



# Fimpec



## Savonlinnan puhtaan siirtymän tiekartta

Loppuraportti

05.05.2026



# Raportin sisältö

01. Tiivistelmä
02. Tausta ja tavoitteet
03. Vaihe 1 – Nykytilan kuvaus
04. Vaihe 1 – Arvoketjujen kuvaus
05. Vaihe 1 – Työpaja ja kyselytutkimus
06. Vaihe 2 – Arvoketjuanalyysi
07. Vaihe 3 ja 4 - Tiekartat: Power-to-X, Aurinkosähkö, Metsä- ja bioenergian kiertotalous
08. Johtopäätökset ja suositukset



# Tiivistelmä



Savonlinnalla on **hyvät edellytykset hyödyntää puhtaan siirtymän tarjoamia mahdollisuuksia** ja vahvistaa alueen vetovoimaa teollisille investoinneille. Kehitys edellyttää kuitenkin nykyistä systemaattisempaa lähestymistapaa, jossa infrastruktuuri, maankäyttö ja investointien edellytykset tarkastellaan kokonaisuutena.

**Savonlinnan puhtaan siirtymän kehittämisessä tunnistettiin kolme keskeistä arvoketjua: aurinkosähkö, bio- ja kiertotalous sekä vetytalous.** Ketjuilla on eri roolit, aikajänteet ja aluetaloudelliset vaikutukset, ja ne täydentävät toisiaan.

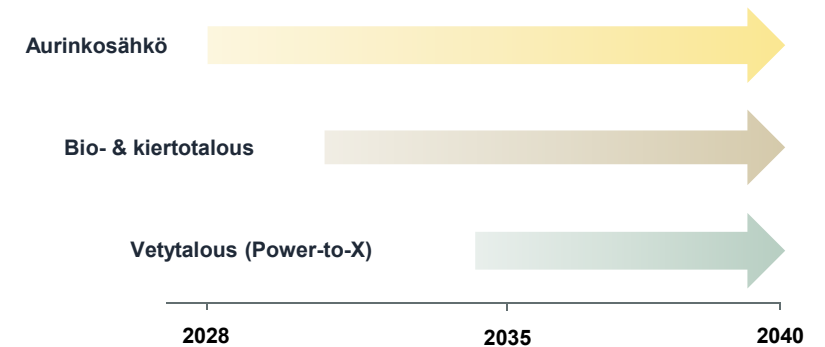


- **Aurinkosähkö** mahdollistaa nopeita investointeja ja referenssien rakentamista, mutta pysyvät aluetalousvaikutukset ovat rajalliset
- **Bio- ja kiertotalous** tuottaa merkittävimmät paikalliset työllisyys- ja arvonlisävaikutukset, mutta edellyttää toimivia raaka-aine- ja logistiikkaketjuja
- **Vetytalous** tarjoaa pitkän aikavälin kasvupotentiaalia ja uuden teollisen arvoketjun, mutta toteutuminen riippuu markkinakehityksestä



Kehityksen keskeisimmiksi **reunaehdoiksi tunnistettiin erityisesti sähköverkon kapasiteetti ja kaavoituksen valmius.** Näiden tekijöiden riittävyys määrittää pitkälti investointien toteutettavuutta ja aikataulua. Samalla korostui tarve vahvistaa yhteistyötä eri toimijoiden välillä sekä varmistaa riittävä näkyvyys tuleviin hankkeisiin.

*Kokonaisuutena Savonlinnalla nähdään olevan hyvät lähtökohdat rakentaa puhtaan siirtymän investointeihin perustuvaa kestäväää kasvua, mikäli kehittämistä viedään eteenpäin johdonmukaisesti, priorisoiden keskeiset mahdollistavat tekijät ja hyödyntäen alueen vahvuuksia.*





# Tausta ja tavoitteet



# Tausta ja tavoitteet - Kohti systemaattista puhtaan siirtymän kehittämistä

Savonlinnalla on hyvät lähtökohdat hyödyntää energiamurrosta ja vahvistaa alueen vetovoimaa teollisille investoinneille. Alueella on kuitenkin tarve tarkastella kehitystä nykyistä kokonaisvaltaisemmin ja jäsennellymmin.

Puhtaan siirtymän investointien edellytyksinä korostuvat riittävä infrastruktuuri ja sähköverkko, selkeät sijoittumispaikat sekä sujuvat luvituspolut. Lisäksi tarvitaan alueellista koordinaatiota ja yhteistä suuntaa. Kun nämä perusedellytykset ovat kunnossa, investointien toteutuminen edellyttää luonnollisesti myös riittävää rahoitusta ja investointihalukkuutta.

Selvitys käynnistettiin tukemaan kaupungin strategista tavoitetta edistää puhdasta siirtymää ja hyödyntää alueen kehityspotentiaalia nykyistä systemaattisemmin. Selvitys kokoaa yhteen keskeiset lähtökohdat ja kehitysnäkymät sekä tunnistaa Savonlinnan kannalta potentiaalisimmat puhtaan siirtymän arvoketjut, muodostaen konkreettisen perustan niiden tavoitteelliselle ja pitkäjänteiselle edistämiseksi.



## Selvityksen tavoitteet

- Muodostaa kokonaiskuva Savonlinnan roolista puhtaan siirtymän ja energijärjestelmän murroksessa
- Tunnistaa keskeiset arvoketjut ja liiketoimintamahdollisuudet
- Arvioida alueen valmius ja kehityspotentiaali
- Laatia tiekartta ja toimenpidesuunnitelma, joka ohjaa kehitystä vaiheittain (2030–2040), tukee investointien toteutumista ja priorisoi konkreettiset jatkotoimenpiteet

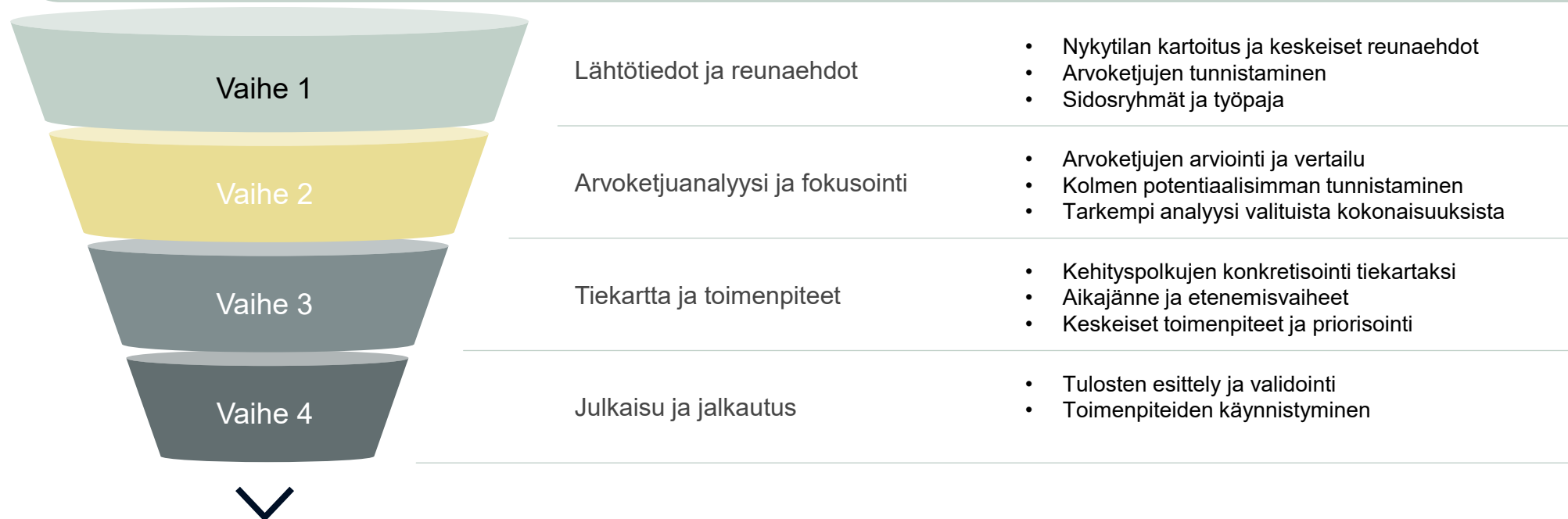




# Selvitys eteni laajasta nykytilan tarkastelusta kohti fokuoituja kehityspolkuja ja konkreettista toimeenpanoa

Menetelmäksi valittiin arvoketjuanalyysi, koska sen avulla voidaan tarkastella puhtaan siirtymän kehitystä kokonaisuutena yksittäisten hankkeiden sijaan sekä tunnistaa, missä kohtaa arvoketjua alueelle syntyy eniten lisäarvoa. Megatrendien pohjalta tunnistettiin kuusi keskeistä arvoketjua, jotka kuvattiin ja arvioitiin Savonlinnan lähtökohtien, vahvuuksien ja reunaehtoien näkökulmasta. Tämän analyysin perusteella valittiin alueelle potentiaalisimmat kehityskokonaisuudet jatkotarkasteluun. Työtä täydennettiin vertailemalla muiden suomalaisten kaupunkien strategisia valintoja sekä haastatteleamalla vetyalan toimijoita, jotta saatiin näkemystä markkinakehityksestä, sijoittumistekijöistä ja käytännön toteutusedellytyksistä.

Työ eteni vaiheittain arvoketjujen tarkastelun kautta fokuoituihin kehityspolkuihin ja konkreettiseen toimeenpanoon. Prosessia täydensivät Savonlinnassa järjestetty työpaja, Uusiutuvan energian mahdollisuudet –verkostoitumistapahtuma sekä alueen toimijoille suunnattu kysely, joiden avulla tunnistettiin keskeisiä näkemyksiä ja kehittämistarpeita.





# Vaihe 1 - Nykytilan kuvaus



# Savonlinna tunnetaan vahvasta metsäteollisuudesta, konepajateollisuudesta sekä matkailusta



## Savonlinnan elinkeinorakenne

Savonlinna on noin 33 000 asukkaan kaupunki keskellä Saimaata, jonka sijainti ja luonnonvarat ovat luoneet vahvan pohjan metsäteollisuudelle, konepajateollisuudelle ja matkailulle. Kaupunki on pitkään tunnettu puunjalostuksen ja metsäteollisuuden koneiden valmistuksesta, jossa merkittäviä toimijoita ovat muun muassa UPM, Metsä Group ja Andritz Oy. Näiden globaalien yritysten investoinnit ovat tehneet kaupungista yhden Suomen tärkeimmistä metsäteollisuuden keskittymistä. Niiden lisäksi alueen suurimpia yksityisiä työllistäjiä ovat Osuuskauppa Suur-Savo ja Terveystalo. Savonlinnan seutukunnan työpaikoista suurin osa, noin 36 %, on julkisella sektorilla, ja yksityiset palvelut työllistävät noin 26 % alueen työntekijöistä. Jalostuksen osuus on 20 %, kaupan alan 10 % ja alkutuotannon 7 %.<sup>1</sup>



## Teknologiapuisto Noheva

Savonlinnassa sijaitsee Teknologiapuisto, joka toimii merkittävänä paperi- ja selluteknologian kehityskeskittymänä. Teknologiapuisto tarjoaa laboratorioympäristöjä ja testialustoja, jotka tukevat paikallisten yritysten, kuten Teknosavo Oy:n, tutkimus- ja kehitystyötä.<sup>2</sup>

Puistossa sijaitsee teollisen puurakentamisen laboratorio sekä kuitulaboratorio. Lisäksi 3K tehdas tarjoaa elektroniikan tuotekehitys- ja testauspalveluita.

Tämä innovaatioympäristö hyödyntää tiivistä yhteistyötä Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun (Xamk), Aalto-yliopiston ja Luonnonvarakeskuksen (Luke) kanssa.<sup>2</sup>

Etelä-Savon maakuntaliitto on myöntänyt rahoitusta Savonlinnan Teknologiapuistossa toimivan Xamkin kuitulaboratorion kehittämiseen. Tavoitteena on vahvistaa laboratorion tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoimintaa ja tukea alan teknologian kehitystä.



## Koulutus

Koulutus on keskeinen osa Savonlinnan elinvoimaa. Xamkin kampuksella opiskelee noin 1500 opiskelijaa, ja Ammattiopisto Samiedu tarjoaa ammatillista koulutusta noin 1600 opiskelijalle.<sup>3</sup>

Xamk tarjoaa koulutusta Kaakkois-Suomessa 11 eri koulutuslalla neljällä eri kampuksella. Savonlinnan kampuksella voi opiskella fysioterapeutiksi, biotuotetekniikan tai teollisen puurakentamisen insinööriksi, liikunnanohjaajaksi, sairaanhoitajaksi, kouluhyvinvoinnin ja kuraattorityön sosionomiksi sekä turvallisuusalan tradenomiksi. Savonlinnan tutkimus- ja kehittämistoiminta painottuu metsäbiomassan ja puukuidun käsittelyn prosesseihin sekä jatkojalostamiseen uusiksi kuitutuotteiksi.

Samiedu on toisen asteen oppilaitos, joka tarjoaa ammatillista koulutusta terveyden ja hyvinvoinnin, liiketoiminnan ja palveluiden sekä teknologia ja metsäalalta. Samiedu tarjoaa myös lyhyitä koulutuksia eri aloilta.



# Energiainfra määrittää keskeiset reunaehdot alueen kehitykselle

Savonlinnan alueen energiantuotanto pohjautuu metsätalouden sivuvirtojen hyödyntämiseen CHP-laitoksilla. Kaupungin alueella ei ole yhtäkään operoivaa teollisen kokoluokan aurinko- tai tuulivoimalaa, mutta kaksi aurinkovoimalaa on luvitettu taajama-alueelle.<sup>4</sup>



- Savonlinnan kaupunki kulutti vuonna 2024 noin 361 GWh sähköä, josta teollisuuden osuus oli noin 100 GWh. Sekä kokonaiskulutus, että teollisuuden sähkönkulutus on ollut viimevuodet lievässä laskussa.<sup>5</sup>
- Etelä-Savon uusiutuvan sähkön kulutus on kasvanut vuosittain ollen 57% vuonna 2022. Uusiutuvan sähkön osuuden nousuun vaikuttaa tuontisähkön fossiilisen osuuden lasku ja turpeen käytön vähentäminen.<sup>4</sup>

Etelä-Savon maakunta on sähkön nettokuluttaja, joka tuottaa vain noin 20% sähkötarpeestaan itse. Suurin osa Savonlinnan käyttämästä sähköstä siirretään lännestä.

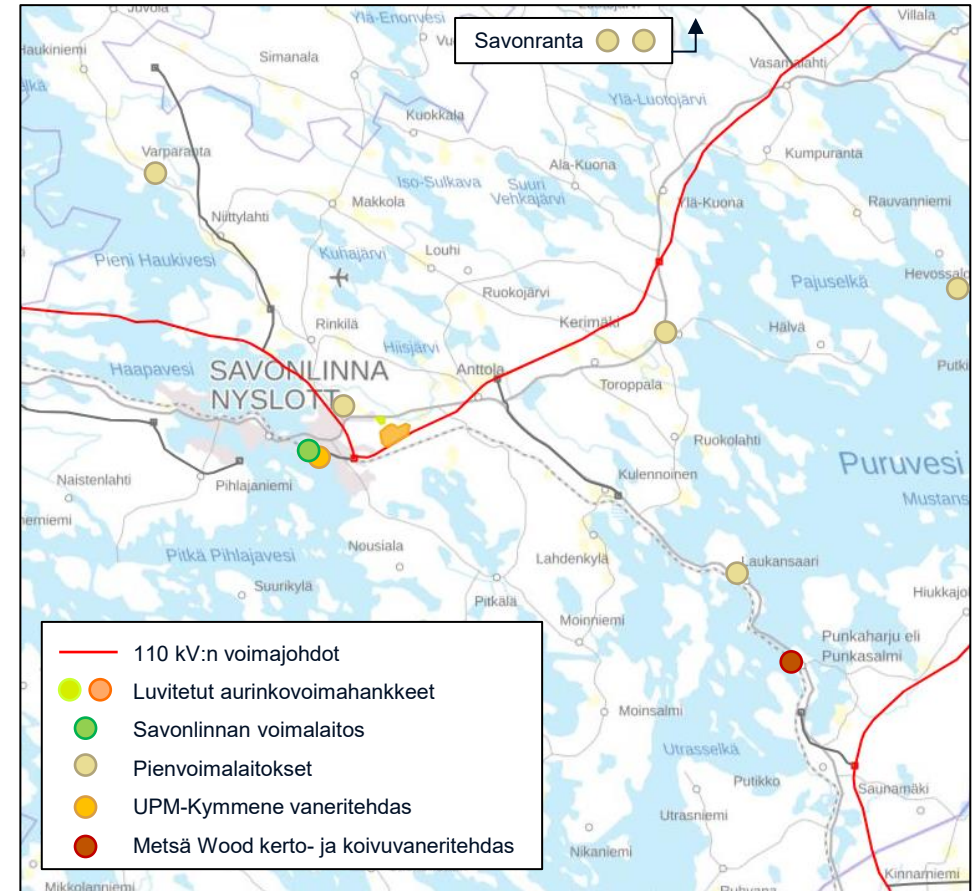


- Fingridin kantaverkko Savonlinnan alueella perustuu länsi-itä suuntaisiin 110 kV linjoihin Huutokoski-Savonlinna ja Savonlinna-Kiikanlahti. Savonlinnan kytkinlaitoksen mahdollinen tuotannon liityntäkapasiteetti on noin 120 MW ja kulutuksen noin 30 MW (2026). Punkaharjun eteläpuolella kulkee 110 kV:n linja Konkapelto-Kiikanlahti. Konkapellon kytkinlaitoksen liityntäkapasiteetit ovat noin 60 MW (T) ja 20 MW (K) ja Kiikanlahden noin 100 MW (T) ja 30 MW (K).<sup>6</sup>
- Järvi Suomen Voiman operoima Savonlinnan voimalaitos vastaa sähkön ja erityisesti kaukolämmön tuottamisesta kaupungille. Laitoksen sähköntuotannon kapasiteetti on noin 17,5 MW ja se hyödyntää UPM-Kymmenen koivuvaneritehtaan puutähdettä tuotannossaan.<sup>7</sup>



Lämmöntuotannosta Savonlinnan taajama-alueella vastaa kaupungin voimalaitos, joka tuottaa 33 MW kaukolämpöä kattaen 90% kaupungin tarpeesta (v.2018). Savonlinnan kaupunkialueen kaukolämpöverkkoa operoi Lempeä Lämpö Oy.<sup>7</sup>

