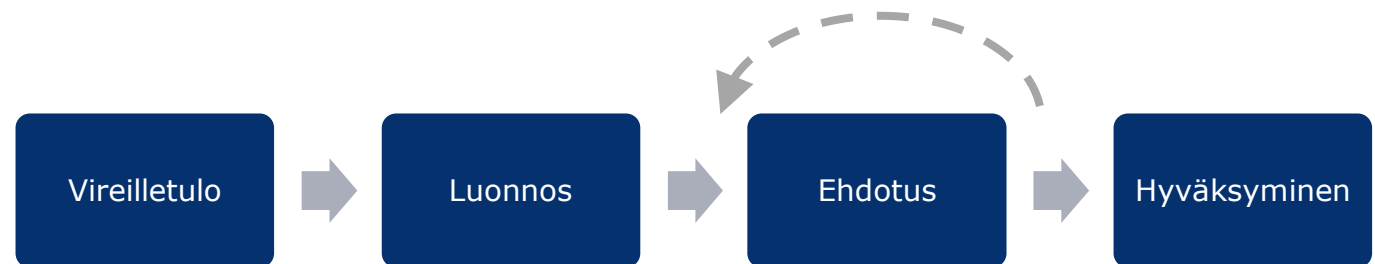
Kaavojen voimaantulosta on säädetty Maankäyttö ja rakentamisasetuksessa. Yleiskaava ja asemakaava (ja samoin rakennusjärjestys) tulevat voimaan, kun hyväksymispäätöksestä on kuulutettu

”niin kuin kunnalliset ilmoitukset kunnassa julkaistaan”. Kaavan voimaantulosta voi siis julkaista kuulutuksen, kun päätös on saanut lainvoiman.

(Tietyin edellytyksin kunnanhallitus voi määrätä kaavan tulemaan voimaan myös ennen kuin hyväksymispäätös on saanut lainvoiman, mutta poikkeustapauksia ei käsitellä tässä oppaassa tarkemmin.)

Kun kaava on tullut voimaan, voidaan aloittaa sen toteuttaminen eli käytännössä tämän jälkeen on mahdollista saada rakennuslupa ja aloittaa rakentaminen.

Mikäli ylemmät kaavatasot eivät mahdollista tavoiteltua asemakaavaratkaisua ja päädytään siihen, että yleiskaavaa, maakuntakaavaa tai molempia on muutettava ja voidaan muuttaa, käydään näiden kaavojen osalta läpi kutakuinkin vastaavat prosessit. Eri tasojen kaavoitusprosessit voivat joiltakin osin limittyä, mutta ylemmän kaavataso on oltava voimassa ennen kuin alemman tason kaava voidaan hyväksyä.



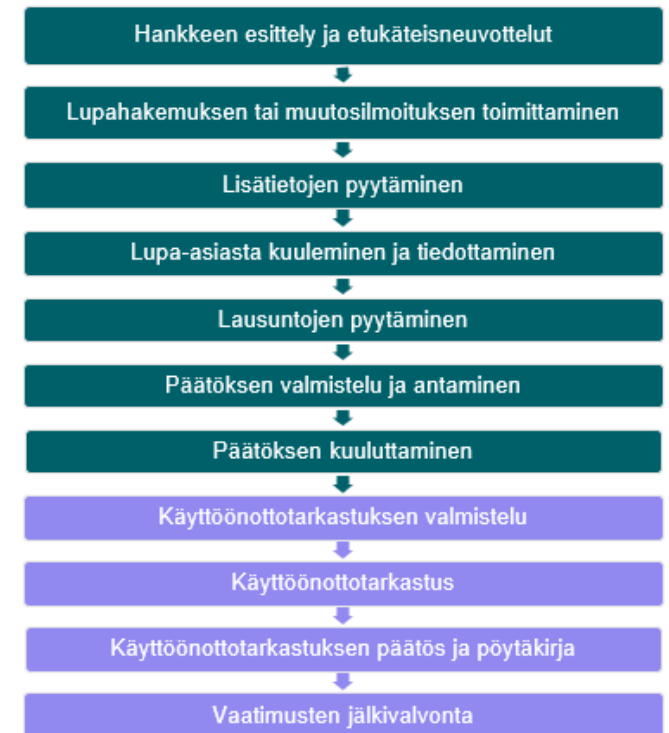
Kuva 33: kaavaprosessin kulku kaaviona.

Ympäristölupa⁽³⁸⁾

- Ympäristönsuojelulain (YSL, 527/2014) 27 §:n perusteella ympäristölupa tarvitaan
 - ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavaan toimintaan (ks. Tarkemmin lain liite 1, taulukot 1 ja 2)
 - toimintaan, josta saattaa aiheutua vesistön pilaantumista eikä kyse ole vesilain mukaan luvanvaraisesta hankkeesta;
 - jätevesien johtamiseen, josta saattaa aiheutua ojan, lähteen tai vesilain 1 luvun 3 §:n 1 momentin 6 kohdassa tarkoitetun noron pilaantumista;
 - toimintaan, josta saattaa ympäristössä aiheutua eräistä naapuruussuhteista annetun lain (26/1920) 17§ 1 momentissa tarkoitettua kohtuutonta rasitusta. – asemakaavoitetulla alueella tämän kynnyksen ylittyminen ei ole todennäköistä.
- Ympäristöluvan ratkaiseva taho määritetään YSL 34§:ssä.
 - *Valtion ympäristölupaviranomainen* ratkaisee hakemuksen, jos
 - toiminnalla saattaa olla merkittäviä ympäristövaikutuksia tai asian ratkaiseminen valtion ympäristölupaviranomaisessa muuten on perusteltua toiminnan laatu ja luonne huomioon ottaen
 - muun kuin edellä tarkoitetun toiminnan ympäristövaikutukset saattavat kohdistua huomattavassa määrin sijaintikuntaa laajemmalle alueelle
 - toiminta edellyttää ympäristöluvan lisäksi lupaa vesilain 3 luvun nojalla tai 69§:ssä tarkoitetun käyttöoikeuden perustamista ja lupahakemukset on käsiteltävä yhteiskäsittelyssä
 - Lupa tarvitaan toimintaan, jossa saattaa aiheutua vesistön pilaantumista (ks edellä 27§)
 - *Kunnan ympäristölupaviranomainen* ratkaisee hakemuksen muissa kuin edellä kuvatuissa tilanteissa.
 - Kuitenkin lupaviranomaisena on valtion ympäristölupaviranomainen, jos
 - toiminta sijaitsee usean ympäristönsuojeluviranomaisen toimialueella
 - kyse on sotilaskäyttöön tarkoitetusta toiminnasta
 - lupa-asian yhteydessä ratkaistaan myös YSL 136§:ssä tarkoitettu maaperän tai pohjaveden puhdistamista koskeva asia, eikä toimivaltaa mainitun pykälän mukaisissa asioissa ole siirretty kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle.
- Mahdollisuus luvan yhteiskäsittelylle vesiluvan kanssa, kun lupia haetaan samaan toimintaan (YSL 47 §, VL 11:12). Kullekin luvalla kuitenkin tarvitaan oma hakemus, eikä käsittelyiden yhdistäminen välttämättä toteudu.
- Voidaan yhdistää YVA-kuulemiseen (YSL 44a §), voi lykätä rakennuslupa-asian käsittelyä (MRL 134.3)
- Voidaan eräiden ympäristöllisten lupamenettelyjen yhteensovittamislain (764/2019) nojalla yhteensovittaa YSL (527/2014) ympäristölupa, KemTL (390/2005) kemikaaliturvallisuuslupa, VL (587/2011) vesilupa ja MRL (132/1999) rakennuslupa.
- Toiminnanharjoittaja voi erikseen pyytää **etusijamenettelyn** soveltamista vesitalous- tai ympäristölupahakemuksensa käsittelyssä vuosina 2023–2026. Etusijalle pääsyn tarkoituksena on mahdollistaa lupahakemuksen tavanomaista nopeampi käsittely aluehallintovirastossa. Etusija lupahakemuksien käsittelyssä annetaan sellaisille vihreää siirtymää edistäville hankkeille, joiden toiminnassa on otettu huomioon ei merkittävää haittaa -periaate (DNSH). Lupamenettely ja lupaharkinta eivät muutoin poikkea tavanomaisesta.⁽³⁹⁾