- Lisäksi kunnan alueella toimii seitsemän yhteisteholtaan 4,2 MW:n pienlämpölaitosta, joita operoi Itä-Savon Lähienergia Oy. Laitokset hyödyntävät polttoaineinaan lämpöhaketta. Suurimmalla osalla pienvoimalaitoksista on lokaalit kaukolämpöverkot joiden piiriin kuuluu muutama julkinen tai yksityinen toimija.<sup>8 9</sup>



Kartta: Fingrid verkkokiikari <sup>33</sup>



# Sijainti ja logistiikka määrittävät saavutettavuuden ja kuljetusedellytykset



Savonlinnan pääväylä on valtatie 14, joka yhdistää sen lännessä Juvan kautta Mikkeliin ja Idässä Parikkalan kautta Imatraan. Lisäksi kantatie 71 yhdistää Savonlinnan Kiteen kautta Joensuuhun. Pääväylillä liikennöi noin 2000-4000 ajoneuvoa vuorokaudessa, joista Savonlinnan ympäristössä noin 100-400 on raskasta liikennettä.<sup>10</sup>



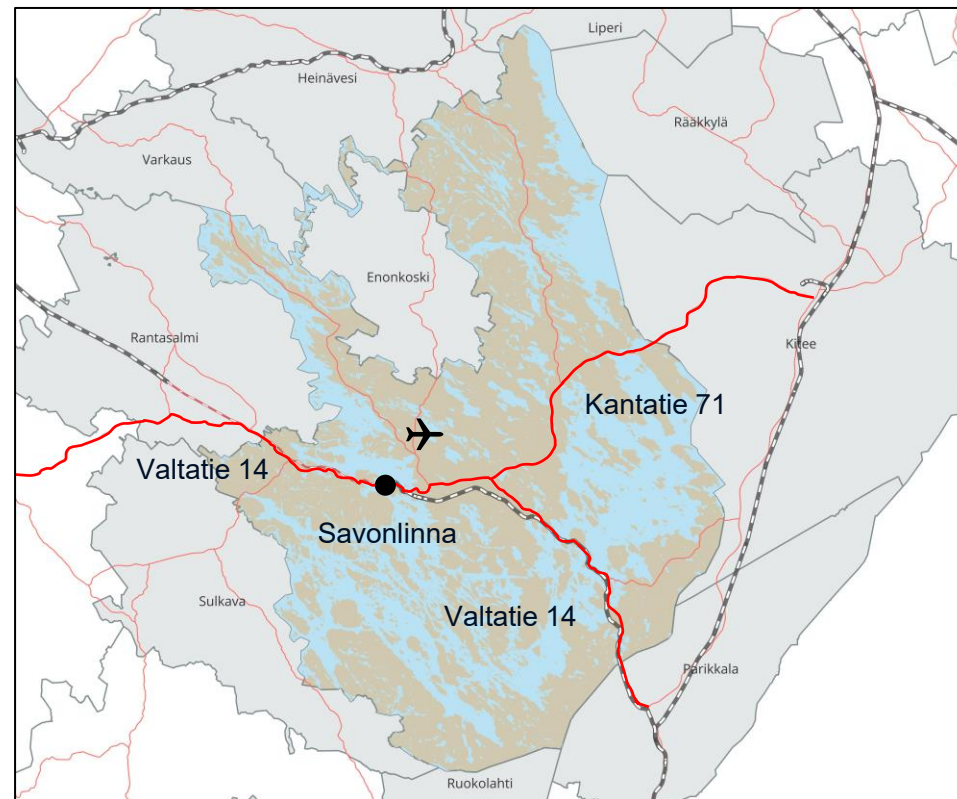
Savonlinnalla on ratayhteys itään Parikkalan kautta Imatraan ja Joensuuhun. Lisäksi Rantasalmelta on yhteys Pieksämäen kautta Jyväskylään. Henkilöjuna liikenteen reitti kulkee Parikkalan kautta kiskobussilla, ja osuudella tehtiin vuonna 2025 noin 90 000 henkilömatkaa. Raideyhteyden kapasiteetti on erityisesti tavaraliikenteessä rajallinen.<sup>10 11</sup>



Savonlinnan lentoasema tarjoaa reittilentoja Helsinkiin, mikä mahdollistaa nopean yhteyden pääkaupunkiseudulle. Väliä liikennöi BAsE Airlines Ltd nykyisen sopimuskauden (vuoden 2028) loppuun asti.<sup>12</sup> Rotterdamista ja Frankfurtista saapui viikoittainen lento kesäkaudella 2025, mutta kesällä 2026 ei kansainvälisiä tilauslentoja lennetä<sup>13</sup>. Vuonna 2024 reittilentojen ja tilauslentojen yhteenlaskettu henkilömäärä oli hieman yli 7000 henkilöä<sup>14</sup>.



Savonlinna sijaitsee Saimaan keskiosissa, mikä mahdollistaa erityisesti metsäteollisuuden bulkkitavaroiden kuljetusliikenteen tuotantolaitoksille tai lähimpiin kaupunkeihin. Kuljetusreitit koostuvat matalaväylijstä ja 2-lk:n kauppamerenkulun väylijstä. Vesistön repaleinen muoto ja mataluus vaikeuttavat raskaita kuljetuksia vesiteitse.<sup>10</sup>



Kartta-aineisto<sup>15</sup>



# Tuulivoiman rakentamisen edistäminen Itä-Suomessa on tunnistettu kansalliseksi tavoitetilaksi



## Kansallinen energia- ja ilmastopoliittika

**Suomen kansallisessa energia- ja ilmastostrategiassa** (TEM 2026) on tunnistettu erityisesti tuulivoimaselvitysten strateginen tukeminen. Lisärahoitusta ohjataan rakentamista ohjaavaan kaavoitukseen, luvitukseen ja muihin selvityksiin. Lisäksi avustuksia suunnataan lupaprosessien ja rakentamisen vauhdittamiseksi. Erityisesti yhteistyö Puolustusvoimien kanssa tuulivoiman ja tutkien yhteensovittamiseksi on nostettu tärkeäksi.<sup>16</sup> Suomen hallitus julkisti puoliväliriihessä 2025 tukevuksensa erityisesti Itäisen Suomen puhtaan siirtymän investointien toteutumista. Erityisenä toimenä nostetaan esiin kantaverkon vahvistaminen alueella.<sup>17</sup>

Suomen Vetylaakson ja Itä-Suomen energiatoimijoiden perustama ResilEast-hanke pyrkii ratkaisemaan Itäisen Suomen uusiutuvaan energiatuotantoon, siirtoon sekä sen hyödyntämiseen liittyviä haasteita.<sup>18</sup>

**Etelä-Savon maakuntastrategian**<sup>19</sup> kehittämisen kärjet vuoteen 2030 ovat metsä, vesi ja ruoka. Nämä teemat muodostavat alueen kasvun ja kehityksen perustan. Sen mukaan Etelä-Savo tähtää vähähiiliseen tulevaisuuteen kestävämmällä luonnonvarojen käytöllä, kiertotalouden edistämällä ja uusiutuvan energian ratkaisulla.

**Etelä-Savon ilmastotiekartan**<sup>20</sup> keskeisenä tavoitteena on tukea kestävästä yhdyskuntarakennetta ja vihreän siirtymän investointeja, sekä varmistaa, että ilmastotavoitteet integroidaan maakunnan strategiaan ja aluekehittämiseen.



## Infrastruktuurin kehitysprojektit alueella

Savonlinnan sähköaseman uudistamishankkeen on määrä valmistua kesällä 2026. Uudistus parantaa alueen sähkönsiirtokapasiteettia ja mahdollistaa uusien tuotanto- ja kulutushankkeiden liittämisen kantaverkkoon.<sup>21 22</sup>

Sähköverkon kehitysprojektit liittyvät Etelä-Savossa vahvasti kantaverkko Järvielinjan vahvistamiseen ja mahdolliseen Harjulinjan rakentamiseen. Fingridillä on myös tunnistettu mahdollisuus rakentaa Länsi-Itä linjoja, mikäli etenkin tuulivoiman projektit etenevät. Investointien mahdollinen valmistuminen on 2033 jälkeen.<sup>22</sup>

Järvi Suomen Energia investoi 2025 sähköverkkonsa kehittämiseen noin 40 M€. Savonlinnan alueella tämä sisältää infrastruktuurin uudistamista ja modernisointia, sekä noin 39 km ilmajohtoa ja 49 km maakaapelia.<sup>23</sup>

Rantasalmi-Varkaus välillä tehdään parhaillaan ratahanketta kaukokäytön parantamiseksi. Imatra-Joensuu ratayhteyden kehittäminen on lisäksi väyläviraston hankelistalla.<sup>24</sup> Lisäksi hallitus selvittää Suomen raidelevyden muuttamista Eurooppalaiseen standardiin. Työt alkaisivat aikaisintaan vuoden 2032 jälkeen.<sup>25</sup>



# Teollisuuden uudistaminen, kiertotalous ja energiantuotannon murros ovat kaikkialla strategian keskiössä

## Eri maakuntien strategioiden benchmarking

### Pohjois-Pohjanmaa<sup>26</sup>

- **Ilmastotyö osaksi kaikkea kehittämistä:** Tiekartta ohjaa maakuntaa kohti vähähiilistä taloutta ja ilmastotavoitteet tukevat aluetaloutta.
- **Kuntien ja yritysten ilmastoedelläkävijyys:** lin malli osoittaa, että kokeilut ja osallistaminen tuottavat vaikuttavia ratkaisuja.
- **Energiasiiirtymä turpeesta tuuleen:** Turpeen alasajo korvataan uusiutuvilla, erityisesti hallitusti ohjatulla tuulivoimarakentamisella.
- **Akkukierrätys ja teknologiset innovaatiot:** Tuetaan kiertotaloutta, akkuteollisuutta ja TKI-yhteistyötä kaupallistamisen vahvistamiseksi.
- **TKI-toiminnan suunta kohti vaikuttavia investointeja:** Tutkimus linkitetään tiiviimmin yritysmaailmaan ja kansainvälisiin kehityspolkuihin.

### Varsinais-Suomi<sup>26</sup>

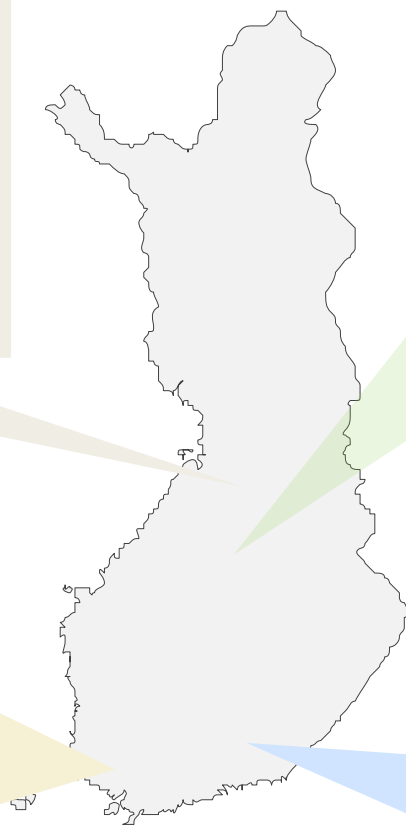
- **Teollisuuden kilpailukyky puhtailta ratkaisuilla:** Telakka-, auto- ja koneteollisuus uudistuvat sähköistymisen ja vähäpäästöisten teknologioiden kautta.
- **Kiertotalouden kaupallistaminen ja skaalautuvuus:** Panostetaan konkreettisiin pilotteihin ja liiketoimintamalleihin, erityisesti kemian ja tekstiilialalla.
- **Vesi- ja jätehuollon kestävä teknologia vientiveturiksi:** Hyödynnetään puhdistamon ja vesi-yhtiön kiertotalousratkaisuja kansainvälisesti.
- **Ruokaketjun kestävyys ja Saaristomeren suojelu:** Vähennetään ravinnekuormaa, kehitetään hiiliviljelyä ja proteiinikasvien tuotantoa.
- **Biokaasu ja uusiutuva energia maataloudessa:** Edistetään tilakohtaisia ratkaisuja ja ratkotaan investointi- ja tukipolitiikan esteitä.

### Keski-Suomi<sup>26</sup>

- **Metsäteollisuuden uudistaminen ja arvonlisä:** Panostetaan biotuotetehtaan ympärille rakentuvaan ekosysteemiin ja puupohjaisiin innovaatioihin.
- **Kiertotalouden ja biotalouden kaupallistaminen:** Tuetaan uusia ratkaisuja ja teollisia ympäristöjä, kuten Eteläportti ja BioPaavo.
- **Energiasiiirtymä ja turpeesta luopuminen:** Korvataan turve puhtaammilla ratkaisuilla kuten biokaasulla, hukkalämmöllä ja geotermisellä lämmöllä.
- **Osaaminen ja tutkimus vihreän siirtymän tukena:** Hyödynnetään koulutuksen, JAMK:n ja Jyväskylän yliopiston osaamista ja kehitetään kestävyuden arviointia.
- **Maakunnallinen yhteistyö ja resurssien kokoaminen:** Vahvistetaan yhteistä tekemistä yli kuntarajojen ja tuetaan erityisesti pieniä kuntia siirtymässä.

### Kotka<sup>27</sup>

- **Logistiikka ja satamaklusteri:** HaminaKotka-satama toimii strategisena solmukohtana kansainvälisille logistiikkavirroille ja investoinneille.
- **Bio- ja akkuteollisuuden kehitys:** Panostetaan Mussalon biojalostamoon, akkuteollisuusklusteriin ja miljardiluokan investointeihin.
- **Kyberturvallisuus ja digitaalinen talous:** Rakennetaan osaamiskeskittymä Xamkin koulutuksen ja TKI-toiminnan ympärille.
- **Vetovoiman vahvistaminen:** Alueen koulutus, yhteistyö ja innovaatiot lisäävät Kotkan houkuttelevuutta tulevaisuuden investoinneille.





# Etelä-Karjalan puhtaan siirtymän strategian ytimessä ovat osaaminen, perinteisen teollisuuden uudistuminen ja vahvat ilmastotavoitteet<sup>26</sup>

## Teollinen vihreä siirtymä ja ympäristöliiketoiminta



- Vahva metsäteollisuus uudistuu biojalostuksen, ligniinin ja nanosellun kaltaisilla innovaatioilla
- UPM:n ja Stora Enson investoinnit tukevat resurssitehokkuutta ja uusiutuvien raaka-aineiden hyödyntämistä
- Ympäristöliiketoiminta on nostettu kehittämisen kärkiteemaksi, tuki ilmastotavoitteille ja kasvulle
- Tavoite hiilineutraalius vuoteen 2030 mennessä (5 vuotta kansallista aikataulua aiemmin)
- Greenreality Network – 50 toimijan kehitysverkosto, joka edistää investointeja, yhteistyötä ja vientipotentiaalia

## Sähköteknologia ja vetytalous ajureina



- LUT-yliopisto ja LAB-ammattikorkeakoulu luovat kansainvälisen tason tutkimus- ja osaamisympäristön
- Vihreän sähköistämisen ekosysteemisopimus (Lappeenranta-Imatra): painopisteinä mm. energiatehokkaat sähkötekniset järjestelmät, P2X- ja synteettiset polttoaineratkaisut, kulutusjoustavat sähköverkot ja SMR-reaktorit
- LUT:n älykkäiden koneiden laboratorio ja kansainvälisten toimijoiden testausinvestoinnit (Danfoss, Yaskawa)
- Sähkö- ja vetytalouden vientimahdollisuuksilla suuri strateginen merkitys

## Kiertotalouden ratkaisut käytäntöön



- Kompotekin ja Wimaon pilottilaitos: sekalaisesta muovijätteestä komposiittituotteita alhaisella hiilijalanjäljellä
- Urban Infra Revolution -hankkeessa kehitetty 3D-tulostettu biokomposiitti betonia korvaamaan
- Circwaste-hanke: tehokas materiaalien uudelleenkäyttö, jätteiden vähentäminen ja arvon talteenotto
- Alueellinen kiertotalousosaaminen tärkeä kasvualusta uusille liiketoiminnoille

## Kestävä matkailu ja kulttuurinen kestävyys



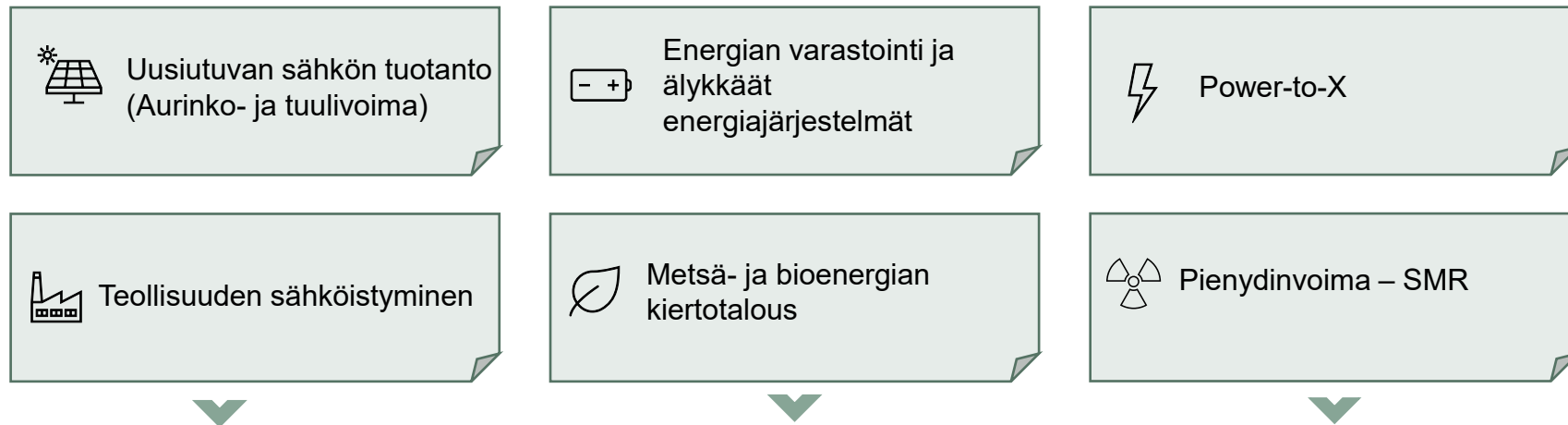
- Saimaan vetovoima luo mahdollisuuksia kestäväälle luonto- ja liikuntamatkailulle (Geopark, saaristoreitti)
- Saimaa-ilmiö 2026: Savonlinnan kulttuuripääkaupunkihaku koko Saimaan seudun yhteishankkeena
- Kulttuurisen kestävyuden näkyvyyttä lisätään maakunnan kehittämisessä
- Kulttuuri elinvoiman ja alueellisen identiteetin vahvistajana vihreän siirtymän rinnalla