Vesitalouslupa ja kemikaaliturvallisuuslupa⁽⁴⁰⁾

- Vesilain (VL, 587/2011) mukainen **vesitalouslupa** (luvanvaraisuuskynnys)
 - VL 3:2 (vaikutusten perusteella) vedenottamo (rakenteet) ja jäähdytysveden johtaminen
 - VL 3:2 rakentaminen veteen tai rantaviivaan
 - VL 4:3:1 pintaveden ottaminen jäähdytysvedeksi toisen vesialueelta
 - VL 3:3 pohjaveden ottaminen ≥ 250 m³/d tai VL 4:4 pohjaveden ottaminen toisen alueelta (vesijohtojen ja rakenteiden sijoittaminen toisen alueelle käsitellään lupa-asiaassa)
 - Yhdistetään ympäristölupamenettelyyn (VL 11:12, YSL 47 §)
 - Voidaan yhdistää YVA-kuulemiseen (VL 11:11a)
 - VL 3:4 luvanmyöntämiskynnys, VL 3:16 valmistelulupa
- Hakemusmenettely VL luku 11, lupahakemuksen sisältö VL 11:3.
- Lupaviranomaisena toimii Aluehallintovirasto ja valvontaviranomaisina ELY-keskus sekä kunnan ympäristönsuojeluviranomainen. (VL 1:7)
- Kemikaaliturvallisuuslain (viralliselta nimeltään Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden turvallisuudesta) (KemTL, 390/2005) ja valvonta-asetuksen (viralliselta nimeltään Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin valvonnasta, 685/2015) mukainen **kemikaaliturvallisuuslupa**:
 - Luvanvaraisuus KemTL 23 § (ilmoitusvelvollisuus 24 §) ja valvonta-asetus (685/2015) 4 §; lupa vaarallisten kemikaalien laajamittaista teollista käsittelyä ja varastointia varten haettava Turvallisuus- ja kemikaalivirastolta (TUKES)
 - Kemikaalien luokittelut (lain soveltaminen KemTL 4 § ja luokittelut VNA 4 § ja liite I)
 - Voidaan käsitellä ympäristölupamenettelyn yhteydessä, ei voi yhdistää YVA-kuulemiseen
- Vedyn teollisen käsittelyn ja varastoinnin katsotaan olevan laajamittaista, jos vetyä on laitoksella ≥ 2 tonnia. Toiminnan laajuuteen vaikuttavat myös muut laitoksella olevat vaaralliset kemikaalit.⁽⁴¹⁾



Kuva 34: Kemikaaliturvallisuusluvan hakemusprosessi.⁽⁴²⁾

Vesilain mukainen lupa tarvitaan, jos johdetaan jäte- tai lauhdevettä pintavesiin tai otetaan pintavettä teolliseen käyttöön.

Muut luvat ja maankäyttöön liittyvät säädökset ⁽⁴³⁾

- Maankäyttö- ja rakennuslain (MRL, 132/1999), 1.1.2025 alkaen Alueidenkäyttölain (AL, nimikemuutos 752/2023) mukaiset luvat:
 - MRL/AL 125 § rakennuslupa rakennusten rakentamiselle (luvanvaraisuuskynnys)
 - MRL/AL 126 §:n toimenpidelupa MRL 126a §:n rakennelmille (luvanvaraisuuskynnys)
 - MRL/AL 128 § maisematyölupa Luvanvaraisuuskynnys
 - Tarvitaan maisemaa muuttavaan maanrakennukseen tai puuston kaatamisen asemakaava-alueilla (aina), yleiskaava-alueella (jos yleiskaavassa niin määrätään) tai rakennuskiellon ollessa voimassa.
 - Ei tarvita asemakaavan toteuttamiseen liittyvään muutokseen tai myönnetyn toimenpideluvan mukaiseen toimenpiteeseen eikä vaikutuksiltaan vähäisiin toimenpiteisiin.
 - Rakennusluvan, toimenpideluvan, purkamisluvan ja maisematyöluvan ratkaisee kunnan rakennusvalvontaviranomainen. Maisematyölupa voidaan siirtää myös kunnan määräämän muun viranomaisen ratkaistavaksi. Luvanmyöntämiskynnykset: rakennuslupa MRL/AL135-136 §, toimenpidelupa MRL/AL138 §, maisematyölupa MRL/AL 140 §
 - Voidaan yhdistää ympäristölupamenettelyyn (MRL/AL 148 §, L 764/2019) – hidastaa käsittelyä
 - Rakennuslupa-asian käsittelyä voidaan lykätä ympäristöluvan lainvoimaisuuteen saakka (MRL/AL 134 §) – lainvoima tarkoittaa myös ympäristöluvan täytäntöönpanoa, lykkääminen lähinnä tilanteissa, joissa rakennusta ei voisi käyttää muuhun ympäristöluvan tarkoitukseen
 - Täytäntöönpano eli aloittamisoikeus MRL/AL 144 §
- Muita lupia ja vaatimuksia
 - Asemakaavan viipyessä liittymislupa maantiehen (Laki liikennejärjestelmästä ja maanteistä L 503/2005, 37 §) tai yksityistie- tai rasitesopimuksia (Yksityistielaki YksTL 560/2018, 14 §, Kiinteistönmuodostamislaki KML 14:154 § k. 11) katuliittymän rakentamista odotellessa
- Ympäristölupaa ei saa myöntää asemaakaavan vastaisesti (YSL 12 §)
 - Kaavatilanteen tarkistaminen kunnan kaavoitusviranomaisilta
 - Poikkeusharkinta, jos ei ole täysin asemakaavan mukainen, kunhan ei ole kaavan vastainen
 - Jos asemakaavaa ei ole, toiminnan sijoittaminen ei saa vaikeuttaa alueen käyttämistä maakunta- tai yleiskaavassa varattuun tarkoitukseen
 - Saattaa edellyttää myös maakunta- ja/tai yleiskaavan muuttamista
- Vesilupa-asiaa ratkaistaessa on otettava huomioon asemakaava + otettava huomioon maakunta- ja yleiskaavojen oikeusvaikutukset MRL/AL mukaisesti (VL 3:5, MRL/AL 32 ja 42 §)
- Kemikaaliturvallisuuslupa-asiaa ratkaistaessa otetaan huomioon oikeusvaikutteisessa kaavassa osoitettu käyttötarkoitus ja kaavamääräykset (KemTL 20 §)