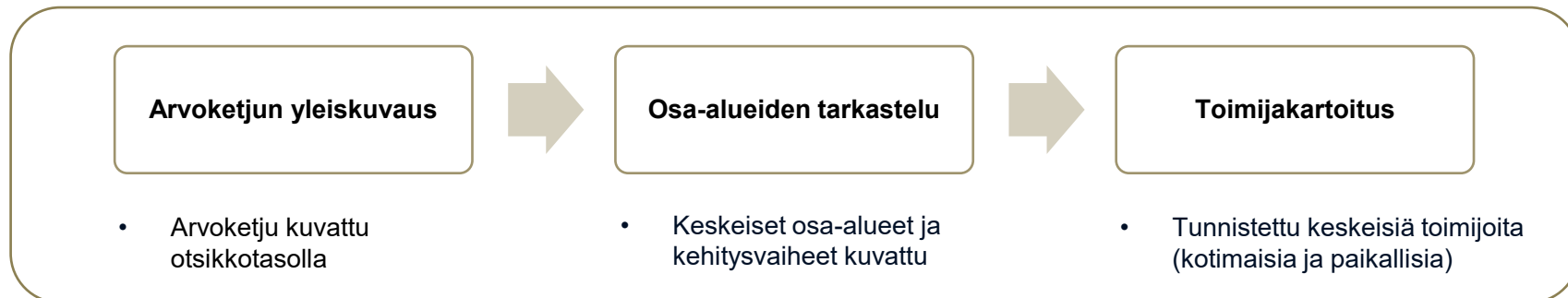
# Vaihe 1 - Arvoketjujen kuvaus



# Tarkasteluun valitut arvoketjut perustuvat megatrendeihin ja alueen edellytyksiin



Arvoketjut luovat perustan priorisoinnille ja tiekartalle, ja ne kuvataan osa-alueittain



# Arvoketjun yleiskuva - Power-to-X arvoketju



Uusiutuvan  
sähkön tuotanto

- Tuulivoima
- Aurinkovoima
- Vesivoima

Sähköverkko

- Siirtokapasiteetti
- Liityntämahdollisuudet
- Sähkön varastointi

Elektrolyysi

- Kestävästi tuotettu sähkö
- Puhdas vesi
- Hukkalämmön hyödyntäminen

Hiilidioksidin talteenotto

- Biogeeninen savukaasu
- Biokaasu

Metaani

- Polttoaine
- Kaasumainen energiavarasto

Metanoli

- Polttoaine
- Nestemäinen energiavarasto

Ammoniakki

- Hiiletön polttoaine ja lannoite

Lopputuotteen käsittely ja varastointi

- Kompressio
- Nesteytys
- Varastointi

Lopputuotteen siirto käyttäjälle

- Kuljetus
- Jakelu

Teollisuus

- Lannoite-
- Teräs-
- Kemianteollisuus

Liikenne

- Polttokennoajo neuvot
- Jatkojalosteet

Energiavarasto



### Uusiutuvan sähkön tuotanto

- Tuulivoima
- Aurinkovoima
- Vesivoima

### Sähköverkko

- Siirtokapasiteetti
- Liityntämahdollisuudet
- Sähkön varastointi

## Uusiutuvan sähkön tuotanto – Edellytys vihreälle vedylle

Jos tavoitteena on tuottaa vihreää vetyä, sähkön on oltava uusiutuvaa ja täytettävä EU:n RFNBO-kriteerit (Renewable Fuels of Non-Biological Origin). Tämä tarkoittaa, että käytetty sähkö on peräisin 100 % uusiutuvista energialähteistä, kuten tuulivoimasta, aurinkovoimasta, vesivoimasta tai geotermisestä energiasta. Ydinvoima ei ole RFNBO-kelpoista sähköä, joten sillä tuotettua vetyä ei pidetä virallisesti vihreänä. RFNBO-kriteereihin kuuluu myös tiukat lisäisyys- ja ajallisuusvaatimukset, joilla varmistetaan, että vedyn tuotanto ei kuormita olemassa olevaa uusiutuvan energian tuotantokapasiteettia tai lisää sähkön kokonaishiilijalanjälkeä.

Uusiutuva sähkö voidaan toimittaa vedyntuotantoon sähköverkon kautta PPA-sopimuksilla, kun lisäisyys- ja ajallisuusvaatimukset täyttyvät. Vuodesta 2030 lähtien sähkön ja vedyn tuotannon tulee täsmätä tuntitasolla. Myös suora kytkentä sähköntuotannon ja elektrolyysin välillä on RFNBO:n kannalta mahdollinen. Lisäksi jos markkina-alueen sähköstä yli 90% on uusiutuvaa, voidaan sähköä ottaa suoraan verkon kautta.

Sähkönhankinta vedyn tuotantolaitoksiin toteutetaan usein pitkäaikaisilla PPA-sopimuksilla (Power Purchase Agreement), jotka varmistavat uusiutuvan sähkön saatavuuden ja hinnan ennakoitavuuden. Vihreän vedyn tuotannon kannattavuus riippuu suoraan sähkön hinnasta. Tämä asettaa paineita sähkön hinnan kilpailukyvyille, jotta tuotettu vety olisi markkinoilla kilpailukykyistä.

## Sähköverkko – Vedyntuotannon selkäranka

Elektrolyyseri vaatii suuria määriä sähköä, joten tuotantokapasiteetin ja sen vakauden on oltava riittävä. Uusiutuvan energian tuotannon ei tarvitse olla fyysisesti lähellä vedyntuotantoa, vaan RFNBO:n mukaan ne on sijoitettava samalle tarjousalueelle tai viereiselle alueelle, jossa sähkön hinta on yhtä korkea tai korkeampi.

Koska uusiutuva energia on luonteeltaan vaihtelevaa, voidaan sähköä varastoida lyhyeksi aikaa sähkövarastoihin.

Elektrolyysilaitoksen rakentaminen voi vaatia merkittäviä verkkoinvestointeja ja liityntäpisteitä.

***EU:n ja kansallisten tukimekanismien hyödyntäminen voi olla välttämätöntä, jotta investoinnit uusiutuvaan sähköön ja vedyn tuotantoon olisivat taloudellisesti kestäviä.***

## Kotimaista tai paikallista toimintaa arvoketjussa:

**Suur-Savon Sähkö**

Paikallinen sähköyhtiö, jonka tytäryhtiö Järvi-Suomen Aurinko Oy omistaa Ohtasuon aurinkovoimalan.

**NORD POOL**

Eurooppalainen sähköpörssi ja markkinapaikka.

**Winda ENERGY**

Suomalainen tuuli- ja aurinkovoimahankeiden hankekehittäjä.

**FINGRID**

Suomen kantaverkkoyhtiö.

**ABB**

Sähköistämisen ja automaation laitevalmistaja mm. verkkoinfran alalla.

**JÄRVI-SUOMEN ENERGIA**

Paikallinen sähköverkkoyhtiö.

**Hitachi Energy**

Teknologiavalmistaja, jonka tuotteita on mm. muuntajat ja korkeajännitelaitteet.

**MERUS POWER**

Suomalainen akkuvarastojen (BESS) laitevalmistaja.



#### Elektrolyysi

- Kestävästi tuotettu sähkö
- Puhdas vesi
- Hukkalämmön hyödyntäminen

#### Hiilidioksidin talteenotto

- Biogeeninen savukaasu
- Biokaasu

### Vihreä vety – Power-to-X:n ensisijainen energiankantaja

Vihreä vety tuotetaan elektrolyysillä, jossa vesi hajotetaan vedyksi ja hapeksi uusiutuvalla sähköllä. Se on kaikkien e-polttoaineiden perustavanlaatuisen komponentti ja toimii kemiallisen energian kantajana. Vedyn tuotanto vaatii erittäin puhdasta vettä ja suuria määriä sähköä, minkä vuoksi riittävän suuren makean veden lähteen läheisyys ja sähkön hankinnan ja siirron kustannukset vaikuttavat vahvasti toiminnan kannattavuuteen.

Elektrolyysin pääteknologioita on kolme: AEL (Alkaline electrolysis), PEM (Proton-Exchange Membrane) ja SOEC (Solid Oxide Electrolyser), jotka eroavat toisistaan operointiolosuhteiden, sähkön tarpeen ja hukkalämmön määrän osalta. Teknologian valinta on tärkeää hyötysuhteen optimoimiseksi esimerkiksi hukkalämmön hyödyntämiskohteiden osalta, mutta lopputuote on sama – puhdas vety e-polttoaineiden valmistukseen.

### Vihreän hiilidioksidin talteenotto – Edellytys sähköpolttoaineiden valmistukselle

Hiilidioksidi toimii synteettisten metaanin ja metanolin hiilen lähteenä. Uusiutuvien polttoaineiden valmistukseen tarvittavaa vihreää hiilidioksidia voidaan talteenottaa biogeenisistä savukaasuista, biokaasusta tai suoraan ilmasta. Yleisimpiä talteenottoteknologioita ovat kemikaaliset pesut, kalvoerotus ja fysikaaliset absorptiomenetelmät. Talteenottoteknologia vaatii lämpöä tai sähköä erotusprosessiin, ja energiatehokkuuden kannalta on olennaista hyödyntää olemassa olevaa hukkalämpöä, esimerkiksi savukaasujen tai elektrolyysiprosessien yhteydessä.

Hiilidioksidin lähteen tarjoama CO<sub>2</sub>:n jatkuva saatavuus ja logistinen sijainti ovat keskeisiä tekijöitä sen kustannustehokkaassa hyödyntämisessä. Jatkojalostuksen vaatima hiilidioksidin puhdistusaste vaikuttaa myös vahvasti energiankulutukseen ja näin ollen talteenottokustannuksiin.

### Kotimaista tai paikallista toimintaa arvoketjussa:



Laitetoimittaja läpi PtX-arvoketjun. Toimintaa Savonlinnassa.



Suomalainen SOEC ja SOFC laitteistojen valmistaja.



Suomalainen SOEC-teknologian valmistaja



Toimittaa mittausvälineitä PtX-arvoketjuun.



Toimittaa sähköjärjestelmiä PtX-arvoketjuun.



Hiilidioksidin talteenotto biokaasulaitoksilla.



Johtavaa tutkimus- ja kehitystoimintaa PtX-arvoketjussa.





Metaani

- Polttoaine
- Kaasumainen energiavarasto

Metanoli

- Polttoaine
- Nestemäinen energiavarasto

Ammoniakki

- Hiiletön polttoaine ja lannoite

### Synteettinen metaani - Kaasumainen polttoaine maakaasuverkkoon

Synteettinen metaani tuotetaan vihreästä vedystä ja hiilidioksidista metanoinnilla. Se on yhteensopiva nykyisen maakaasuverkon kanssa ja toimii sekä polttoaineena että pitkäaikaisena energiavarastona. Metaanin energiatiheys ja logistinen yhteensopivuus tekevät siitä houkuttelevan ratkaisun etenkin sektoreilla, joissa sähköistäminen on vaikeaa. Metaanin tuotanto kuluttaa sähköä ja tuottaa lämpöä, jota voidaan hyödyntää prosessien energiatehokkuuden parantamiseen.

### Synteettinen metanoli - Nestemäinen energian ja hiilen kantaja

E-metanoli syntyy yhdistämällä vihreä vety ja CO<sub>2</sub> kemiallisessa synteesissä. Toisin kuin metaani, se on nestemäinen huoneenlämmössä, mikä helpottaa sen varastointia ja kuljetusta meriliikenteessä ja teollisuudessa. Metanoli toimii myös kemianteollisuuden raaka-aineena, joten sillä on käyttöä polttoaineen lisäksi materiaalipuolella. Arvoketjussa tarvitaan sekä vedyn että hiilidioksidin lisäksi myös lämpöä ja katalyyttejä, ja logistisesti kannattavinta on siirto pyörillä tai rautateitse.

### Ammoniakki - Typpipohjainen vedyn kantaja ja polttoaine

Vihreä ammoniakki valmistetaan yhdistämällä vihreä vety ja typpeä Haber-Bosch-prosessilla. Ammoniakki soveltuu polttoaineeksi erityisesti meren- ja raskaan liikenteen tarpeisiin, mutta toimii myös vedyn kantajamolekyylinä, koska se voidaan hajottaa takaisin vedyksi. Arvoketjussa ammoniakki poikkeaa muista, koska se ei sido hiiltä vaan typpeä, eikä näin ollen edellytä hiilidioksidin talteenottoa. Ammoniakki on myrkyllinen kaasu, jonka valmistamiselle, käytölle ja varastoinnille tarvitaan tarkat turvallisuusvaatimukset.

### Kotimaista tai paikallista toimintaa arvoketjussa:

Laitetoimittaja läpi PtX-arvoketjun. Toimintaa Savonlinnassa.

Suomen ensimmäinen PtX-toimija. Kasvava laitosportfolio. Synteettisen metaanin tuottaja.

Hankekehittäjä kasvavalla portfolioilla. Lopputuotteena synteettinen metaani.

Suomalainen biologisen metanointilaitteiston valmistaja.

Tuki- ja kehitystoimintaa PtX-arvoketjussa.



### Lopputuotteen käsittely ja varastointi

- Kompressio
- Nesteytys
- Varastointi

### Lopputuotteen siirto käyttäjälle

- Kuljetus
- Jakelu

### Lopputuotteen käsittely ja varastointi – Edellytys jatkokäytölle

Vety on matalaenerginen ja erittäin kevyt kaasu, ja sen tiivistäminen ennen varastointia tai kuljetusta vaatii huomattavia toimenpiteitä:

- Kompressio: Vety puristetaan 200-700 bar paineeseen kuljetusta tai varastointia varten.
- Nesteytys: Vety voidaan myös nesteyttää jäädyttämällä se -253 °C lämpötilaan. Nesteytys mahdollistaa suuremman energiatiheyden, mutta vaatii paljon energiaa ja erikoisratkaisuja.
- Varastointi: Vetyä voidaan varastoida paineastioihin, kryogeenisiin säiliöihin tai kemiallisesti (esim. ammoniakkinä tai metanolina). Varastointiratkaisut riippuvat käyttötärpeesta ja logistisista reunaehdoista.

### Lopputuotteen siirto käyttäjälle

Putki on pitkällä matkoilla kustannustehokkain siirtotapa suurille volyymeille (yli 10t/vrk), rekat ja juna pienemmille

- Putkilinjat: Mahdollisia suurissa teollisissa keskittymissä. Gasgrid suunnittelee Suomeen kansallista vetyverkkoa.
- Maantie- ja rautatiekuljetus: Paine- tai kryosäiliöautot ja -vaunut voivat siirtää vetyä tankkausasemille tai pienemmille käyttäjille.
- Merikuljetus: Nestemäistä vetyä tai vetyyn pohjautuvia kantajia (esim. ammoniakki, synteettiset polttoaineet) voidaan kuljettaa tankkereilla.
- Jakelu: Jakeluinfrastruktuuri (vetyasemat), jossa tankkaus perustuu paineistettuun tai nesteytettyyn vetyyn. Vireon rakentaa Jyväskylään Suomen ensimmäistä vetytankkausasemaa, joka on aluksi suunnattu raskaan liikenteen, kuten rekkakuljetusten ja julkisen liikenteen käyttöön.

### Energian varastointi ja kuljetus – Energiakaupan muutos

Uusiutuvan energian kasvava tarve ja energian volatiliiteetti korostavat kemiallisten energian kantajien merkitystä. Vety, metaani, metanoli ja ammoniakki toimivat energiakaupan välineinä, joissa kemiallisesti sidottu energia voidaan varastoida ja kuljettaa pitkiäkin matkoja taloudellisesti ja tehokkaasti.

### Kotimaista tai paikallista toimintaa arvoketjussa:

**SARLIN**

Lämmönvaihtolaitteistoja käsittelyyn ja varastointiin.

**Konwell**

Prosessi-instrumenttiratkaisut PtX-arvoketjussa.

*Linde*

Erityisesti kaasujen varastointiin ja jakeluun erikoistuneet sovellutukset.

**SONDEX®**  
Sondex Tapiro OY AB

Lämmönvaihtolaitteistoja käsittelyyn ja varastointiin.

**GASGRID**

Kansallinen kaasuyhtiö.

**W WOIKOSKI**

Teollisuuskaasujen valmistaja ja kaasuverkkopalvelut.

**VIREON**

Vetytankkausasemien hankekehitysyhtiö.

**Cefmof**  
creating a CN future

Keskisuomen vetytalouden edistäjä.



#### Teollisuus

- Lannoite-
- Teräs-
- Kemian-teollisuus

#### Liikenne

- Polttokennoajo neuvot
- Jatkojalosteet

#### Energiavarasto

### Teollisuus – Sähköistyminen ja fossiilisten korvaaminen

Teollisuus on siirtymässä kohti vähähiilistä tuotantoa, jossa fossiiliset raaka-aineet ja energialähteet korvataan puhtailla vaihtoehdoilla. Vety sähköistää erityisesti terästeollisuuden pelkistysprosessit, ja synteettiset kemikaalit kuten e-metanoli ja e-ammoniakki tukevat kemianteollisuuden raaka-ainepohjan kestävyttä.

### Energiantuotanto – Joustavuus ja varastoinnin tarve kasvaa

Uusiutuvan energian vaihtelevuus lisää tarvetta joustavuudelle ja varastointiratkaisuille. Sähkölaitteet mahdollistavat sähköenergian muuntamisen kemialliseksi energiaksi, jota voidaan käyttää tarvittaessa. Vety, metaani ja ammoniakki voivat toimia polttoaineina tai varastoina ja tasapainottaa energiajärjestelmää.

### Liikenne – Polttoaineiden murros ja päästörajoitukset

Liikenteessä kiristyvät päästörajat ja kasvava sääntely ajavat siirtymää nollapäästöisiin tai vähäpäästöisiin polttoaineisiin. Raskaassa liikenteessä ja merenkulussa vety ja sen johdannaiset kuten e-metanoli ja e-ammoniakki tarjoavat käyttökelpoisia vaihtoehtoja, kun sähköistyminen ei ole suoraan mahdollista.