Mahdollisia sopimuksia⁽⁴⁴⁾

- Jätevesien johtamisesta teollisuusjätevesi- / erityisliittymis- / tukkuvesisopimus viemärlaitoksen tai vesi- ja viemärlaitoksen kanssa
- Tukkuvedestä tukkuvesisopimus vesilaitoksen kanssa, jos ei vähäisenä mene vesihuoltolain (VHL, 119/2001) mukaisen liittymissopimukseen
- Käyttö- ja saniteettivesistä normaalit VHL 5 luvun liittymis- ja käyttö sopimukset
- Maanhankinnasta maakaaren (MK, 540/1995) kiinteistökauppa- tai maanvuokralain (MVL, 258/1966) maanvuokrasopimukset
- Vesi- ja viemärijohtojen tms. laitteiden sijoittamissopimukset maanomistajien kanssa – jos ei sovita, viemäriin sijoittaminen ympäristöluvassa ja vesijohdon vesiluvassa tai johtojen sijoittamiset MRL 161 §:n mukaisella rakennusvalvontaviranomaisen päätöksellä.
- Voima-/suurjännitejohto tarvittaessa lunastuksella (L 603/1977)
- Mahdolliset yksityistielain sopimukset ja rasitesopimukset
- Liittymissopimus suurjännite- tai keskijännitejohtoon, rakentamissopimus, sähköntoimittamis- ja sähkönkäyttö sopimukset (sähkömarkkinalaki 588/2013)
- Laitoksen, terminaalin, varastojen, teiden, infran jne. suunnittelu- ja rakentamissopimukset
- Kaavoitus sopimukset, maankäyttö sopimukset, YVA- ja lupamenettelyjen sekä liitännäisselvitysten sopimukset
- Vakuutus- ja rahoitus sopimukset, liiketoiminnan sopimukset
- Sähkön ja vedyn siirtoinfran (johto- ja putkilinjat) tarvitsemien alueiden lunastusten valmistelun edellyttämät tutkimusluvut (L 603/1977)

7. VETYHANKKEISIIN SOVELTUVAT JA SOVELTUMATTOMAT ALUEET

Tuotantolaitosten sijoittaminen

Vetyhankkeisiin liittyvä maankäytön ohjaus on hyvin vastaavaa kuin yleensäkin tuotantolaitosten sijoittumisen ohjaus.

TUKES on julkaissut tuotantolaitosten sijoittamisesta jopa erillisen oppaan. Oppaan mukaan perusedellytyksenä uuden tuotantolaitoksen sijoitukselle on, että alueen kaavoitus mahdollistaa sen eli alue on asemakaavassa varattu teollisuus- ja varastotoimintaan kaavamerkinnällä ”T” (teollisuus- ja varastorakennusten korttelialue) tai suuronnettomuusvaarallisten kohteiden kyseessä ollessa kaavamerkinnällä ”T/kem” (teollisuus- ja varastorakennusten korttelialue, jolle saa sijoittaa merkittävän, vaarallisia kemikaaleja valmistavan tai varastoivan laitoksen).⁽⁴⁵⁾

Suurimpia tuotantolaitoksia koskee suuronnettomuuksien vaaran ehkäisyä käsittelevä Seveso III –direktiivi. Sen periaate on, että vaaralliset kohteet sijoitetaan erilleen muusta toiminnasta. Suuronnettomuusvaaralliset laitokset tulisi siten ensisijaisesti sijoittaa teollisuusympäristöön kauas rakennetuista alueista. Samaa periaatetta TUKES suosittelee soveltavan pienempiinkin kohteisiin erityisesti, jos toiminnasta on mahdollista aiheutua vaaraa ympäristölle.⁽⁴⁶⁾ Vaaditut suojaetäisyydet ja muut toimet määritellään tapauskohtaisesti toiminnan laatu ja laajuus huomioiden.

On hyvä tunnistaa, että pelkkä vedyn käsittely ei ole suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavaa toimintaa, mutta johdannaistuotteiden, esimerkiksi ammoniakkin, käsittely voi suuremmassa mittakaavassa toteutuessaan sitä olla.

(Ks. myös vedyn käsittelyn turvallisuuteen liittyvät TUKESin ohjeet vetylaitosten sijoittamisesta, kohta ”Vedyn käsittelyn ja varastoinnin turvallisuus” tämän oppaan luvusta 5.)

Hankealueen valinta, arviointi ja rakennusvalmiuteen saattaminen

Käytännössä hankealueen etsintä ja valinta tapahtuu pääpiirteittäin seuraavasti:

- 1) määritellään tavoiteltavan toiminnan laatu ja laajuus
- 2) tarkistetaan em. laadun ja laajuuden edellyttämät reunaehdot ja vaatimukset
- 3) tarkistetaan, onko kyseiset reunaehdot ja vaatimukset täyttäviä tontteja valmiiksi kaavoitettuna
- 4) tarkistetaan, onko kyseiset reunaehdot ja vaatimukset potentiaalisesti täyttäviä alueita, jotka YVA- ja/tai kaavaprosessin kautta (jatkossa mahdollisesti vihreän siirtymän sijoittamisluvalla, jos tätä koskeva muutos toteutuu) voitaisiin saada rakennettavaksi
- 5) Kartoitetaan potentiaalisiksi arvioitujen kohdealueiden ominaisuudet hankepotentiaalini näkökulmista ja laaditaan vertailu, jonka perusteella valitaan ominaisuuksiltaan hankkeelle soveltuvin kohdealue (tai tarvittaessa alustavassa suunnittelussa vielä useampi vaihtoehtoinen alue) jatkosuunnittelun kohteeksi.