*EU:n ilmasto- ja energiapolitiikka nojaa erityisesti **Fit for 55 -ilmastopakettiin**, jonka tavoitteena on vähentää kasvihuonekaasupäästöjä vähintään 55 % vuoteen 2030 mennessä. Se sisältää uudistuksia päästökauppaan (ETS), uusiutuvan energian direktiiviin (RED III), energiaverodirektiiviin ja liikenteen sääntelyyn (esim. FuelEU Maritime, ReFuelEU Aviation). Lisäksi **Net Zero Industry Act** ja **Green Deal Industrial Plan** tukevat puhtaan teknologian tuotantoa ja investointeja. Yhdessä Suomen kansallisten tavoitteiden kanssa, paketit ohjaavat siirtymää kohti ilmastoneutraalia Suomea.*

### Kotimaista tai paikallista toimintaa arvoketjussa:

Suomalainen öljynjalostaja ja uusiutuvan polttoaineen tuottaja. Suomen suurin vedyn käyttäjä.

Kehittää Power-to-X-teknologioita, jotka tukevat siirtymää fossiilitomaan energiantuotantoon.



Wärtsilä

Wärtsilä on julkaissut ensimmäisenä maailmassa suuren mittakaavan vetyvalmiin moottorivoimalaitoksen, joka toimii 100 % vedyllä.



Maailman johtava ammoniakkin tuottaja ja jakelija.

Kemiran Joutsenon tehtaalla vetyä syntyy sivutuotteena klooraatinvalmistuksen yhteydessä.



# Uusiutuvan sähkön tuotanto – Aurinko- ja tuulivoima



Kaivosteollisuuden metallit

- Pii
- Kupari
- Teräs
- Alumiini

Muut materiaalit

- Lasi
- Komposiitit
- Polymeerit

Konepajat

- Aurinkopaneelit
- Tuulivoimalat
- Vesivoima-turbiinit

Muiden komponenttien ja perustuksien valmistajat

Asennuspalvelut

Tuotannon ajo ja optimointi

- Tuotantoalue
- Etävalvonta

Huolto- ja korjauspalvelut

Materiaalien erotus

- Metallit
- Komposiitit
- Muut materiaalit

Kierrätysverkostot ja uusiokäyttö



**Kotimaista tai paikallista toimintaa arvoketjussa:**

- Kaivosteollisuuden metallit**
- Pii
  - Kupari
  - Teräs
  - Alumiini
- Muut materiaalit**
- Lasi
  - Komposiitit
  - Polymeerit

**Tuulivoima – Rakenteet ja sähkönsiirto metallien varassa**

Tuulivoimaloiden rakentaminen vaatii merkittäviä määriä rakenteellisesti lujia metalleja ja kevyitä mutta kestäviä komposiitteja.

- Teräs on keskeinen materiaali tornien ja perustusten valmistuksessa. Suomessa toimii vahva terästeollisuus, joka kehittää myös vähähiilistä terästä, mahdollistaen entistä kestävämmän tuulivoiman rakentamisen.
- Alumiinia hyödynnetään erityisesti konehuoneen osissa ja sähköjärjestelmissä keveyden ja korroosionkestävyyden vuoksi.
- Kupari on tärkeä komponentti generaattoreissa ja kaapeloinnissa johtavuutensa ansiosta. Suomessa on kaivoksia ja jalostusosaamista, jotka tukevat kotimaista ja eurooppalaista arvoketjua.
- Tuulivoimaloiden lavat valmistetaan komposiiteista, kuten lasikuitu- ja hiilikuitupohjaisista materiaaleista. Vaikka niiden tuotanto on pitkälti globaalisti keskittynyttä, Suomesta löytyy kasvavaa osaamista erityisesti näiden materiaalien kierrätyksessä ja tutkimuksessa.

**Aurinkoenergia – Pii ja pintamateriaalit keskiössä**

Aurinkovoimaloiden rakentaminen edellyttää rakenteellisesti kevyitä metalleja, kuten alumiinia, sekä puhtaita ja tarkkaan valmistettuja pii-materiaaleja ja suojaavia lasi- ja polymeeripintoja.

- Pii toimii aurinkopaneelissa puolijohteena joka mahdollistaa valon muuttamisen sähköksi. Suomessa ei ole teollista piin jalostusta aurinkopaneelisiin, mutta kvartsiavarantoja on ja teknologista kehitystyötä tehdään. Paneelien kehykset valmistetaan usein alumiinista, jonka tuotanto ja jatkojalostus ovat vahvoja Suomessa.
- Aurinkopaneelien pinta on lähes poikkeuksetta erikoislasi, joka suojaa kennorakennetta ja vaikuttaa valonläpäisyyseen. Lasinvalmistus Suomessa on keskittynyt rakennus- ja erikoislasi tuotteisiin, mutta osaamista on myös aurinkosovelluksiin. Paneelien taustarakenteissa ja asennusjärjestelmissä käytetään polymeerejä ja metallirakenteita, joiden tuotantoa ja kierrätysosaamista Suomessa on etenkin rakennusmateriaalien ja sähköteollisuuden kautta.
- Valtaosa globaalista aurinkopaneelituotannosta tapahtuu Kiinassa.



Vähähiilisen ja erikoisteräksen valmistus.



Kuparin ja sinkin tuotanto ja kaivostoiminta.



Litiumin kaivostoiminta ja jalostus.



Ruostumattoman teräksen tuottaja.



Piipohjaisten materiaalien valmistus.



Nikkelin, kobolttin, sinkin ja kuparin kaivostoiminta.



Biopohjaisten polymeerien kehitys.



Kuparin jalostus johtimiin ja kennoihin.



**Kotimaista tai paikallista toimintaa arvoketjussa:**

Konepajat

- Aurinkopaneelit
- Tuulivoimalat

Muiden komponenttien ja perustuksien valmistajat

**Tuulivoima – Mekaanisten ja rakenteellisten osien konepajavalmistus**

Tuulivoimalat koostuvat suurikokoisista, mekaanisesti ja rakenteellisesti vaativista osista.

- Teräksestä valmistettavat tornit, perustusrakenteet ja navat vaativat hitsattuja ja koneistettuja komponentteja. Lisäksi tarvitaan pyöriä koneenosia kuten laakereita, vaihteistoja ja akseleita, jotka edellyttävät korkeaa materiaalien ja valmistuksen laatua.
- Turbiinien lavat valmistetaan lujista komposiiteista, joiden muottien ja kiinnitysrakenteiden valmistus kuuluu myös konepajateollisuuden piiriin. Sähköjärjestelmien liitännöihin valmistetaan sähkökaappien koteloiteja ja mekaanisia suojaelementtejä.

**Aurinkovoima – Paneelien ja tukirakenteiden valmistus**

Aurinkovoimaloiden rakentaminen edellyttää kevyitä mutta kestäviä materiaaleja ja komponentteja.

- Paneelien tuotanto perustuu piikiekkoihin, jotka koteloidaan alumiini- tai teräskehysiin ja päällystetään suojaavalla lasi- ja muovikerroksella. Lisäksi tarvitaan sähkökytkentöihin sopivia liitäntä- ja suojakomponentteja.
- Järjestelmän asennukseen kuuluu laajamittaisia kiinnitys- ja tukirakenteita, joita valmistetaan alumiinista tai galvanoidusta teräksestä. Komponenttien mekaaninen tarkkuus ja säänkestävyys ovat keskeisiä vaatimuksia.

**Perustukset ja tukirakenteet – Energia-alustojen tukiranka**

Kaikki uusiutuvan energian muodot edellyttävät vankkoja ja usein paikan päällä valettuja tai koottavia perustuksia.

- Betoni- ja teräsrakenteet muodostavat voimaloiden fyysisen perustan. Lisäksi tarvitaan erilaisia ankkurointiratkaisuja, kiinnikkeitä, tukipilareita ja asennustelineitä, jotka liittävät teknologiat maahan tai toisiinsa. Rakenteen vaatimukset ja ympäristöolosuhteet vaikuttavat perustusten ja tukirakenteiden valintaan.



Vähähiilisen ja erikoisteräksen valmistus.



Kuparin ja sinkin tuotanto ja kaivostoiminta.



Valmistaa komposiittiosia Vestakselle.



Sähkö- ja automaatiotekniikka uusiutuvan energian sovelluksiin.



Vaihteistoja ja mekaanisia voimansiirtokomponentteja tuulivoimaloihin.



Erikoislasia aurinkopaneeleihin.



Uusiutuvien tuotantomuotojen sähköinfrastruktuuri ja osaaminen.



Betoniratkaisut tuulivoimaloiden perustuksiin.



**Kotimaista tai paikallista toimintaa arvoketjussa:**

Asennuspalvelut

Tuotannon ajo ja optimointi

- Tuotantoalue
- Etävalvonta

Huolto- ja korjauspalvelut

**Asennuspalvelut**

Uusiutuvan sähkön teollisten tuotantoprojektien asennus vaatii erikoistunutta osaamista logistiikasta, nostokalustosta, sähkökytkennöistä ja rakenteiden kokoamisesta. Suomessa toimii useita asennus- ja projektipalveluyrityksiä, jotka erikoistuvat joko sähköasennuksiin, mekaanisiin rakenteisiin tai koko voimalaitosasennuksen hallintaan. Erityisesti tuulivoimassa asennustyöt vaativat raskasta kalustoa, korkeanpaikantyöskentelyä ja tarkkaa koordinoitua.

**Tuotannon ajo ja optimointi**

Tuotannon ohjaus perustuu sääennusteisiin, sähkön hinnan vaihteluun ja verkon kuormitukseen. Suomessa tuotannon optimointi on yhä useammin automatisoitua ja osin tekoälypohjaista, erityisesti suurissa tuulipuistoissa. Tuulivoima tarvitsee erityisesti ennakoivaa kuormanhallintaa ja verkon vakauden säätöä, kun taas aurinkovoiman ajo painottuu päivänvalon mukaan. Optimoinnilla maksimoidaan tuotto ja minimoida verkkoon kohdistuva kuormitus.

**Tuotantoalue ja infrastruktuuri**

Voimaloiden sijoituspaikat edellyttävät kehittyntä oheisinfrastruktuuria kuten teitä, perustuksia, sähköasemia ja siirtoyhteyksiä. Tuotantoalueen valintaan vaikuttavat vahvasti myös kaavoitus ja alueen lupaprosessit. Etäisillä tuotantoalueilla, kuten tuulipuistoissa, logistiikan suunnittelu ja kunnossapidon saavutettavuus ovat keskeisiä tekijöitä koko elinkaaren ajan.

**Etävalvonta**

Tuuliturbiinit ja aurinkosähköjärjestelmät varustetaan antureilla ja tietoliikenneyhteyksillä, joiden avulla tuotantoa voidaan seurata reaaliaikaisesti. Etävalvonta mahdollistaa myös vikojen tunnistamisen ja usein automaattisen reagoinnin ilman viivettä. Suomessa palveluntarjoajat hyödyntävät yhä useammin pilvipohjaisia järjestelmiä ja kehittyntä analytiikkaa.

**Huolto- ja korjauspalvelut**

Voimaloiden kunnossapito koostuu ennaltaehkäisevästä huollosta, mekaanisista korjauksista ja ohjelmistopäivityksistä. Tuulivoimaloissa kriittisiä osia ovat vaihteistot, generaattorit ja lavat, kun taas aurinkovoimassa ongelmat liittyvät usein inverttereihin ja sähkökytkentöihin. Suomessa toimii useita erikoistuneita huoltoyrityksiä sekä laitetoimittajien omia huoltotiimejä.



Etelä-Savon energiakonserni. Tuuli- ja aurinkovoimaloiden kunnossapito ja etävalvonta.



Uusiutuvan energian elinkaari palvelujen tarjoaja.



Markkinaympäristö markkinapohjaiselle optimoinnille.



Uusiutuvan energian rakentaminen ja sähköasennukset.



Huolto-, käyttö- ja valvontapalveluja energiantuottajille.



Energiadatan ja etävalvonnan ohjelmistoja.



Tuulivoimaloiden valmistajien suomalaiset huoltoyksiköt.



**Kotimaista tai paikallista toimintaa arvoketjussa:**

Materiaalien erotus

- Metallit
- Komposiitit
- Muut materiaalit

Kierrätysverkostot ja uusiokäyttö

**Materiaalien erotus**

Tuuli- ja aurinkovoimalat sisältävät useita materiaaleja, joiden erottelu elinkaaren lopussa on keskeistä tehokkaan kierrätyksen kannalta. Erottelu tapahtuu mekaanisesti, kemiallisesti tai termisesti riippuen materiaalista ja komponentin rakenteesta.

- Metallit, kuten kupari, alumiini, teräs ja harvinaiset maametallit, ovat kierrätyksen kannalta arvokkaita. Esimerkiksi generaattoreista ja johdotuksista saadaan talteen sähköjohtimia, kun taas teräsrungot voidaan murskata ja sulattaa uudelleen käytettäväksi. Aurinkopaneeleista voidaan erottaa myös hopea, pii ja alumiinikehykset. Erotus edellyttää usein esikäsitteilyä, kuten murskausta tai laminaattien poistoa.
- Komposiittien kierrätys on haastavaa niiden kestävyys- ja yhdistelmä rakenteen vuoksi. Yleisimmät menetelmät ovat mekaaninen murskaus (hyödynnettävissä rakennusmateriaaleina tai sementtiteollisuudessa) sekä pyrolyysi ja kemiallinen erotus, joilla pyritään erottamaan kuitu ja hartsit toisistaan.
- Muita materiaaleja, kuten lasia (aurinkopaneelit) ja muoveja (kaapelit, suojarakenteet), voidaan käyttää uusiutuotannossa. Lasipinnat voidaan murskata ja sulattaa uudelleen, mutta esimerkiksi laminoidut rakenteet vaativat lisäprosessointia.

**Kierrätysverkostot ja uusiokäyttö**

Suomessa kierrätysverkostot ovat vasta kehityksessä mittakaavaan, jossa uusiutuvan energian järjestelmien massakierrätys on kannattavaa. Tällä hetkellä toimintaa kehitetään erityisesti EU-regulaation ohjaamana (esim. WEEE-direktiivi aurinkopaneelille).

- Kierrätysverkostojen suurimmat toimijat Suomessa ovat metallinkierrätysyritykset, jotka keräävät ja käsittelevät metalleja ja sähköelektroniikkaa. Aurinkopaneelien kierrätys on vielä rajallista, mutta pilotoiteja ja logistiikkaratkaisuja kehitetään.
- Uusiokäytössä materiaalit pyritään palauttamaan mahdollisuuksien mukaan takaisin energiainfrastruktuuriin käyttöön: alumiini ja teräs uusiin rakenteisiin, kupari sähkötekniikan sovelluksiin, ja lasi rakennusmateriaaliksi. Komposiittien uusiokäyttö keskittyy toistaiseksi korvaaviin käyttökohteisiin, kuten täyteaineisiin tai sementtiteollisuuden energiantuotantoon.



Metallien ja sähköelektroniikan kierrätysyritys.



Entinen Fortum Waste Solutions. Kierrätysratkaisuja teollisuuteen.



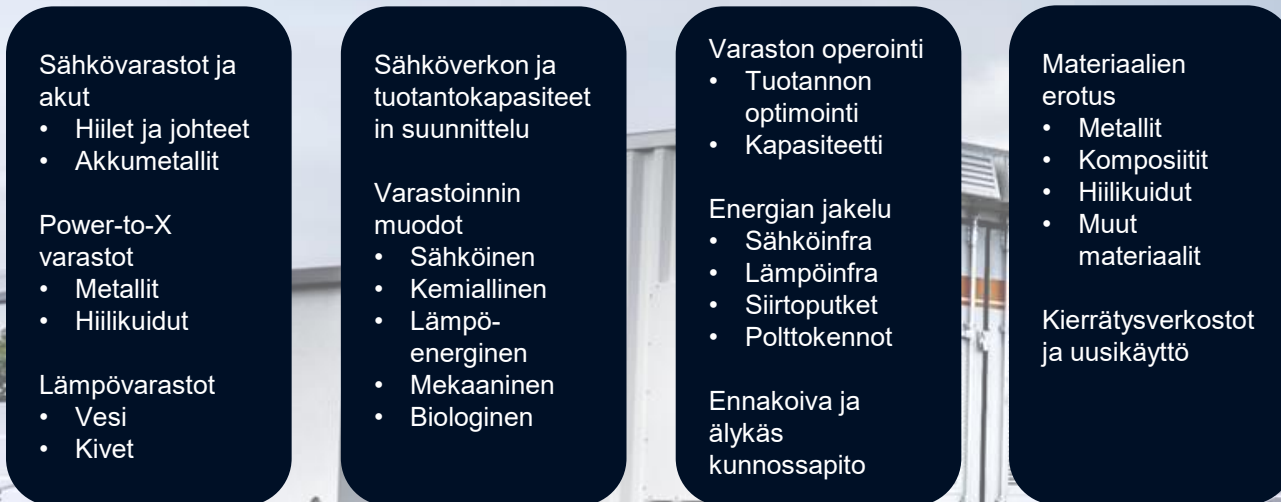
Teollisuuden kierrätyspalvelut. Pilotoi Vestaksen kanssa komposiittilapojen kierrätystä.



Alueellinen kiertotalouden edistäjä.



# Energian varastointi ja älykkäät energiajärjestelmät





- Sähkövarastot ja akut**
- Hiilet ja johteet
  - Akkumetallit
- Power-to-X varastot**
- Metallit
  - Hiilikuidut
- Lämpövarastot**
- Vesi
  - Kivet

Energian varastointi on keskeinen osa uusiutuvaan energiaan perustuvaa energiainfrastruktuuria. Tuuli- ja aurinkovoiman vaihtelevan tuotannon vuoksi sähköverkon tasapainottaminen, huippukuormien hallinta ja kysyntäjoustot edellyttävät varastointiratkaisuja, jotka toimivat eri aikaskaaloilla ja käyttötarkoituksissa.

#### Sähkövarastot – akkumateriaalien ja johteiden tarve

Sähkövarastot, kuten akut ja kondensaattorit, perustuvat sähkökemiallisen energian varastointiin. Sovellukset vaativat erilaisia akkumetalleja kuten litiumia, kobolttia, nikkeliä ja mangaania. Näiden lisäksi tarvitaan korkealaatuisia hiilipohjaisia johteita, kuten grafiittia ja hiilikuituja, erityisesti anodimateriaaleihin ja virtajohtaviin komponentteihin. Sähkövarastojen koteloinnit ja järjestelmäkokonaisuudet edellyttävät elektroniikkametalleja, polymeerejä ja lämpöä kestäviä eristemateriaaleja.

#### Power-to-X-varastot – metallien ja komposiittien yhdistelmiä

Power-to-X-varastot, joissa energia varastoidaan synteettisinä polttoaineina kuten metaanina, metanolina tai ammoniakkinä, vaativat säiliö- ja käsittelyratkaisuihinsa kestävyttä ja kemikaaliturvallisuutta. Näiden varastointijärjestelmien valmistuksessa tarvitaan korroosionkestäviä metalleja kuten ruostumatonta terästä, alumiinia, titaania sekä hiilikuituja ja komposiitteja, erityisesti korkeapainesäiliöiden ja putkistojen keventämiseen ja vahvistamiseen.

#### Lämpövarastot – luonnonmateriaalit energiavarastoina

Lämpövarastot, kuten kuumavesivarastot ja kivivarastot, ovat mekaanisesti yksinkertaisempia, mutta edellyttävät suurta materiaalivolyyymia ja korkeaa lämmönkestoa. Vesi on yleinen lämmön varastoina kaukolämpöjärjestelmissä, kun taas kivi ja murskattu kivimateriaali ovat yleisiä väliaineita pitkäkestoisissa korkean lämpötilan varastoissa. Kivimateriaalia käyttävät varastot suunnitellaan usein paikallisten raaka-aineiden saatavuuden mukaan ja rakenteet voivat sisältää betonia, eristekerroksia ja teräsrakenteita.

#### Kotimaista tai paikallista toimintaa arvoketjussa:

**SSAB**

Vähähiilisen ja erikoisteräksen valmistus.

**BOLIDEN**

Kuparin ja sinkin tuotanto ja kaivostoiminta.

**KELIBER**

Litiumin kaivostoiminta ja jalostus.

**outokumpu**

Ruostumattoman teräksen tuottaja.

**Elkem**

Piipohjaisten materiaalien valmistus.

**Terrafame**

Nikkelin, kobolttin, sinkin ja kuparin kaivostoiminta.

The Biofore Company **UPM**

Piipohjaisten polymeerien kehitys.

**Aurubis**

Kuparin jalostus johtimiin ja kennoihin.



Sähköverkon ja tuotantokapasiteetin suunnittelu

Varastoinnin muodot

- Sähköinen
- Kemiallinen
- Lämpöenerginen
- Mekaaninen
- Biologinen

### Suunnittelu osana kokonaisuutta

Sähköverkon ja tuotantokapasiteetin suunnittelussa varastoinnilla on yhä suurempi rooli. Varastot toimivat puskurina kysynnän ja tuotannon vaihteluiden välillä, vähentävät verkon ylikuormituksia ja mahdollistavat suuremman uusiutuvan tuotannon osuuden ilman luotettavuuden heikentymistä. Suunnittelussa otetaan huomioon varastointimuotojen tekniset ominaisuudet, kustannustaso, purku- ja latausnopeus sekä kesto. Varastointi liitetään sekä tuotannon että kulutuksen suunnitteluun ja se vaikuttaa merkittävästi sähköverkon mitoittamiseen ja luotettavuuteen.

### Varastoinnin muodot

- **Sähköisen varastoinnin** akku- ja kondensaattorijärjestelmät soveltuvat erityisesti lyhyen aikavälin tasapainotukseen, kuten taajuussäätöön ja mikrotason energiavarastoiksi. Litiumioniakut ovat yleisimpiä varastointimuotoja, mutta uudet teknologiat kuten natrium-, kiinteäelektrolyyttiset ja virtausakut ovat kehittyneet nopeasti.
- **Kemiallinen varastointi** perustuu energian muuntamiseen kemiallisiksi sidoksiksi, esimerkiksi vedyksi, metaaniksi tai synteettisiksi polttoaineiksi. Tämä mahdollistaa energian pitkän aikavälin varastoinnin, kuljetuksen ja sektorien välisen integraation esimerkiksi liikenteen tai teollisuuden tarpeisiin.
- **Lämpöenerginen varastointi** hyödyntää materiaaleja joilla on korkea ominaislämpökapasiteetti, sillä ne pystyvät sitomaan ja varastoimaan suuria määriä lämpöenergiaa pienellä lämpötilan muutoksella. Vesivaraajat, kivivarastot ja suolapohjaiset lämpövarastot tarjoavat edullisen ja tehokkaan ratkaisun erityisesti lämmitykseen ja kaukolämpöön kytkettyihin sovelluksiin.
- **Mekaaninen varastointi** kattaa esimerkiksi painovoimapohjaiset järjestelmät, pumppuvoimalaitokset ja kineettiset varastot kuten vauhtipyörät. Nämä ratkaisut vaativat usein suuria tiloja ja spesifejä lokaatioita, mutta tarjoavat pitkäikäisiä ratkaisuja suhteellisen yksinkertaisilla teknologioilla.
- **Biologinen varastointi** tarkoittaa esimerkiksi biomassan tai biokaasun muodossa tapahtuvaa energian varastointia, jossa energia sitoutuu orgaaniseen aineeseen. Tämä tukee erityisesti maatalouden ja jätehuollon energiaratkaisuja ja toimii osana kiertotaloutta.

### Kotimaista tai paikallista toimintaa arvoketjussa:



Suomalainen akkuvarastojen (BESS) laitevalmistaja.



Suomalainen hiekka-akkujen valmistaja.



Suomalainen painovoima-akku startup.



Aurinkosähkön varastointi maalämpöjärjestelmän energiavaraajiin ja vesivaraajiin.



Pienemmän kokoluokan akkuvarastot.



Akkujärjestelmien toimitus.



Innovatiiviset lämmönvarastointiratkaisut.



#### Varaston operointi

- Tuotannon optimointi
- Kapasiteetti

#### Energian jakelu

- Sähköinfra
- Lämpöinfra
- Siirtoputket
- Polttokennot

Älykkäät järjestelmät ja kunnossapito

### Tehokas operointi vaatii jatkuvaa optimointia

Energian varastointiratkaisujen toiminnallinen arvo korostuu niiden tehokkaassa operoinnissa. Varastojen käyttö vaatii jatkuvaa tuotannon ja kulutuksen optimointia, jotta energiaa voidaan syöttää verkkoon oikea-aikaisesti ja kustannustehokkaasti. Keskeisiä tekijöitä ovat varaston kapasiteetin hallinta sekä järjestelmien kyky reagoida dynaamisesti kysyntään ja tarjontaan erityisesti uusiutuvan tuotannon volatiliteetin vuoksi.

Varastojen operointi sisältää käyttöajituksen ohjaamista sähkömarkkinahinnoittelun mukaan mm. spot-, säätö- ja reservimarkkinoilla, kulutuksen ja tuotannon ennustamista sään- ja kuormitusennusteiden perusteella sekä automaattista varastonhallintaa energianhallintajärjestelmien avulla. Hybridivarastojen kuten sähkö- ja lämpövaraston yhdistäminen mahdollistaa myös entistä joustavamman optimoinnin eri käyttötarpeisiin. Lisäksi reaaliaikainen data-analytiikka tukee nopeaa päätöksentekoa varaston käyttöasteen ja tehokkuuden maksimoimiseksi.

### Varastojen purku edellyttää kehittyneitä siirtoinfrastruktuuria

Energiaa siirretään varastoista loppukäyttöön erilaisten infrastruktuurien kautta. Sähköenergia jaetaan sähköverkon kautta, lämpö johdetaan lokaalilla lämpöinfraalla ja kaukolämpöverkolla, ja kemiallisessa muodossa varastoitu energia, kuten vety tai synteettiset polttoaineet, kulkee kumipyörin, siirtoputkistoja pitkin tai jalostetaan polttokennojen avulla suoraan sähköksi tai lämpöenergiaksi.

### Älykäs kunnossapito parantaa käytettävyyttä ja kestävyyttä

Varastojen pitkän käyttöiän ja toimintavarmuuden takaamiseksi niiden kunnossapito edellyttää ennakoivia ja digitaalisesti ohjattuja järjestelmiä. Älykäs kunnossapito hyödyntää etävalvontaa, data-analytiikkaa ja tekoälyä havaitakseen poikkeamat ajoissa ja optimoidakseen huoltotoimenpiteet. Näin energiavarastot voivat toimia saumattomasti osana älykästä energijärjestelmää.

### Kotimaista tai paikallista toimintaa arvoketjussa:



Skaalautuvat sähköenergia-varastoratkaisut ja aggregointi.



Sähkökaupan optimointitoimija.



Energia- ja riskienhallinta ja optimointi.



Sähkövarastojen AI-perusteinen markkinaoptimointi.



Tekninen toimija energianhallinnassa.



Pienien (< 1MW) varastojen energiaoptimointi.



Etävalvonta- ja etäohjauspalvelut



Etävalvonta- ja etäohjauspalvelut



**Materiaalien erotus**

- Metallit
- Komposiitit
- Hiilikuidut
- Muut materiaalit

**Kierrätysverkotot ja uusiokäyttö**

### Materiaalien erotus

Energian varastointi-infrastruktuuri sisältää arvokkaita materiaaleja, joiden tehokas kierrätys on keskeistä resurssitehokkuuden ja ympäristökestävyyden kannalta.

- Metallit ja akkumetallit ovat energiavarastojen kannalta kierrätyksen keskeisimpiä ja arvokkaimpia materiaaleja. Akkukennostoista ja johdotuksista saadaan talteen johtavia metalleja, kun taas akku- ja kotelarakenteiden teräs ja alumiini voidaan murskata ja sulattaa uudelleenkäyttöä varten. Power-to-X-varastoista saadaan talteen säiliö- ja putkistomateriaalit kuten ruostumaton teräs ja seosmetallit.
- Komposiittimateriaalien kierrätys on haastavaa myös varastoratkaisuissa, erityisesti painetta kestävässä säiliöissä ja kevytrakenteissa, joissa hyödynnetään hiilikuituja tai lasikuituja. Näiden kierrätys vaatii joko mekaanista murskausta rakennusmateriaalien raaka-aineeksi tai termisiä ja kemiallisia menetelmiä kuitujen ja sideaineiden erottamiseen.
- Lämpövarastojen materiaalit, kuten kivet ja vesi, eivät itsessään ole kierrätettäviä. Varastojen tekniset rakenteet, kuten betoni ja metallit, ovat kierrätyskelpoisia. Lisäksi lämpövarastojen eristemateriaalit, muovit ja suojarakenteet voivat osin päätyä uusiotuotantoon, mutta vaativat usein esikäsittelyä tai lajittelua.

### Kierrätysverkotot ja uusiokäyttö

Suomessa energiavarastojen kierrätysverkotot kehittyvät nopeasti erityisesti akkujen kierrätyksen osalta. EU-regulaatio, kuten akkuasetukset ja laajennettu tuottajavastuu, vauhdittavat logistiikan ja käsittelyprosessien rakentamista myös varastoteknologioihin.

- Keskeisiä toimijoita ovat metalli- ja elektroniikkajätteen käsittelijät, joilla on valmiuksia erottaa akkumetalleja, johtimia ja rakenteellisia materiaaleja. Power-to-X-järjestelmien kierrätyksen pilotointeja kehitetään muun muassa materiaalien jäljitettävyyden ja tehokkaan resurssien käytön varmistamiseksi.
- Uusiokäytössä pyritään palauttamaan materiaalit mahdollisuuksien mukaan takaisin energiateknologioiden käyttöön: alumiini ja teräs uusiin rakenteisiin, kupari sähköjärjestelmiin ja kierrätetyt akkumetallit uusiin akkukennoihin. Komposiittien uusiokäyttö on edelleen rajallista, mutta niitä hyödynnetään täyteaineina tai polttoaineena sementtiteollisuudessa.

### Kotimaista tai paikallista toimintaa arvoketjussa:



Metallien ja sähköelektroniikan kierrätysyritys.



Entinen Fortum Waste Solutions. Kierrätysratkaisuja teollisuuteen.



Pienemmän kokoluokan akkujen ja paristojen kierrätys.



Energia-infrastruktuurin kierrätysratkaisut.



Alueellinen kiertotalouden edistäjä.



# Teollisuuden sähköistyminen

Ratkaisut ja teknologiat

Investoinnit ja toteutus

Sähköverkko-  
infrastruktuuri

Operointi ja ylläpito

Sähköiset ratkaisut

- Sähkökattilat
- Lämpöpumput + Hukkalämpöjen talteenotto
- Elektrolyysi
- Sähköturbiinit

Investointi

- Mahdolliset tuet
- Rahoitus

Suunnittelu

Toteutus

- Hankinnat
- Urakointi

Infran vahvistaminen

Uusiutuvat energia

- PPA
- Uudet hankkeet

Sähkön varastointi

Sähkön hankinta

O&M

Energiatehokkuus ja -säästöt

Seuranta ja automaatio



Ratkaisut ja teknologiat

Investoinnit ja toteutus

Sähköverkkoinfrastruktuuri

Operointi ja ylläpito

Sähköiset ratkaisut

- Sähkökattilat
- Lämpöpumput + Hukkalämpöjen talteenotto
- Elektrolyyseri
- Sähkömoottorit

### Teollisuuden sähköistyminen – Edellytys fossiilisten polttoaineiden käytön ja CO2-päästöjen vähentämiseen

**Sähkökattilat:** Suoran sähköistymisen potentiaalisimmat kohteet ovat erilaiset lämpökäsittely- ja kuivatusprosessit sekä uunit, joissa lämmön lähteenä ovat fossiiliset polttoaineet. Näitä prosesseja on useilla eri teollisuuden aloilla, erityisesti metalli- ja teknologiateollisuudessa. Sähkölämmitys on ollut vaihtoehto lämmitykseen jo pitkään, mutta kaasua ja öljyä käytetään yhä laajasti teollisuusprosesseissa.<sup>23</sup>

Prosessilämmön lisäksi sähkökattilat soveltuvat hyvin kaukolämmön tuotantoon.

**Lämpöpumput:** Lämpöpumput hyödyntävät ympäristöstä saatavaa lämpöenergiaa, kuten ilmaa, vettä tai maaperää, tehokkaasti. Hukkalämpöjen talteenottojärjestelmät keräävät prosesseissa syntyvää ylimääräistä lämpöä, joka voidaan uudelleen käyttää esimerkiksi tilojen lämmityksessä tai prosessien esilämmityksessä, parantaen näin energiatehokkuutta. Viime vuosina teollisuuslämpöpumppujen teknologiakehitys on nostanut niillä tuotettavan lämmön lämpötilatasoa merkittävästi yli 100 °C:een, mikä mahdollistaa niiden laajemman hyödyntämisen eri teollisuuden prosesseissa.<sup>23</sup>

Suomen laaja kaukolämpöverkosto tarjoaa hyvät edellytykset hukkalämmön hyödyntämiseen ja toimii tärkeänä linkkinä teollisuuden ja energiatoimijoiden sektori-integraatiossa.

**Elektrolyyseri:** Elektrolyysarit tuottavat vetyä uusiutuvalla sähköllä hajottamalla vettä vedyksi ja hapeksi. Vetyä voidaan käyttää teollisuuden raaka-aineena tai energian varastointiin ja siirtoon, mikä tukee teollisuuden sähköistymistä ja uusiutuvan energian hyödyntämistä. Katso kohta XX??

**Sähkömoottorit:** Sähkömoottorit ovat energiatehokkaita ja vähäpäästöisiä vaihtoehtoja perinteisille polttomoottoreille. Niitä käytetään laajasti teollisuuden prosesseissa, kuljetuksessa ja koneissa, ja ne edistävät energiatehokkuutta sekä vähentävät riippuvuutta fossiilisista polttoaineista.

### Kotimaista tai paikallista toimintaa arvoketjussa:



PARAT®

Norjalainen sähkökattilavalmistaja.



MAN Energy Solutions

Saksalainen moottorien, turbiinien, kompressorien sekä teollisuuden lämpöpumppujen valmistaja.



Suomalainen Oilon valmistaa polttotekniikkaa kaasumaisille- ja nestemäisille polttoaineille sekä lämpöpumppuja



Suomalainen teollisuuden ja kuntien lämmitysratkaisujen palvelutarjoaja.



Kolmeks

Suomalainen Kolmeks Oy valmistaa sähkömoottoreita ja moottorien komponentteja.



- Investointi
  - Mahdolliset tuet
  - Rahoitus
- Suunnittelu
- Toteutus
  - Hankinnat
  - Urakointi

### Investointi ja toteutus – Siirtymän mahdollistajat

Sähköistettyihin prosesseihin investointi (kuten sähkökattiloihin, lämpöpumppeihin ja sähkömoottoreihin) vaatii huolellista esiselvitystä, teknistä suunnittelua ja taloudellista arviointia. Investointien kannattavuus riippuu mm. energian hinnasta, takaisinmaksuajasta ja käytettävissä olevista tuista.

**Mahdolliset tuet:** Investointeihin on saatavilla erilaisia rahoitusinstrumentteja, kuten Business Finlandin energiatuki ja Energiaviraston Energiaintensiivisen teollisuuden sähköistämistuki. Näiden avulla voidaan alentaa investoinnin riskiä ja nopeuttaa toteutusta.

**Rahoitus:** Investointien rahoitus voi koostua julkisista tuista, yrityksen omasta pääomasta, lainarahoituksesta tai erillisistä teollisuuskiinteistöhankeista. Kunnilla on tärkeä rooli rahoitusmahdollisuuksien kartoittamisessa ja tiedon välittämisessä yrityksille.

**Suunnittelu:** Sisältää teknisen ja taloudellisen selvityksen lisäksi sähköverkon, prosessien ja mahdollisten luvitusten yhteensovittamisen. Tässä vaiheessa tehdään päätöksiä esimerkiksi käytettävistä teknologiatoimittajista ja projektin vaiheistuksesta.

**Toteutus:** Toteutusvaiheessa siirytään hankintaan, urakointiin ja mahdolliseen rakennusvaiheeseen. Kunnat voivat edistää toteutusta tarjoamalla kaavoitus- ja lupaprosesseihin sujuvuutta sekä infraratkaisuja.

**Hankinnat ja urakointi:** Tarjoavat työllisyys- ja liiketoimintamahdollisuuksia paikallisille yrityksille – etenkin asennus-, automaatio-, sähkö- ja kunnossapitoaloilla.