Käytännössä osan I teknologiatarkasteluista on tunnistettu, että hankkeille tärkeimmät reunaehdot ovat riittävä hankealueen laajuus, sähköliitäntä, raskaan liikenteen ajoyhteys sekä raakavesilähde. Muita sijaintivaihtoehtoja arvioitaessa ja sijaintipäätöstä tehdessä tarkasteltavia reunaehtoja ovat tyypillisesti mm.

- alueen maanomistus
- maaperäolosuhteet
- luonto-, maisema- ja kulttuuriympäristöarvojen asettamat rajoitteet
- logistiset etäisyydet ja kulkuyhteydet
- kaavoitustilanne
- olemassa olevan infrastruktuurin hyödynnettävyys ja uuden infran rakentamistarve
- työvoiman saatavuus
- ympäristön muu maankäyttö eli synergiaedut alueella ehkä jo oleviin tai potentiaalisesti tuleviin toimintoihin nähden tai päinvastoin näiden hankkeelle tuomat rajoitteet sekä
- oletettavasti hankesijainnista johtuen hankkeessa oleelliseksi muodostuvan vuorovaikutuksen laatu ja määrä.

- 6) Laaditaan alustavat suunnitelmat sille tasolle, että niiden perusteella voidaan käynnistää ja toteuttaa tarvittavat yva-, kaava- ja lupaprosessit.
- 7) Kun hankealue on valittu ja kaavat, luvat yms. rakentamista varten tarvittavat prosessit hoidettu, voidaan jatkaa suunnittelua rakennuslupa- ja edelleen toteutus suunnitelmatasolle. Jo suunnitteluvaiheen kuluessa on mahdollista edistää hankkeen toteutusta sopimalla kunnan yms, tahojen kanssa hankkeen edellyttämistä esirakentamisen toimista, toteutuksen vastuutahoista ja valmistelujen käynnistämisestä.

Seuraavilla sivuilla on esitettyä esimerkinomainen aluetarkastelu ns. aluekortin muodossa. (Huomaa, että "aluekortti" on tässä useampia dioja, ei yksittäinen sivu.)

ESIMERKINOMAINEN ALUEKORTTI

MUSTOLA, LAPPEENRANTA

MUSTOLA

YLEISIÄ TIETOJA ALUEESTA



139 ha

PINTA-ALA



8 km

LAPPEENRANNAN
KESKUSTA



8 km

LAPPEENRANNAN
RAUTATIEASEMA



0,2 km

LÄHIN BUSSIPYSÄKKI



103 km

KOTKAN SATAMA



198 km

VUOSAAREN SATAMA

ALUEEN KUVAUS

- Valmiiksi kaavoitettu alue (A) ja potentiaalinen tulevaisuuden kohde (B) hyvällä sijainnilla Mustolan teollisuusalueen kupeessa. Alue sijaitsee Lappeenrannan keskustaajaman lähetyvillä, minkä ansiosta lähellä asuu paljon potentiaalista työvoimaa.
- Alue A on osoitettu asemakaavassa eri kokoisiksi teollisuus- ja varastotonteiksi, minkä ansiosta rakentaminen on mahdollista aloittaa nopealla aikataululla. Alue B vaatii toteutuakseen muutoksia maakunta-, yleis-, ja asemakaavoihin.
- Alueen saavutettavuus on hyvä. Valtatien liittymä sijaitsee kolmen kilometrin päässä ja rautatieverkosto yletty alueen välittömään läheisyyteen. Lähin lähiliikenteen bussipysäkki sijaitsee 0,3 kilometrin etäisyydellä.
- Alueen läheisyydessä toimii useita teollisuusyrityksiä, joiden kanssa vetytehdas voisi toimia esimerkiksi kaukolämmön myynnin kautta.



Alueen vahvuudet:

- Osin valmiiksi kaavoitettu
- Kattava kunnallistekniikka
- Hyvät logistiset yhteydet



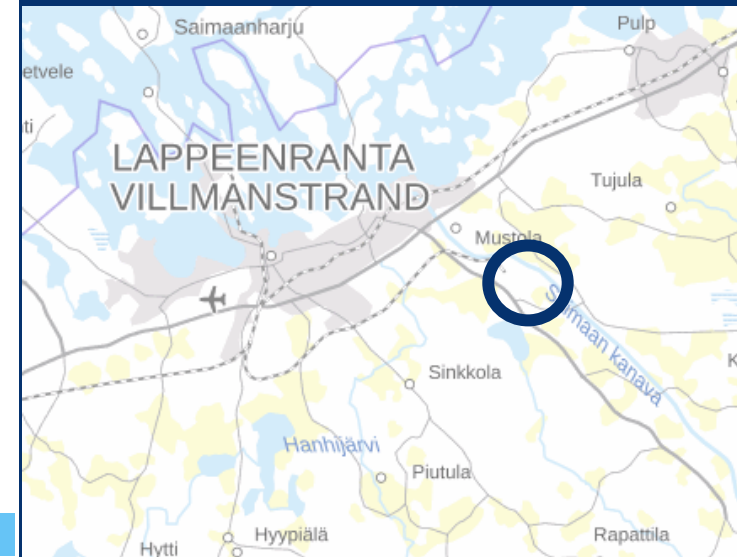
Alueen haasteet:

- Saimaan kanava ei toistaiseksi käytössä

Maakuntakaavatilanne: TP-1 (Tuotantotoiminnan ja palveluiden alue), A (Taajamatoimintojen alue) (alue B)

Yleiskaavatilanne: T (Teollisuus- ja varastoalue), M-2 (Maa- ja metsätalousvaltainen alue) (alue B)

Asemakaavatilanne: T (Teollisuus- ja varastorakennusten korttelialue), LRT (Rautatiealue), kaavoittamaton (alue B)