### Kotimaista tai paikallista toimintaa arvoketjussa:

## BUSINESS FINLAND

Tarjoaa kansainvälistymis- ja rahoituspalveluita yritykselle.



Savonlinna

Yrityspalvelut yritysten tukena ja kunta luvituksessa mukana.



Tarjoaa monialaisia suunnittelu- ja asiantuntijapalveluita teollisuudelle kattaaan energiasiirtymän, sähköistymisen sekä infrastruktuurin ja teollisten investointien kehittämisen.



Tarjoaa teollisuuden ja energia-alan urakointi- ja kunnossapitopalveluita.



- Infran vahvistaminen
- Uusiutuva energia
  - PPA
  - Uudet hankkeet
- Sähkön varastointi

**Sähköinfran vahvistaminen**

Teollisuuden sähköistyminen lisää sähkönkulutusta ja kuormittaa nykyisiä sähköverkkoja. Siksi tarvitaan investointeja siirto- ja jakeluverkkoon, liityntäpisteiden rakentamiseen sekä muuntoasemien ja kaapelointien vahvistamiseen. Erityisesti suuritehoisten sähkölaitteiden, kuten sähkökattiloiden ja elektrolyyserien, käyttö edellyttää luotettavaa ja kapasiteetiltaan riittävää verkkoa.

**Uusiutuva energia**

Sähköistyminen perustuu pitkälti puhtaaseen sähkөөn, erityisesti tuuli- ja aurinkovoimaan. Nämä tuotantomuodot tarjoavat päästöttömän energialähteen, joka vastaa teollisuuden ilmastotavoitteisiin. Suomessa tuulivoima kasvaa nopeasti, mutta myös aurinkovoimainvestoinnit ovat yleistymässä. Myös hybridihankkeet (esim. aurinko + akku) yleistyvät.

PPA on pitkäaikainen sähkönostosopimus uusiutuvan sähkön tuottajan ja käyttäjän välillä. Se mahdollistaa sähkön tuotannon ja -kulutuksen ennustettavuuden ja hinnoittelun hallinnan. Teollisuudessa PPA:t ovat keskeinen väline varmistaa kilpailukykyinen ja uusiutuva sähkö tuotantoprosesseihin.

Uudet tuuli- ja aurinkovoimaprojektit muodostavat tärkeän kivijalan teollisuuden sähköistymiselle. Ne tuovat alueille investointeja, työpaikkoja ja mahdollistavat pitkäjänteiset sähkönostosopimukset (PPA:t). Kuntien rooli on merkittävä kaavoituksessa, lupaprosesseissa ja sidosryhmien yhteen tuomisessa.

**Sähkön varastointi**

Uusiutuva sähkö tuotetaan usein epäsynkronisesti kulutuksen kanssa. Akkuratkaisut ja lämpövarastot mahdollistavat tuotannon ja kulutuksen parempaa yhteensovittamista. Teollisuuden mittakaavassa varastointi parantaa energijärjestelmän joustavuutta ja mahdollistaa osallistumisen mm. kysyntäjoustoihin.

**Kotimaista tai paikallista toimintaa arvoketjussa:**



Despro tarjoaa uusiutuvan energian ja kriittisen infran asiantuntijapalveluita.



Suomalainen akkuvarastojen (BESS) laitevalmistaja.



Energiainfran suunnittelu- ja asiantuntijapalveluita tarjoava suomalainen yritys.



**ILMATAR**

Ilmatar on uusiutuvan energian hankkeiden kehittäjä ja tuottaja.



OX2 kehittää, rakentaa ja myy tuuli- ja aurinkovoimapuistoja



- Sähkön hankinta
- O&M
- Energiatehokkuus ja –säästöt
- Seuranta ja automaatio

**Sähkön hankinta**

Pitkän aikavälin sähkö hankitaan usein PPA-sopimuksilla uusiutuvan energian tuottajilta. Lyhyellä aikavälillä sähköä voidaan ostaa esim. spot-markkinoilta. Käytössä voi olla erilaisia suojaus- ja hankintamalleja, jotka huomioivat hinnanvaihtelut ja riskit. Lisäksi reservimarkkinoilla toimiminen voi tarjota lisätulon lähteen, mutta se vaatii aktiivista kaupankäyntiä. Käytännössä tämä palvelu ostetaan yleensä erikoistuneelta toimijalta.

**O&M**

O&M eli käyttö ja kunnossapito kattaa laitosten ja prosessien päivittäisen operoinnin sekä järjestelmien ylläpidon. Siihen sisältyy sähkö- ja automaatiojärjestelmien huolto, vikakorjaukset ja järjestelmäpäivitykset, sekä käyttöhenkilöstön koulutus ja työnohjaus. Ennakoiva kunnossapito ja kunnossapito-ohjelmat ovat keskeisiä osia toimintavarmuuden turvaamisessa. Palvelu on usein ulkoistettu erikoistuneille toimijoille.

**Energiatehokkuus ja –säästöt**

Teollisuuden sähköistyessä energiatehokkuus on tärkeä kilpailutekijä. Prosessien optimointi, hukkalämmön hyödyntäminen ja älykäs ohjaus tuovat säästöjä energiankulutuksessa ja kustannuksissa.

**Seuranta ja automaatio**

Reaaliaikainen seuranta ja automaatio mahdollistavat prosessien optimoinnin ja nopean reagoinnin. Älykkäät järjestelmät tehostavat energiankäyttöä ja parantavat tuotannon hallintaa.

**Kotimaista tai paikallista toimintaa arvoketjussa:**



Teollisuuden huolto- ja kunnossapitourakoitsija.



Ylläpitää reservimarkkinoita Suomessa.



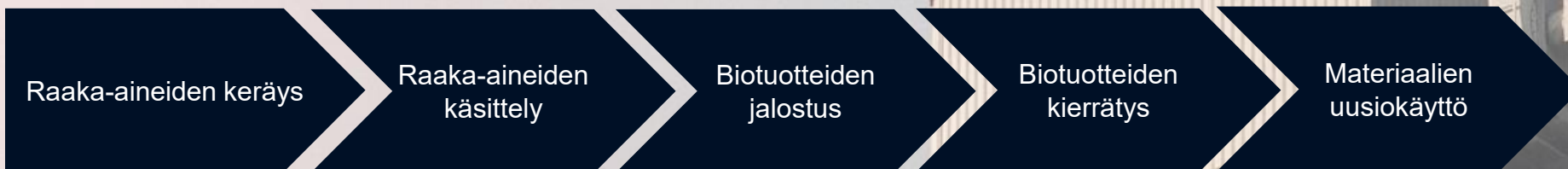
Tarjoavat yrityksille ja kunnille palveluita kestävän kehityksen edistämiseksi, mm. ylläpitävät teollisuuden energiakatselmustoimintaa sekä energiatehokkuussopimuksia.



Energiadatan ja etävalvonnan ohjelmistoja.



# Metsä- ja bioenergian kiertotalous



## Metsäteollisuuden biomassasivuvirrat

- Kuori
- Sahanpuru
- Mustalipeä
- Lietteet

## Bioenergian sivuvirrat

- Maatalousjäte
- Biojäte
- Kaatopaikkajäte

## Biomassojen käsittely

- Pyrolyysi
- Kaasutus
- Biojalostamot

## Biokaasun ja mädätysjätteen tuottaminen

- Anaerobinen mädätys

## Biomateriaalien tuotanto

- Biohartsit
- Biokomposiitit
- Lignoselluloosajalosteet

## Biokaasun jalostus

- Biometaanit

## Jäännöstuotteiden hyödyntäminen

- Maatalous
- Rakennusmateriaalit
- Maankäyttö

## Biokaasun mädätysjäätös

- Lannoitteet

## Metsäteollisuuden biotuotteet

- Kartonki
- Biokemikaalit
- Kuitutekstiilit
- Biomuovit



### Metsäteollisuuden biomassasivuvirrat

- Kuori
- Sahanpuru
- Mustalipeä
- Lietteet

### Bioenergian sivuvirrat

- Maatalousjäte
- Biojäte
- Jätevesiliete
- Kaatopaikkajäte

### Metsätalous – teollisuuden sivuvirrat kiertoon

Metsätalous tuottaa merkittäviä määriä eloperäisiä sivuvirtoja, joista esimerkiksi vaneriteollisuus muodostaa tärkeän osan kiertotaloudessa. Vaneritehtailla syntyy suuria määriä puunkuorta, oksia, hiontapölyä ja viiluprosessin ylijäämiä, kuten ohuimpia viilusuikaleita ja hukkapaloja. Nämä materiaalit sisältävät runsaasti energiaa ja soveltuvat hyvin biokaasun tuotantoon, kompostointiin tai suoraan energiakäyttöön esimerkiksi lämpölaitoksissa. Lisäksi osa sivuvirroista voidaan prosessoida edelleen biohiileksi, maanparannusaineiksi tai käyttää kuituraaka-aineena biopohjaisissa komposiiteissa ja rakennusmateriaaleissa.

Jotta vaneriteollisuuden biomassat saadaan tehokkaasti osaksi kiertotaloutta, tarvitaan erotus-, kuljetus- ja käsittelyratkaisuja sekä yhteensopivia loppukäyttökohteita esimerkiksi biojalostamoissa tai biokaasulaitoksissa. Yhteistyö energiatoimijoiden ja paikallisten jäte- ja materiaalivirtoja hyödyntävien yritysten kanssa mahdollistaa sivuvirtojen korkeamman jalostusasteen ja vähentää teollisuuden ympäristökuormitusta.

### Bioenergia – maatalouden ja yhdyskuntien biomassat raaka-aineena

Bioenergian kiertotalouden alkupiste on eloperäisten raaka-aineiden keräyksessä. Maataloudessa syntyy suuria määriä biomassoja, kuten lantaa, nurmirehua ja kasvitähteitä, jotka voidaan hyödyntää tehokkaasti biokaasun tuotannossa. Lisäksi elintarvike- ja juomateollisuudessa syntyy sivuvirtoja, kuten rasvoja, jätteitä ja sivutuotteita, joilla on korkea energiatiheys ja kierrätyspotentiaali.

Myös yhdyskuntien biojäte ja jätevesiliete toimivat merkittävänä biokaasun raaka-ainelähteenä. Näiden materiaalivirtojen tehokas keräys, lajittelu, käsittely ja logistiikka ovat olennaisia, jotta biomassa saadaan ohjattua hyötykäyttöön energiana tai lannoitteina. Esikäsittelyprosesseilla, kuten hygienisoinnilla ja murskauksella, varmistetaan materiaalien soveltuvuus jatkokäsittelyyn esimerkiksi mädätyksessä.

### Kotimaista tai paikallista toimintaa arvoketjussa:



UPM:n vaneritehdas tuottaa raaka-aineet Savonlinnan voimalaitokselle.



Metsä Wood operoi vaneritehdasta Punkaharjulla.



Paikallinen keräyksestä ja käsittelystä vastaava jäteyhtiö.



Hyödyntää UPM:n vaneritehtaan sivuvirtoja.



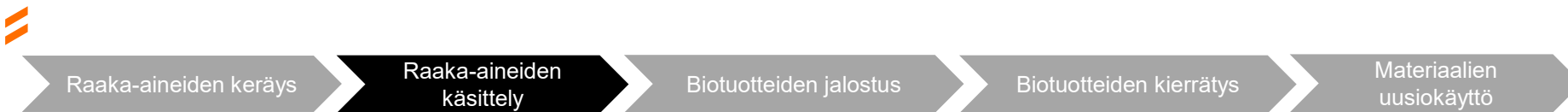
Savonlinnan kaupunki operoi mm. Pihlajaniemen jätevedenpuhdistamoa.



Jätteenkäsittely ja lietteiden logistiikka- ja hyötykäyttöpalvelut



Maatalouden sivuvirtojen keräys ja hyödyntäminen.



### Biomassojen käsittely

- Pyrolyysi
- Kaasutus
- Biojalostamot

### Biokaasun ja mädätysjätteen tuottaminen

- Anaerobinen mädätys

### Biomassojen käsittely – sivuvirrat käyttökelpoiseksi raaka-aineeksi

Metsäteollisuus, mukaan lukien vaneriteollisuus, tuottaa merkittäviä määriä sivuvirtoja, joista osa soveltuu erinomaisesti bioenergian raaka-aineeksi. Näitä ovat muun muassa:

- kuorijäte ja sorvauslastut
- hiontapöly
- reunalistojen ja leikkuujätteiden puupitoiset osat

Materiaalit kerätään tuotantoprosessin eri vaiheista ja käsitellään esimerkiksi murskaamalla ja kosteutta tasaamalla ennen energiakäyttöä. Osa jakeista voidaan syöttää suoraan polttolaitoksiin, kun taas hienojakoisemmat ja kosteammat materiaalit soveltuvat paremmin biokaasun tuotantoon esikäsittelyn jälkeen. Kustannustehokkainta on minimoida materiaalihukka ja maksimoida energiasisällön hyödyntäminen paikallisessa energiantuotannossa, jolloin vaneritehdas voi toimia osana alueellista kiertotalousratkaisua.

### Biokaasun ja mädätysjätteen tuotanto – energiaa ja ravinteita suljetussa kierrossa

Biomassojen käsittelyä seuraa itse bioenergian tuotantoprosessi, jossa anaerobinen mädätys muuntaa orgaanisen aineksen metaanipitoiseksi biokaasuksi. Biokaasu voidaan:

- jalostaa biometaaniksi ja käyttää liikennepolttoaineena
- hyödyntää paikallisesti sähkön ja lämmön tuotantoon

Biokaasuteknologiaa hyödynnetään myös jätevedenpuhdistamoilla, joissa orgaaninen aines jätevesilietteestä mädätetään. Prosessien sivutuotteena syntyy mädätysjäännöstä, joka sisältää arvokkaita ravinteita, kuten typpeä ja fosforia. Jäännöksiä voidaan hyödyntää pelloilla lannoitteena, mikä edistää kiertotaloutta ja vähentää keinolannoitteiden tarvetta.

Biokaasun tuotanto yhdistää energian ja ravinteiden hyötykäytön, mikä tekee siitä keskeisen osan bioenergiaan perustuvaa kiertotaloutta.

### Kotimaista tai paikallista toimintaa arvoketjussa:



Toimittaa biomassojen käsittelylaitteistoja.



Toimittaa pyrolyysi ja kaasutuslaitteistoja.



Erikoistunut anaerobisen mädätyslaitteistojen toimituksiin.



Pienimuotoiset mädätys- ja biokaasulaitokset.



Paikallinen keräyksestä ja käsittelystä vastaava jäteyhtiö.



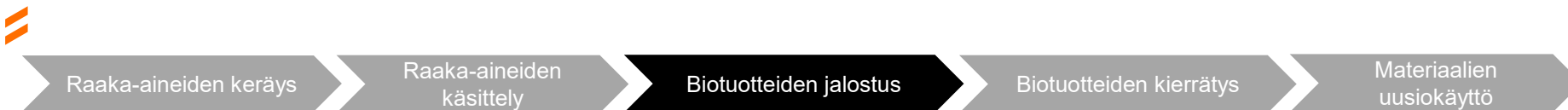
Hyödyntää UPM:n vaneritehtaan sivuvirtoja.



Biokaasulaitteiston toimittaja.



Jätteenkäsittely ja biokaasutuotanto.



### Biomateriaalien tuotanto

- Biohartsit
- Biokomposiitit
- Lignoselluloosajalosteet

### Biokaasun jalostus

- Biometaanit

### Biomateriaalien tuotanto – jäännösvirroista jalostettavia tuotteita

Biomassojen käsittelyn ja energiantuotannon ohessa syntyy kiinteitä ja nestemäisiä jäännöksiä, joista voidaan valmistaa monipuolisia biomateriaaleja. Vaneritehtaalta saadaan mm. seuraavia sivuvirtoja:

- Puupohjaiset sivuvirrat, joita ei ohjata energiakäyttöön, voidaan jalostaa kuitulevyiksi, biopohjaisiksi sideaineiksi tai komposiittimateriaaleiksi
- Mädätysjäännöksestä voidaan erottaa kiinto- ja nestejakeet, joita hyödynnetään esimerkiksi lannoitteina, maanparannusaineina tai biopohjaisissa tuotteissa.
- Biomassan hyödyntämisestä energiantuotannossa syntyy savukaasua, josta voidaan talteen ottaa biogeeninen hiilidioksidi ja jatkojalostaa se synteettisiksi polttoaineiksi tai hiiltä sitoviksi materiaaleiksi.

Jäännösvirtoja hyödyntämällä materiaalivirrat kiertävät mahdollisimman tehokkaasti ja tukevat vähäjätteistä ja hiilineutraalia teollisuustuotantoa.

### Biometaanin tuotanto – paikallista ja jalostettavaa energiaa

Anaerobisen mädätyksen kautta tuotettu raakabiokaasu voidaan puhdistaa ja jalostaa biometaaniksi, joka on kemiallisesti lähes identtinen maakaasun kanssa. Biometaanit soveltuu mm.

- liikennepolttoaineeksi
- kaasuverkkoon syötettäväksi
- teollisuuden energialähteeksi

Jalostusprosessissa biokaasusta poistetaan epäpuhtaudet, kuten hiilidioksidi ja rikkivedyt, mikä nostaa kaasun energiasisältöä. Sivutuotteena voidaan ottaa talteen biogeeninen hiilidioksidi, joka on arvokas raaka-aine synteettisten polttoaineiden tai materiaalien tuotantoon. Biometaanin tuotanto yhdistää paikallisen bioenergian tehokkaaseen hyödyntämiseen ja tarjoaa korvaavan ratkaisun fossiilisille polttoaineille erityisesti raskaan liikenteen ja teollisuuden tarpeisiin.

### Kotimaista tai paikallista toimintaa arvoketjussa:



**UPM**

Biokomposiitin kehitys.



**STORAENSO**

Biopohjaiset komposiitit ja kuitupohjaiset materiaalit.



Biokomposiittimateriaalien valmistaja.



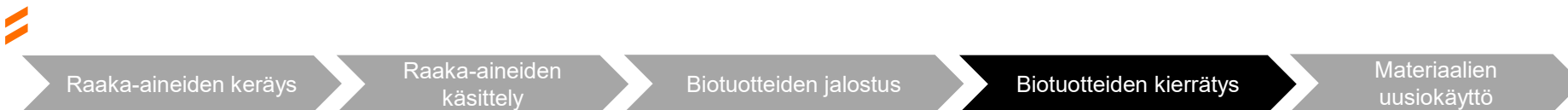
Selluloosakuidun hyödyntäminen.