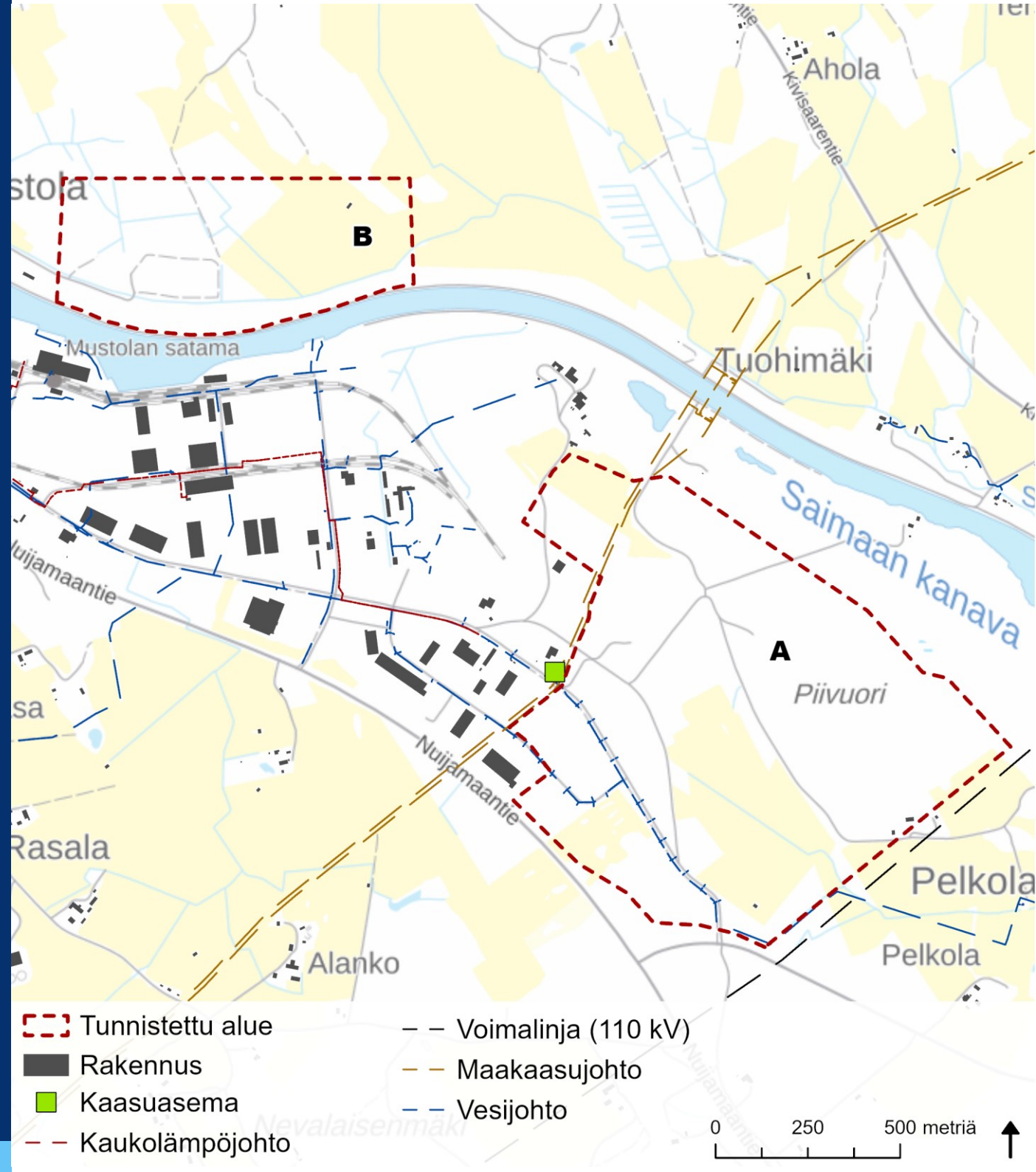


INFRASTRUKTUURI JA LÄHIYMPÄRISTÖ

| | |
|--|---------------------------------------|
| Lähin väh. 110 kV Voimajohto, sen jännite ja omistus | 0,1 km 110kV Fingrid |
| Lähin sähköasema ja sen omistus | 5,5 km Fingrid |
| Lähin maakaasujohto | 0 km |
| Lähin kaukolämpöputki | 0 km |
| Lähin valtatie | 3 km |
| Lähin rautatie | 0,1 km |
| Maaperä | Hieta-, savi- ja kallioma |
| Maanpinnan korkeusvaihtelu | 15 m |
| Esirakentamisen kustannustaso | Pieni |
| Lähin asuintalo | 0,2 km (alue A) ja 0,4 km (alue B) |
| Lähin laajempi asuinalue | 1,6 km (alue A) ja 0,4 km (alue B) |

TOTEUTETTAVUUS

Alueelle A voidaan hakea rakennuslupaa nopealla aikataululla. Tulevasta käytöstä riippuen alueen käyttöönotto voi vaatia ympäristöluvan, joka pitkittää prosessia noin vuodella. Alue B vaatii toteutuakseen sekä maakunta-, yleis- että asemakaavojen muutoksen ja tulee kestäväksi arviolta vähintään 5 vuotta.



8. OSALLISUUS JA VIESTINTÄ



Vuorovaikutus hankkeissa

Vuorovaikutus hankkeissa on kaksisuuntaista, siihen kuuluu sekä osallistuminen (sidosryhmien eli kuntalaisten, järjestöjen, yritysten, viranomaisten ja muiden toimijoiden aktiivinen toiminta tiedon saamiseksi, jakamiseksi, kuulemiseksi ja ylimalkaan hankkeeseen vaikuttamiseksi) että osallistaminen (viranomaisten ja hanketoimijoiden toimet, joilla osallistuminen tehdään mahdolliseksi ja siihen kannustetaan).

Sana *vuorovaikutus* sisältää myös olettan, että aloitteellinen taho esittelee asian, tavoitteet, ratkaisuesityksen, kaikki osapuolet kertovat näkemyksensä ja käsiteltävästä asiasta on mahdollista keskustella eri osapuolia yhteisesti tyydyttävän ratkaisun löytämiseksi tai ainakin negatiivisena koettavien vaikutusten vähentämiseksi.

Kaavahankkeissa vuorovaikutus on suurelta osin myös lakisääteistä: maankäyttö- ja rakennuslaissa (1.1.2025 alkaen nimeltään alueidenkäyttölaki) todetaan heti lain tarkoitusta kuvaavassa ensipykälässä: *”tavoitteena on myös turvata jokaisen osallistumismahdollisuus asioiden valmisteluun, suunnittelun laatu ja vuorovaikutteisuus, asiantuntemuksen monipuolisuus sekä avoin tiedottaminen käsiteltävin olevissa asioissa.”*⁽⁴⁷⁾

Edelleen lain vuorovaikutusta ja kaavoituksesta tiedottamista käsittelevässä 6 §:ssä todetaan:

”Kaavaa valmisteltaessa on oltava vuorovaikutuksessa niiden henkilöiden ja yhteisöjen kanssa, joiden oloihin tai etuihin kaava saattaa huomattavasti vaikuttaa, siten kuin jäljempänä tässä laissa säädetään. Kaavoja valmistelevien viranomaisten on tiedotettava kaavoituksesta sillä tavoin, että niillä, joita asia koskee, on mahdollisuus seurata kaavoitusta ja vaikuttaa siihen.”⁽⁴⁸⁾

Edellä luvussa 6 esiteltiin kaavaprosessin vaiheet. Laaditut asiakirjat ja tarvittavilta osin myös niiden lähtökohtana olevat suunnitelmat ja selvitysaineistot asetetaan julkisesti nähtäville prosessin eri vaiheessa, jolloin eri tahoilla on mahdollista antaa niistä palautetta ja viimekädessä jättää hyväksymispäätöksestä valitus.

Mikäli hankkeessa laaditaan ympäristövaikutusten arviointi (YVA), myös tämän laadintaan liittyy lakisääteisesti tiedotusvelvollisuus ja osallistumismahdollisuus julkisine nähtävilläoloihin ja kuulemisineen.

Hankkeen vuorovaikutus voi kuitenkin olla ja sen yleensä hankkeissa kannattaakin olla paljon laajempaa ja monipuolisempaa ja se voidaan aloittaa paljon aiemmin ja jatkaa edelleen kaavaprosessin päätyttyä.

Vuorovaikutuksen menetelmiä

Vuorovaikutuksen menetelmät ovat moninaiset. Eri menetelmät palvelevat hieman erilaisia tarpeita ja tavoitteita. Eri menetelmin myös tavoitetaan tyypillisesti hieman erilaisia tahoja. Kattavan tavoittamisen ja vuoropuhelun toteutumiseksi on suositeltavaa tarjota useampia erilaisia osallistumisen kanavia, kuten vaikkapa kaikille avoin yleisötilaisuus, erilaisten osallistujien yhteen saamiseksi täsmäkutsuin toteutettava teemahaastattelu tai työpaja ja internetissä vastattavissa oleva kysely – kullakin on omat tarpeensa ja etunsa.



Kuva 35: Vuorovaikutuksen menetelmiä.⁽⁴⁹⁾

Laajan vuorovaikutuksen edut hankkeelle

Hankealueen ympäristön maanomistajien, asukkaiden, yritysten edustajien ja muiden toimijoiden kuuleminen ja hankesuunnitelmista keskustelu vaatii työtä ja aikaa, ja tuo siten hankkeelle myös kustannuksia. Mikäli hankkeen suunnitelmia päädytään vielä muuttamaan saadun palautteen perusteella, kuluu entistäkin enemmän työtä, aikaa ja rahaa. Kuitenkin hyötyjen voidaan arvioida yleensä muodostuvan suuremmiksi kuin panoksen.

Ensimmäinen hyöty on tiedonkulku. Hankealueen ominaisuuksista, reunaehdoista ja muista lähtökohdista saadaan mitä todennäköisimmin suunnitteluun lähtötietoja, joita suunnittelijoilla ei muutoin ehkä kaikilta osin olisi suunnittelutyönsä taustaksi. Paremmilla lähtötiedoilla voidaan parantaa suunnittelun ja rakentamisen laatua ja ehkäistä hankkeeseen liittyviä riskejä. Samalla voidaan esitellä hanketta.

Tieto hankkeesta tuo toisen edun, hyväksyttävyyden. Kun eri tahot ovat hyvissä ajoin tietoisia tulevasta muutoksesta, on siihen sopeutuminen todennäköisempää ja helpompaa, ja näin hankkeen vastustuksen todennäköisyys pienenee. Lisäksi mahdollisiin osallisten huoliin ehditään paneutua ja niitä lieventää.

Mikäli eri tahot pääsevät mukaan myös vaikuttamaan hankeratkaisujen vaihtoehtoihin, esimerkiksi hankkeelle suunnitellun sijainnin valintaan, koetaan hanke usein vieläkin ”omemmaksi” ja helpommin lähestyttäväksi. Esimerkiksi kaavasta tai ympäristöluvasta valittamisen kynnyks kasvaa ja todennäköisyys vastaavasti pienenee. Valitukset oikeuskäsittelyineen viivyttävät hanketta usein jopa vuosilla, joten etu niiden todennäköisyyden ja riskin pienentämisestä on ilmeinen.

Neljäs ja viides etu ovat imagohyöty ja näkyvyys. Hanketoimijalla on vuorovaikutuksen kautta erinomainen mahdollisuus saavuttaa toiminnalleen ja tuotteilleen positiivista medianäkyvyyttä ja tunnettua samalla kun edistää avointa keskustelua ja sosiaalista kestävyyttä ja näin osaltaan huolehtii ns. yhteiskuntavastuusta. Imagoetu on välillinen, mutta saattaa konkretisoitua myöhemmin esimerkiksi yrityksen tuotteen myynnissä tai henkilöstön veto- ja pitovoimassa.

9. OHJEET HANKETOIMIJALLE



Ohjeet hanketoimijalle

Hankkeelle soveltuvat alueet, hankkeeseen liittyvien YVA-, kaava- ja lupaprosessien tarpeen sekä osaltaan hankeviestinnän ja vuorovaikutuksenkin tarpeen määrittää hyvin pitkälti toiminnalle aiottu laatu ja laajuus. Kaiken lähtökohtana on siis ensin määrittää nämä asiat ja niistä seuraavat velvoitteet ja reunaehdot.

Tämän jälkeen kannattaa olla yhteyksissä kuntaan ja/tai maankäytön suunnittelun konsulttiin soveltuvien hankealueiden kartoittamiseksi ja vertailemiseksi sekä hankkeessa tarvittavien vaikutusarviointi-, kaava- ja lupaprosessien määrittämiseksi.

Pitkään vakaana pysynyt maankäytön ja rakentamisen lainsäädäntö on juuri nyt 2020-luvun puoliväliä lähestyttäessä osaltaan murroksessa, ja tämänkin oppaan tiedot saattavat vanhentua kaava- ja luvitustarpeen osalta hyvinkin pian. Kannattaa siis tarkistaa hankevalmisteluun ryhtyessä vielä kerran, onko näihin tullut lainsäädännön kautta mahdollisesti jotakin muutoksia.

Vihreän siirtymän hankkeille on viime vuosina ollut tarjolla monenlaisia selvitys-, kehitys- ja investointitukia. Kannattaa siis myös tarkistaa, mistä ja millaisia tukia hankkeelle voisi olla saatavissa ja millaisin edellytyksin tai mille aikajaksolle.