Biokaasun jalostaminen biometaaniksi ympäri Suomen.



Toimittaa biometaanintuotantolaitoksia.



### Jäännöstuotteiden hyödyntäminen

- Maatalous
- Rakennusmateriaalit
- Maankäyttö

### Biokaasun mädätysjäännös

- Lannoitteet

## Biotuotteiden kierrätys – jäännöstuotteet uudelleen käyttöön

Biopohjaisten tuotteiden kiertotaloudessa keskeistä on jäännöstuotteiden tehokas hyödyntäminen uudessa arvossa.

Metsäteollisuuden bioprosessien sivuvirrat voidaan hyödyntää esimerkiksi:

- rakennusmateriaalien seosaineina, kuten kuituvahvisteisina komposiitteina
- viherrakentamisessa, maisemoinnissa tai maaperän kunnostuksessa
- biohiilen tai kuitumateriaalien tuotannossa metsäteollisuuden kuorista, hiontapölystä ja muista jäännöksistä

Biokaasun tuotannon yhteydessä syntyy mädätysjäännöstä, joka sisältää arvokkaita ravinteita, kuten typpeä, fosforia ja kaliumia. Tätä biomassaa voidaan käyttää:

- lannoitteena maataloudessa, korvaamaan keinolannoitteita
- maanparannusaineena, parantamaan maaperän rakennetta ja hiilivarantoa
- jalostettuna tuotteena, kuten kuivikkeena tai rakeistettuna lannoitteena, mikä helpottaa logistiikkaa ja käyttöä

Kierrätys tarjoaa mahdollisuuden nostaa materiaalien arvonkehitystä ja tukea biopohjaista kiertotaloutta. Tehokas jäännöstuotteiden hyödyntäminen edellyttää:

- toimivia keräys- ja jalostusratkaisuja
- yhteensopivia loppukäyttökohteita
- lainsäädännön ja tukijärjestelmien tukea kierrätyksen edistämiseksi

## Kotimaista tai paikallista toimintaa arvoketjussa:



Tuottaa biohiiltä rakentamisen raaka-aineeksi.

**CARBONS**

Kasvualustojen biohiilen valmistaja.



Biokomposiittimateriaalien valmistaja.



Sivuvirroista lannoitteita, ravinteita ja maanparannusaineita



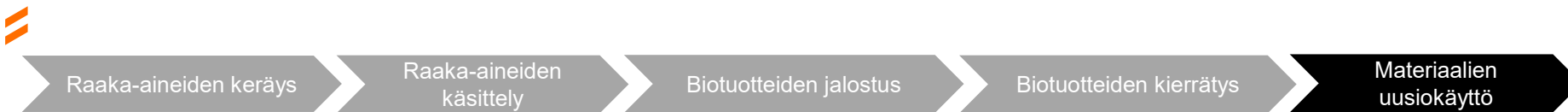
Hiilidioksidin sitominen rakennusmateriaaleihin.



NP-konsentraattia orgaaniseksi maanparannusaineeksi.

**carboculture**

Tuottaa metsäjätevirrasta biogeenista savukaasua ja biohiiltä.



### Metsäteollisuuden biotuotteet

- Kartonki
- Biokemikaalit
- Kuitutekstiilit
- Biomuovit

### Materiaalien uusiokäyttö – Metsäteollisuuden biotuotteet

Metsäteollisuus on siirtymässä yhä vahvemmin perinteisestä bulkki-tuotannosta kohti korkeampi-arvoisia biopohjaisia tuotteita, jotka tukevat kestäväää kehitystä ja kiertotaloutta. Biotuotteet, kuten kartonki, biokemikaalit, kuitutekstiilit ja biopohjaiset muovit, tarjoavat fossiilisia vaihtoehtoja korvaavia ratkaisuja useilla teollisuudenaloilla. Näiden materiaalien uusiokäyttö on keskeinen osa resurssitehokkuutta ja vähähiilistä taloutta, jossa pyritään maksimoimaan materiaalien elinkaari ja vähentämään jätettä.

Uusiokäyttö tarjoaa sovelluskohteita muun muassa seuraavissa biopohjaisissa tuotteissa:

- kartonki – kierrätettävä ja biohajoava pakkausmateriaali, jota voidaan hyödyntää useita kertoja ennen lopullista kompostointia tai energiakäyttöä.
- biokemikaalit – metsäteollisuuden jäännöksistä jalostettavat kemialliset yhdisteet, joita voidaan käyttää liuottimina, hartsien ja pinnoitteiden raaka-aineina tai biopoltoaineiden valmistuksessa.
- kuitutekstiilit – kierrätyskuiduista tai mekaanisesti/muuntokemiallisesti käsitellystä puukuidusta valmistettavat tekstiilimateriaalit, joilla voidaan korvata puuvillaa ja synteettisiä kuituja.
- biomuovit – selluloosa- ja hemiselluloosapohjaiset polymeerit, jotka soveltuvat elintarvikepakkauksiin, kalvoihin ja kestotuotteisiin ja joiden kierrätettävyyttä ja biohajoavuutta tukevat suljettuja materiaalkiertoja.

Materiaalien uusiokäyttö edellyttää tehokasta erottelua, puhdistusta ja jalostusta, mutta avaa samalla uusia liiketoimintamahdollisuuksia metsäpohjaisille innovaatioille, jotka tukevat ekologisesti ja taloudellisesti kestäväää kasvua.

### Kotimaista tai paikallista toimintaa arvoketjussa:

**KOTKAMILLS**

Kierrätettävät kartongit elintarvikekäyttöön.



Biohajoavia pakkausmateriaaleja puuhakkeesta ja luonnon sidosaineista.

**PAPTIC®**

Puukuitumateriaalien valmistaja.

**The Infinited Fiber Company®**

Kierrätyskuitua puuvillapitoisesta tekstiilijätteestä.

**Metsä**

Biopohjaiset pakkausmateriaalit.

**WOODLY**

Puupohjaisen biomuovin valmistaja.

**SPINNOVA®**

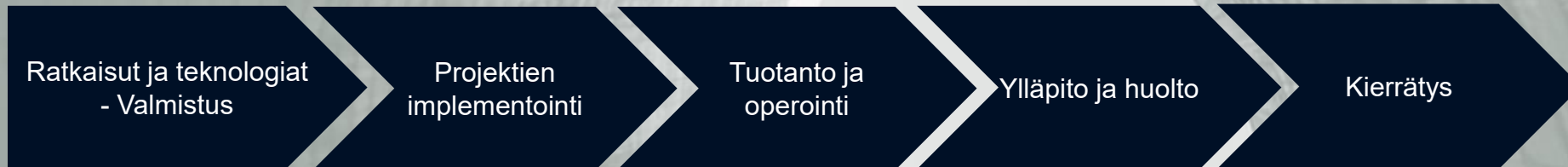
Selluloosakuidun hyödyntäminen.

**SOIL FOOD**

Lannoitteita ja maanparannusaineita teollisuuden sivuvirroista.



# Pienydinvoima - SMR



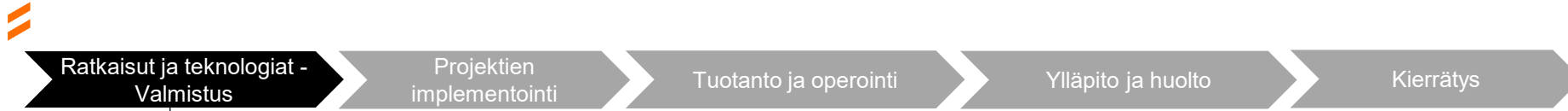
- Reaktiomoduulit (SMR)
- Turbiinit ja generaattorit
- Paineastiat ja turvallisuusjärjestelmät
- Polttoaine ja polttoainejärjestelmät

- Sijoittuminen ja luvitus
- Turvallisuus- ja ympäristövaatimukset
- Rahoitus ja hankekehitys
- Rakentaminen ja käyttöönotto

- Sähköntuotanto
- Lämmöntuotanto ja teollinen höyry
- Käytön ohjaus ja optimointi

- Käyttö ja kunnossapito
- Turvallisuuden varmistaminen
- Polttoaineen vaihto ja käsittely
- Elinkaaren hallinta

- Käytetyn polttoaineen käsittely
- Radioaktiivisen jätteen loppusijoitus
- Laitosten purku
- Materiaalien kierrätys



- Reaktiomoduulit (SMR)
- Turbiinit ja generaattorit
- Paineastiat ja turvallisuusjärjestelmät
- Polttoaine ja polttoainejärjestelmät

### Pienydinvoima (SMR) – Vähäpäästöinen perusvoima

Pienydinvoima (SMR, Small Modular Reactor) tarjoaa mahdollisuuden vakaaseen ja vähäpäästöiseen sähkö- ja lämmöntuotantoon. SMR-laitokset perustuvat kompakteihin reaktoriyksiköihin, joissa ydinfissiolla tuotettu lämpö muutetaan sähköksi turbiini–generaattorin avulla tai hyödynnetään suoraan lämmöntuotannossa.

SMR-laitokset koostuvat tyypillisesti reaktoriyksiköstä, turbiinilaitoksesta sekä lämmönsiirtoon ja jäähdytykseen liittyvistä järjestelmistä. Modulaarinen rakenne mahdollistaa vaiheittaisen toteutuksen ja skaalautuvuuden.

SMR-ratkaisut tarjoavat sovelluskohteita muun muassa:

- jatkuvaan sähköntuotantoon osana energijärjestelmää
- teollisuuden prosessilämmön ja höyryn tuotantoon
- kaukolämmön tuotantoon kaupunkialueilla
- yhdistettyihin CHP-ratkaisuihin

SMR-teknologia on vielä kehitysvaiheessa, mutta voi pitkällä aikavälillä tukea alueen energijärjestelmän vakautta ja vähähiilistymistä.

### Kotimaista tai paikallista toimintaa arvoketjussa:



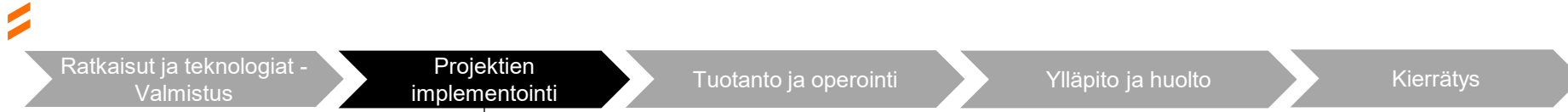
Helen aikoo rakentaa 10-15 vuoden aikana pienydinvoimalan.



Steady Energy suunnittelee, rakentaa ja operoi pienydinvoimaloita.



SMR-teknologioiden tutkimus, arviointi ja pilotoitien valmistelu.



- Sijoittuminen ja luvitus
- Turvallisuus- ja ympäristövaatimukset
- Rahoitus ja hankekehitys
- Rakentaminen ja käyttöönotto

### Projektien implementointi – SMR-hankkeiden toteutus

SMR-hankkeiden toteutus edellyttää pitkälle vietyä suunnittelua, luvitusta sekä tiivistä yhteistyötä viranomaisten ja energiayhtiöiden kanssa. Projektit ovat mittavia ja aikajänteeltään pitkiä, ja niiden toteutus perustuu vaiheittaiseen etenemiseen esiselvityksistä investointipäätökseen ja rakentamiseen.

Keskeisiä vaiheita ovat:

- esiselvitykset ja sijoittumisvaihtoehtojen arviointi
- ympäristövaikutusten arviointi (YVA) ja luvitusprosessit
- teknologian valinta ja hankintamallit
- investointipäätös ja rahoitusratkaisut
- rakentamisen ja käyttöönoton suunnittelu

SMR-laitosten rakentaminen perustuu modulaarisiin ratkaisuihin, joissa keskeiset komponentit valmistetaan teollisesti ja kootaan paikan päällä, minkä lisäksi toteutetaan tarvittava paikallinen infrastruktuuri ja liitännät energiajärjestelmään.

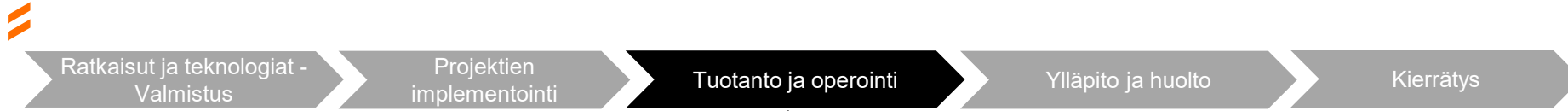
### Kotimaista tai paikallista toimintaa arvoketjussa:



Lupa- ja valvontavirasto



Säteilyturvakeskus



- Sähköntuotanto
- Lämmöntuotanto ja teollinen höyry
- Käytön ohjaus ja optimointi

### Tuotanto ja operointi – Vakaa ja jatkuva energiantuotanto

SMR-laitokset tuottavat jatkuvaa ja vähäpäästöistä sähköä ja lämpöä osana energiajärjestelmää. Toisin kuin vaihtelevat uusiutuvat energialähteet, SMR tarjoaa tasaista perustuotantoa, joka tukee järjestelmän vakautta ja toimitusvarmuutta.

Keskeisiä toimintoja ovat:

- jatkuva sähköntuotanto osana sähköjärjestelmää
- lämmön ja höyryn tuotanto teollisuuden tarpeisiin
- kaukolämmön tuotanto kaupunkialueilla
- tuotannon ohjaus ja optimointi kysynnän mukaan

SMR-laitokset voivat toimia itsenäisinä tuotantoyksiköinä tai osana laajempaa energiajärjestelmää.

Käyttö on pitkälle automatisoitua, mutta edellyttää jatkuvaa operointia ja turvallisuusvalvontaa. Henkilöstötarve on tyypillisesti kymmeniä henkilöitä per laitos.

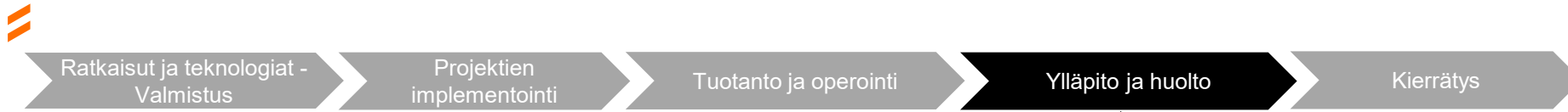
### Kotimaista tai paikallista toimintaa arvoketjussa:



Ydinvoiman operointi ja SMR kehitys.



Ydinvoiman operointi.



- Käyttö ja kunnossapito
- Turvallisuuden varmistaminen
- Polttoaineen vaihto ja käsittely
- Elinkaaren hallinta

### Ylläpito ja huolto – Jatkuva käyttö ja turvallisuus

SMR-laitosten käyttö edellyttää jatkuvaa kunnossapitoa, turvallisuuden varmistamista sekä säännöllisiä tarkastuksia. Ylläpito on pitkälle säädeltyä ja perustuu ennakoivaan kunnossapitoon sekä viranomaisvalvontaan.

Keskeisiä toimintoja ovat:

- laitoksen käyttö ja jatkuva valvonta
- ennakoiva ja korjaava kunnossapito
- turvallisuusjärjestelmien testaus ja tarkastukset
- polttoaineen vaihto ja käsittely

Ylläpito- ja huoltotoiminnot työllistävät jatkuvasti paikallisesti ja edellyttävät korkeaa teknistä osaamista.

### Kotimaista tai paikallista toimintaa arvoketjussa:



Käyttö ja kunnossapito.



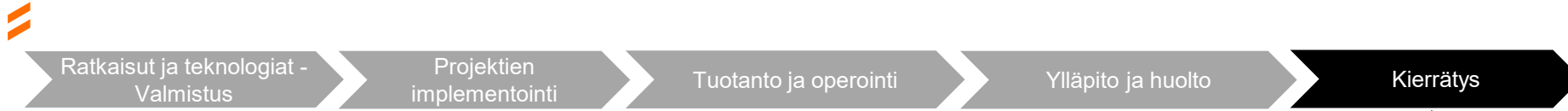
Käyttö ja kunnossapito.



Valvonta.



Asiantuntijatuki.



- Käytetyn polttoaineen käsittely
- Radioaktiivisen jätteen loppusijoitus
- Laitosten purku
- Materiaalien kierrätys

### Kierrätys – Käytetyn polttoaineen ja laitosten hallinta

SMR-laitosten elinkaaren loppuvaiheeseen kuuluu käytetyn polttoaineen käsittely sekä laitoksen turvallinen käytöstä poisto. Toiminta on tiukasti säädeltyä ja perustuu pitkän aikavälin ratkaisuihin.

Keskeisiä toimintoja ovat:

- käytetyn ydinpolttoaineen välivarastointi
- loppusijoitusratkaisut
- laitosten purkaminen
- materiaalien kierrätys ja käsittely

Toiminnot edellyttävät pitkäjänteistä suunnittelua, erikoistunutta osaamista ja kansallisia ratkaisuja.

Kotimaista tai paikallista toimintaa arvoketjussa:

# Posiva

Käytetyn polttoaineen loppusijoitus.



# Vaihe 1 – Työpaja ja kyselytutkimus



# Kyselytutkimus ja työpaja toivat paikalliset näkemykset osaksi analyysiä

Työtä täydennettiin sidosryhmiltä kerätyllä näkemyksellä, jotta analyysi perustuu myös paikalliseen tietoon, käytännön kokemuksiin ja toimijoiden näkemyksiin kehityspotentialista.

Ennen työpajaa toteutettiin kysely, jonka tuloksia hyödynnettiin työpajan sisällössä ja keskustelussa. Lisäksi Savonlinnassa järjestettiin syksyllä 2025 Uusiutuvan energian mahdollisuudet –verkostoitumistapahtuma, jonka antia hyödynnettiin työssä.



## Kyselytutkimus

Kysely kohdennettiin alueen keskeisille toimijoille (yritykset, oppilaitokset, kehitysyhtiöt, energia- ja teollisuustoimijat).