Kun hankkeen koko, sijainti, rahoitus ja suunnittelu- sekä lupaprosessin tarpeet ovat tiedossa, on aika käynnistää tarpeelliseksi havaitut prosessit. Prosessit ovat tyypillisesti pitkiä ja näihin on siksi varattava riittävästi aikaa. Karkeana arvioina voidaan antaa, että YVA-prosessi, mikäli sellaista tarvitaan, vie aikaa arviolta 2 vuotta, maakuntakaavan muutos 4 vuotta tai kauemmin, yleiskaavan muutos 1-4 vuotta, asemakaavan muutos tai laatiminen selvitys- ja vuorovaikutustarpeista riippuen ½-2 vuotta (puoli vuotta on äärimmäisen harvinainen ja nopea prosessin kesto, kaksi vuotta tyypillisempi, pidempikin aika hyvin mahdollinen), kaavojen hyväksymispäätöksistä huonoimmassa tapauksessa jätettävien valitusten oikeuskäsittely arviolta ½-5 vuotta ja erilaiset lupakäsittelyt kuukausista vuosiin nekin. Näihin prosesseihin nähden itse hankkeen valmistelun ja rakennettavan laitoksen toteutussuunnittelun vaatima aika on itse asiassa pieni ja näitä suunnitelmia voidaan tehdä ja tarkentaa muiden prosessien kuluessa.

Hyvä projektinhallinta ja ennakointi esimerkiksi erilaisten selvitystietojen tuottamisessa jouduttaa prosesseja. Jossakin määrin eri vaiheiden prosesseja on myös mahdollista tarvittaessa limittää. Hyvällä tiedottamisella ja hankeviestinnällä sekä kuulemalla ja lieventämällä ympäristön asukkaiden

ja muiden osallisten mahdollisia huolia hankkeeseen liittyen, voidaan ”valitusriskiä” myös merkittävästi vähentää ja valitukset jopa kokonaan ennaltaehkäistä. Ennakoivaan projektinhallintaan ja vuorovaikutukseen kannattaa siis panostaa.

Huomaa miettiä ja valmistella hanke koko elinkaarta ajatellen. Rakentamisen (ja suunnittelunkin) vaikutusten lisäksi hankkeella on käytön aikaisia vaikutuksia ja lopulta toiminnan päätyttyä rakennuksen ja ympäristön materiaalit pitäisi vielä kierrättää tai käsitellä. Toimi koko elinkaaren matkalta kestäväällä tavalla.

LOPUKSI

10. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Johtopäätökset

Pitkät arvoketjut

Vetytalous ja siihen liittyvät arvoketjut ovat vielä alkutaipaleella. Merkittävä markkinan skaalautuminen vaatii vielä vedyn tuotannon ja käyttökohteiden kasvua, uusia liiketoimintamalleja, sopimuksia, lainsäädäntöä, standardeja ja rahoitusta. Isossa kuvassa vihreä siirtymä ja päästöjen vähentäminen on kuitenkin selkeä ajuri vetytalouden kehittämiseen.

Suomella on hyvät edellytykset ottaa siivu vetymarkkinoista pohjautuen mm. uusiutuvan energian tuotantoon ja siirtoverkkoihin mutta riskinä on myös jääminen vedyn tuottajaksi. Toisaalta uusiutuvan energian hyvä saatavuus ja sen myötä vetypotentialiaali toimii osaltaan investointien houkuttimena, jolloin vedyn loppukäyttäjät voivat olla erilaiset sijoittuvat teollisuudenalat.

→ Vedylle olisi suositeltavaa olla alueellista käyttöä tai että vetyä voidaan jatkojalostaa korkeamman arvon tuotteiksi. Tämä edellyttää rohkeutta yrityksiltä, tuotekehitystä ja tutkimusyhteistyötä sekä rahoitusta niin julkiselta kuin yksityiseltä sektorilta.

Vetytalouden arvoketjut ovat hyvin moninaisia aina tuotannosta logistiikkaan, prosessointiin ja sen yhteydessä muodostuviin sivuvirtoihin, ja lopulta

tuotteisiin ja sovelluksiin asti. Tämän seurauksena ns. "one size fits all"-ratkaisua vetyhankkeisiin on mahdotonta tehdä ja lopulliset tilatarpeet riippuvat mm. alueellisista tekijöistä, raaka-aineista, yritysten valinnoista esim. prosesseihin liittyen ja yritysten keskinäisten synergioiden tavoittelusta.

→ Aktiivinen vuoropuhelu potentiaalisten sijoittujien kanssa on erittäin tärkeää.

→ Toiminnalle on hyvä varata reilusti tilaa mahdollista laajentumista ja synergioiden kehittämistä varten.

→ Tonttivalintojen ja -tarjonnan kehittäminen suositeltavaa.

Vety- ja P2X-hankkeiden kaavoitus ja maankäytön suunnittelu

Hankkeiden tilantarve eli tonttikoko vaihtelee huomattavasti tuotannon luonteesta ja laajuudesta riippuen. Myös tarvittavat suojaetäisyydet ja se, minkä tason sähköverkkoon on tarve liittyä, määrittyy vasta, kun hankkeen koko on tarkemmin selvillä.

Yhteistä kaikille hankkeille kaavoittajan näkökulmasta on kuitenkin, että hankkeet sijoittuvat käyttötarkoituksen T- tai T/kem-korttelialueille ja tarvitsevat raskaan liikenteen ajoyhteyden, vettä ja sähköverkkoliitäntän.

Hankkeiden toteutumisen edistämiseksi ja jouduttamiseksi voidaan kunnassa varata kaavoissa jo valmiiksi eri suuruisia (ja mieluiten T/kem –käyttötarkoituksellekin soveltuvia) teollisuustontteja ja –alueita hyvien väylä- ja sähköverkkoyhteyksien sekä raakavesilähteiden ääreltä.

Lisäksi em. pitkien arvoketjujen mahdollistamiseksi on hyvä tunnistaa eri toimintojen välisiä synergiaetuja ja palvelutarpeita, ja pyrkiä jo etupainotteisesti huomioimaan myös näihin liittyvät maankäytön tarpeet, kuten syntyvän hukkalämmön käyttäjien sijoittaminen lähietäisyydelle sekä alihankintaketjujen ja palvelutuotannon yritystilojen riittävä tarjonta hankealueiden lähistöllä.

Vetyhankkeiden laajuudesta riippuen niistä voi syntyä myös maankäyttöön ja aluekehittämiseen liittyviä alueellisia kerrannaisvaikutuksia, kuten infrastruktuuriin (mm. uudet väylät ja liikenteen välityskyky, liikkuminen, puhtaan veden ja jäteveden kuljetus ja käsittely, sähköverkko, kaasuverkko), asumiseen, palveluverkkoihin, koulutukseen ja TKI-toimintaan liittyvät tarpeet.

→ Vetyhankkeiden suunnittelun yhteydessä pohdittava myös laajempia alueellisia vaikutuksia yhdessä sidosryhmien kanssa.

Johtopäätökset (2)

Hankkeen valmistelu

Vaikutusarviointien, kaavojen ja lupien tarve sekä viranomaistahot joiden kanssa asioita vaihtelevat hieman tulevan toiminnan luonteesta ja laajuudesta riippuen. Ensimmäisenä kannattaa siis hahmotella selkeästi tavoitteet ja tarpeet ja olla sitten yhteyksissä kuntaan sopivan sijainnin löytämiseksi hankkeelle ja ko. aluekohteen kaavatilanteen selvittämiseksi. Myös konsulttipalveluita on tarvittaessa saatavissa soveltuvien hankealueiden kartoitukseen ja niihin liittyvien reunaehtojen ja kustannustekijöiden arvioimiseen.

LÄHTEET



Lähteet (1)

Painetut lähteet (ml. verkossa saatavilla olevat pdf-julkaisut)

- EASA, 2022: artikkeli Sustainable aviation fuels julkaisussa European Aviation Environmental Report 2022. European Environment Agency 2022. Saatavilla: <https://www.easa.europa.eu/eco/eaer/topics/sustainable-aviation-fuels/>. Viitattu 15.4.2024
 - Fingrid, 2023: Kantaverkon kehittämissuunnitelmat 2024-2033. Saatavilla: https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/kantaverkko/kantaverkon-kehittaminen/fingrid_kehittamissuunnitelma_2024-2033.pdf. Viitattu 15.4.2024
 - Gasgrid ja Fingrid, 2023: Energian siirtoverkot vetytalouden ja puhtaan energiajärjestelmän mahdollistajina. Fingridin ja Gasgridin yhteishankkeen loppuraportti. Saatavilla: <https://gasgrid.fi/wp-content/uploads/Energian-siirtoverkot-vetytalouden-ja-puhtaan-energiajarjestelman-mahdollistajina-Loppuraportti.pdf> Viitattu 15.4.2024
 - Madejski, P., Chmiel, K. & al., 2022: Methods and Techniques for CO2 Capture: Review of Potential Solutions and Applications in Modern Energy Technologies. *Energies* 2022, 15, 887. Saatavilla: <https://doi.org/10.3390/en15030887>. Viitattu 15.4.2024.
 - Sivill, L., Bröckl M. & al., 2022: Vetytalous – mahdollisuudet ja rajoitteet. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2022:21. Valtioneuvoston kanslia. Saatavilla: <https://tietokayttoon.fi/julkaisut/raportti?pubid=URN:ISBN:978-952-383-413-2>. Viitattu 15.4.2024.
 - Turvallisuus- ja kemikaalivirasto TUKES, 2011: Tuotantolaitosten sijoittelu. Opas. Saatavilla: <https://tukes.fi/documents/5470659/6406815/Tuotantolaitosten+sijoittaminen/ab664564-66f7-49b7-96bb-316dfefe4517/Tuotantolaitosten+sijoittaminen.pdf>
 - Ympäristöministeriö, 2003: Asemakaava-merkinnät ja –määräykset. Opas 12.
 - Ympäristöministeriö, 2007: Osallistuminen yleis- ja asemakaavoituksessa. Ympäristöhallinnon ohjeita 1/2007.
- ## **Painamattomat lähteet ja verkkosivut**
- Aluehallintovirasto, 2024: Ohjeistus vihreän siirtymän hankkeiden etusijahakemuksiin, <https://avi.fi/asioi/yritys-tai-yhteiso/luvat-ilmoitukset-ja-hakemukset/vesi-ja-ymparisto/vihrea-siirtyma-2023-2026>. Viitattu 29.5.2024
 - Bac-To-Fuel -tutkimusprojektin verkkosivusto bactofuel.eu; verkkoartikkeli ”RED II: The renewable Energy Directive”, <http://bactofuel.eu/red-ii-the-renewable-energy-directive/>. Viitattu 16.5.2024
 - Danish Energy Agency, 2024: verkkosivu ”Technology Data for Renewable fuels”, <https://ens.dk/en/our-services/technology-catalogues/technology-data-renewable-fuels>. Viitattu 15.4.2024
 - Elinkeinoelämän keskusliitto EK, 2024: EK:n verkkosivusto, verkkoartikkeli ”Suomen vihreät investoinnit”, <https://ek.fi/tutkittua-tietoa/vihreat-investoinnit/> Viitattu 15.4.2024.
 - European Aviation Safety Agency EASA, 2024: verkkosivusto <https://www.easa.europa.eu>. Viitattu 15.4.2024.

Lähteet (2)

- European Aviation Safety Agency EASA, 2024: verkkosivusto <https://www.easa.europa.eu>. Viitattu 15.4.2024.
- Eurlex, <https://eur-lex.europa.eu/homepage.html>. EU-lainsäädäntö (direktiivit ja EU-säädökset). Viitattu 23.5.2024.
- European Hydrogen Observatory, 2024: verkkoartikkeli ”Scenarios for future hydrogen demand”, <https://observatory.clean-hydrogen.europa.eu/tools-reports/scenarios-future-hydrogen-demand>. Viitattu 15.4.2024.
- Euroopan komissio, 2023: Commission sets out rules for renewable energy. Mediatiedote 13.2.2023. Saatavilla: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_23_594 Viitattu 15.4.2024.
- Euroopan komissio, 2024: verkkoartikkeli ”Hydrogen production new rules formally adopted” https://energy.ec.europa.eu/news/renewable-hydrogen-production-new-rules-formally-adopted-2023-06-20_en. Viitattu 15.4.2024.
- Finlex, <https://finlex.fi/fi/>. Suomen lainsäädäntö. Viitattu 15.4.2024.
- Fortum, 2020: Verkkoartikkeli ”Vetytalous tulee – ennemmin tai myöhemmin”. Saatavilla: <https://www.fortum.fi/tietoa-meista/blogi/forthedoers-blogi/vetytalous-tulee-ennemmin-tai-myohemmin>. Viitattu 29.5.2024
- Ramboll, 2024: Lappeenrannan vetyteollisuuden maankäytöllinen rakenneselvitys. Loppuraportti 26.2.2024.
- Turvallisuus- ja kemikaalivirasto TUKES, 2024: verkkosivu <https://tukes.fi/vedyn-kasittelyn-ja-varastoinnin-turvallisuus>. Viitattu 31.5.2024.
- Työterveyslaitos, 2017. OVA-ohje: Vety. Saatavilla: <https://www.ttl.fi/ova/vety.html>. Viitattu 15.4.2024.
- Ympäristöministeriön verkkosivut <https://ym.fi> Viitattu 29.5.2024
 - Edellisen alla KATJA-hankkeen esittelysivu <https://ym.fi/hankesivu?tunnus=YM028:00/2023> Viitattu 29.5.2024

RAMBOLL

LAPPEENRANTA

innokaupungit

ETELÄ-
KARJALAN
LIITTO



Euroopan unionin
osarahoittama