Tavoitteena oli kartoittaa näkemyksiä alueen kehityspotentialista, ja teemoina oli:

- eri arvoketjujen kiinnostavuus ja soveltuvuus
- keskeiset sijoittumistekijät (esim. sähköverkko, infra, sijainti)
- tunnistetut haasteet ja kehittämistarpeet

## Vastauksia saatiin seuraavilta tahoilta:

- Ammattiopisto Samiedu
- Suur-Savon Sähkö Oy
- Maankäyttöpalvelut
- SSE Suomen Säätoenergia Oy
- Savonlinnan kaupunki
- Savonlinnan kaupungin yrityspalvelut
- Savonlinna Hankekehitys Oy



Savonlinna



# Kyselyn mukaan potentiaalia on, ja toteutuminen ratkaistaan infrastruktuurilla ja maankäytöllä



## Soveltuvuuden pääviestit

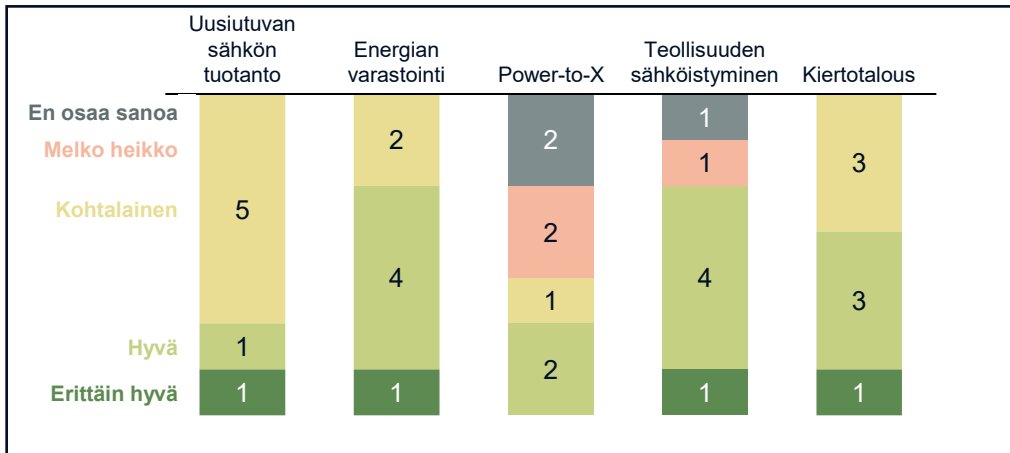
- Arvoketjujen soveltuvuus arvioitiin pääosin kohtalaiseksi–hyväksi, mutta erot osa-alueiden välillä ovat selviä.
- Energiavarastointi ja sähköistyminen parhaat; uusiutuva sähkö kohtalainen
- Kiertotalous hyödyntää alueen vahvuuksia, kun taas Power-to-X koettiin epävarmemmaksi



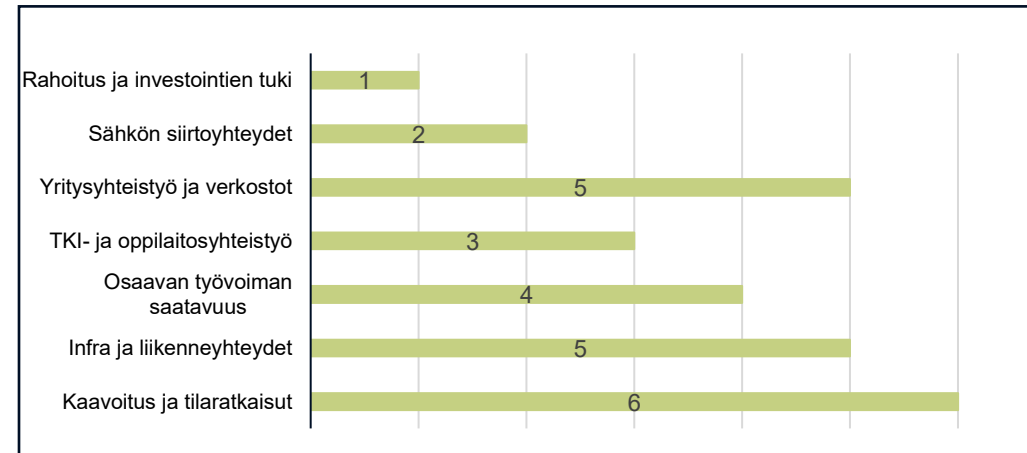
## Kehittämisen painopisteet

- Kaavoitus ja infrastruktuuri, mukaan lukien liikenneyhteydet, nousevat keskeisimmiksi investointien mahdollistajiksi.
- Yritysten välinen yhteistyö, osaavan työvoiman saatavuus sekä TKI-toiminta tukevat kehityksen vauhdittamista.
- Rahoitus ja siirtoyhteydet nähdään kehitystä tukevinä, mutta vähemmän keskeisinä tekijöinä.

Arvoketjun soveltuvuus



Kehittämisen painopisteet





# Työpaja tarkensi arvoketjuvalintaa ja tunnisti keskeiset kehittämisen reunaehdot

Työpajassa varmistettiin arvoketjujen relevanssi ja muodostettiin yhteinen näkemys arviointikriteereistä hyödyntäen kyselyä ja nykytilan analyysiä.

Osallistujat: Ammattiopisto Samiedu, Suur-Savon Sähkö Oy, SSE Suomen Säätoenergia Oy, Savonlinnan kaupunki (maankäyttö- ja yrityspalvelut) sekä Savonlinna Hankekehitys Oy



## Työpajan keskeinen sisältö

- Esivalittujen arvoketjujen esittely ja validointi
- Savonlinnan nykytilan ja kyselyn tulosten läpikäynti
- Arvoketjujen vertailukategorioiden ja arviointikriteerien määrittely
- Keskustelu kehitystoimenpiteistä ja alueen roolista



## Keskeiset havainnot

### Vahvuudet



- Pienydinvoima (SMR) tunnistettiin uutena tarkasteltavana arvoketjuna
- Metsä ja metsäbiomassat nousivat keskeiseksi alueelliseksi vahvuudeksi

### Pullonkaulat



- Sähköverkon kapasiteetti nähtiin merkittävänä kehityksen pullonkaulana
- Liikenneyhteyksien kehittäminen edellyttää aktiivista vaikuttamista ja yhteistyötä

### Valintakriteerit



- Työllisyys korostui keskeisenä kriteerinä arvoketjujen vertailussa
- Huoltovarmuus ja omavaraisuus nähtiin tärkeinä arviointiperusteina, ja ne lisättiin laadittuun arviointikriteeristöön



## Vaihe 2 – Arvoketjuanalyysi

# Arvoketjujen arviointi perustui kaksitasoiseen kriteeristöön (välttämättömät / täydentävät)

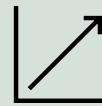
Arvoketjujen vertailua varten tarkasteltiin aluksi numeerisen arviointimallin soveltuvuutta, jossa eri kriteereille olisi määritetty yhtenäiset pisteytysperusteet. Arvoketjujen keskinäisten erojen vuoksi yksiselitteisen numeerisen vertailun ei kuitenkaan katsottu kuvaavan riittävän hyvin niiden soveltuvuutta Savonlinnaan.

Tämän vuoksi arvoketjuja päädyttiin arvioimaan kaksitasoisella kriteeristöllä, jossa kriteerit jaettiin välttämättömiin ("must have") ja täydentäviin ("nice to have") tekijöihin. Välttämättömien tekijöiden toteutuminen on edellytys arvoketjun kehittämiselle alueella, kun taas täydentävät tekijät tuovat lisäarvoa ja vahvistavat arvoketjun houkuttelevuutta.



## VÄLTTÄMÄTTÖMÄT – kehittämisen edellytykset

- Infran soveltuvuus (erityisesti sähköverkko ja kapasiteetti)
- Paikallinen osaaminen ja työllisyysvaikutukset
- Sijoittumismahdollisuudet ja maankäytön soveltuvuus



## TÄYDENTÄVÄT – lisäarvoa tuovat tekijät

- Ympäristö- ja ilmastovaikutukset
- Vaikutukset alueen imagoon ja vetovoimaan
- Omavaraisuus ja huoltovarmuus



# Analyysi perustui arvoketjujen vertailuun määritettyjen kriteerien pohjalta, hyödyntäen tausta-analyysiä sekä työpajan havaintoja



Arvoketjujen arviointi perustui niiden vertailuun määritettyjen kriteerien pohjalta, hyödyntäen tausta-analyysiä sekä työpajan ja kyselyn havaintoja. Tavoitteena oli muodostaa vertailukelpoinen ja läpinäkyvä kokonaiskuva arvoketjujen soveltuvuudesta Savonlinnan toimintaympäristöön.



Arviointi toteutettiin Excel-pohjaisena analyysinä, jossa kukin arvoketjun osa-alue käytiin systemaattisesti läpi määritettyjen kriteerien näkökulmasta. Arvioinnissa hyödynnettiin yhtenäistä asteikkoa, jonka avulla tarkasteltiin, missä määrin kukin osa-alue täyttää asetetut edellytykset Savonlinnan toimintaympäristössä.



Tämän lähestymistavan avulla pystyttiin muodostamaan vertailukelpoinen ja läpinäkyvä kokonaiskuva eri arvoketjujen soveltuvuudesta sekä tunnistamaan keskeiset kehityskohteet. Seuraavaksi esitetään arvioinnin tulokset arvoketjuittain, minkä jälkeen tarkastellaan keskeisiä johtopäätöksiä ja kehityssuuntia.

<b>Ei sovellu / N/A</b>	Ei relevantti kyseiselle arvoketjulle tai alueelle
<b>Ei sovellu</b>	Ei täytä kriteeriä nykytilanteessa
<b>Mahdollinen / heikko</b>	Soveltuvuus edellyttää merkittäviä investointeja tai muutoksia
<b>Soveltuu / hyvä</b>	Täyttää ehdon pienillä kehitystoimenpiteillä
<b>Soveltuu heti / erinomainen</b>	Toteutuu sellaisenaan ilman merkittäviä muutoksia



# Arvoketjujen soveltuvuus vaihtelee merkittävästi arvoketjujen ja osa-alueiden välillä

Arvioinnin perusteella metsä- ja bioenergian arvoketju soveltuu alueelle sellaisenaan. Teollisuuden sähköistämiseen liittyvät ratkaisut ovat pääosin sovellettavissa, mutta edellyttävät tarkempaa hankekohtaista määrittelyä. Energian varastoinnin ja Power-to-X-ratkaisujen osalta ei tunnistettu suoria esteitä, mutta niiden toteutettavuus riippuu jatko suunnittelusta ja tarkemmista reunaehdoista.

SMR ei sovellu alueelle, kun taas uusiutuvan energian tuotanto on rajallisesti toteutettavissa.

Tarkempi analyysitaulukko on liitteenä 1.



	Aurinkovoima	Tuulivoima	Energian varastointi
1. Materiaalien tuotanto ja hankinta	Ei sovellu	Ei sovellu	
2. Laitteiden valmistus	Soveltuu	Mahdollinen	Mahdollinen
3. Rakentaminen ja implementointi	Mahdollinen	Ei sovellu	Soveltuu
4. Tuotanto ja operointi	Soveltuu	Soveltuu	Mahdollinen
5. Ylläpito ja huolto	Mahdollinen	Mahdollinen	Soveltuu
6. Kierrätys	Mahdollinen	Mahdollinen	Mahdollinen

	Power to X
1. Sähköntuotanto ja -siirto	Mahdollinen
2. Vety ja hiilidioksidi	Mahdollinen
3. Synteettiset polttoaineet	Mahdollinen
4. Varastointi ja kuljetus	Mahdollinen
5. Loppukäyttö	Mahdollinen

	Teollisuuden ja lämmityksen sähköistyminen
1. Ratkaisut ja teknologiat	Soveltuu
2. Projektien implementointi	Soveltuu
3. Tuotanto ja operointi	Soveltuu
4. Ylläpito ja huolto	Soveltuu
5. Kierrätys	Soveltuu

	Metsä- ja bioenergian kiertotalous
1. Raaka-aineiden keräys	Soveltuu heti
2. Raaka-aineiden käsittely	Soveltuu heti
3. Biotuotteiden jalostus	Soveltuu heti
4. Biotuotteiden kierrätys	Soveltuu heti
5. Materiaalien uusiokäyttö	Soveltuu heti

	SMR
1. Ratkaisut ja teknologiat	Mahdollinen
2. Projektien implementointi	Ei sovellu
3. Tuotanto ja operointi	Ei sovellu
4. Ylläpito ja huolto	Ei sovellu
5. Kierrätys	Mahdollinen



# Arvoketjut visualisoitiin investointien vaikuttavuuden mukaan

Kuva toimii pohjana arvoketjujen keskinäiselle vertailulle ja jatkovalinnalle





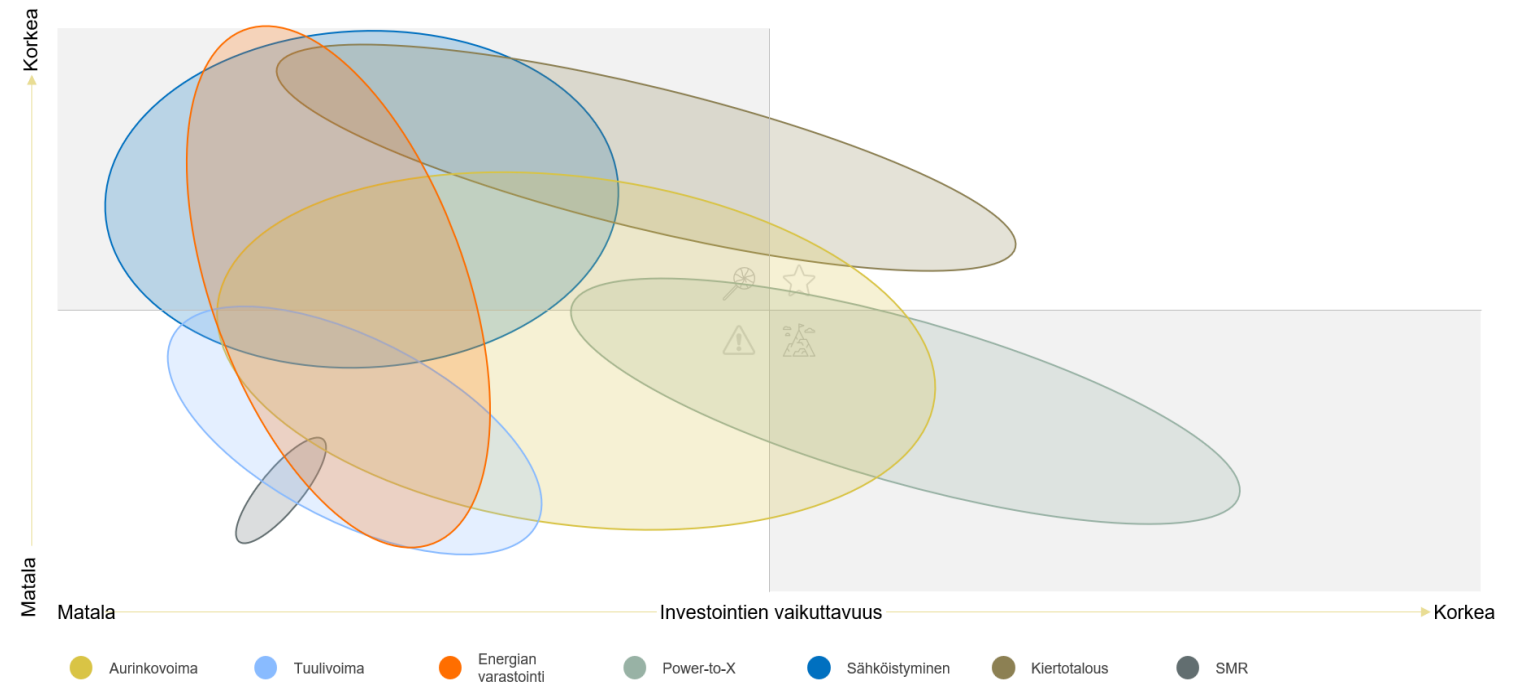
# Analyysin jälkeen työryhmän kanssa jatkoon valittiin Aurinkosähkö, Power-to-X sekä Metsä- ja bioenergian kiertotalous

Kuva havainnollistaa arvoketjujen sijoittumista investointivaikuttavuuden ja toteutettavuuden näkökulmasta. Tarkastelun perusteella aurinkosähkö, Power-to-X sekä metsä- ja bioenergian kiertotalous sijoittuvat kokonaisuutena tarkastelun kannalta vahvimpiin kehityspolkuihin.

Valitut arvoketjut edustavat Savonlinnan kannalta vaikuttavimpia ja strategisesti merkittävimpiä kehityspolkuja.

- Aurinkosähkö arvioitiin tuulivoimaa potentiaalisemmaksi, ja sähköntuotannon rooli haluttiin sisällyttää kokonaisuuteen.
- Power-to-X valittiin mukaan keskeisenä megatrendinä sekä paikallisen kiinnostuksen perusteella.
- Merkittävin pitkän aikavälin potentiaali tunnistettiin metsä- ja bioenergian kiertotaloudessa, jossa alueen vahvuudet korostuvat.

Arvoketjujen keskimääräinen sijoittuminen vaikuttavuus–toteutettavuus -tarkastelussa kuvaa projektin ohjausryhmän laadullista näkemystä





# Power-to-X - Tiekartta



**Lähtötilanne**

# EU:n tavoitteet ja regulaatio ohjaavat vetytalouden kehitystä



## EU:n regulaatio luo markkinat uusiutuvalle vedylle

- EU:n tavoite olla **ilmastoneutraali vuonna 2050** edellyttää laajaa siirtymää kohti uusiutuvaa energiaa<sup>28</sup>.
- **Vihreä vety** on keskeinen ratkaisu erityisesti vaikeasti vähennettävillä sektoreilla.
- **Fit for 55** -paketti ohjaa päästövähennyksiin ja puhtaan energian ratkaisuihin<sup>29</sup>.
- **REPowerEU** vähentää riippuvuutta fossiilisista polttoaineista ja nopeuttaa uusiutuvan energian luvitusta<sup>30</sup>.
- Regulaation ohjaama kysyntä kasvattaa markkinaa ja laskee vedyn kustannuksia.
- EU:n tavoitteena on tuottaa vihreää vetyä 10 miljoonaa tonnia vuodessa vuoteen 2030 mennessä<sup>31</sup>.



## Suomen tavoitteet

- Tavoite tuottaa **10 % EU:n uusiutuvasta vedystä** (1 miljoona tonnia vuodessa) vuoteen 2030 mennessä ja rakentaa kansallisesti kilpailukykyinen vetyklusteri<sup>32</sup>.
- Teollisuuden sähköistäminen ja uudet arvoketjut (teräs, kemikaalit, synteettiset polttoaineet).
- Vetyinfran (sähköverkot, siirtoyhteydet, varastointi) kehittäminen teollisen mittakaavan investointien mahdollistamiseksi.



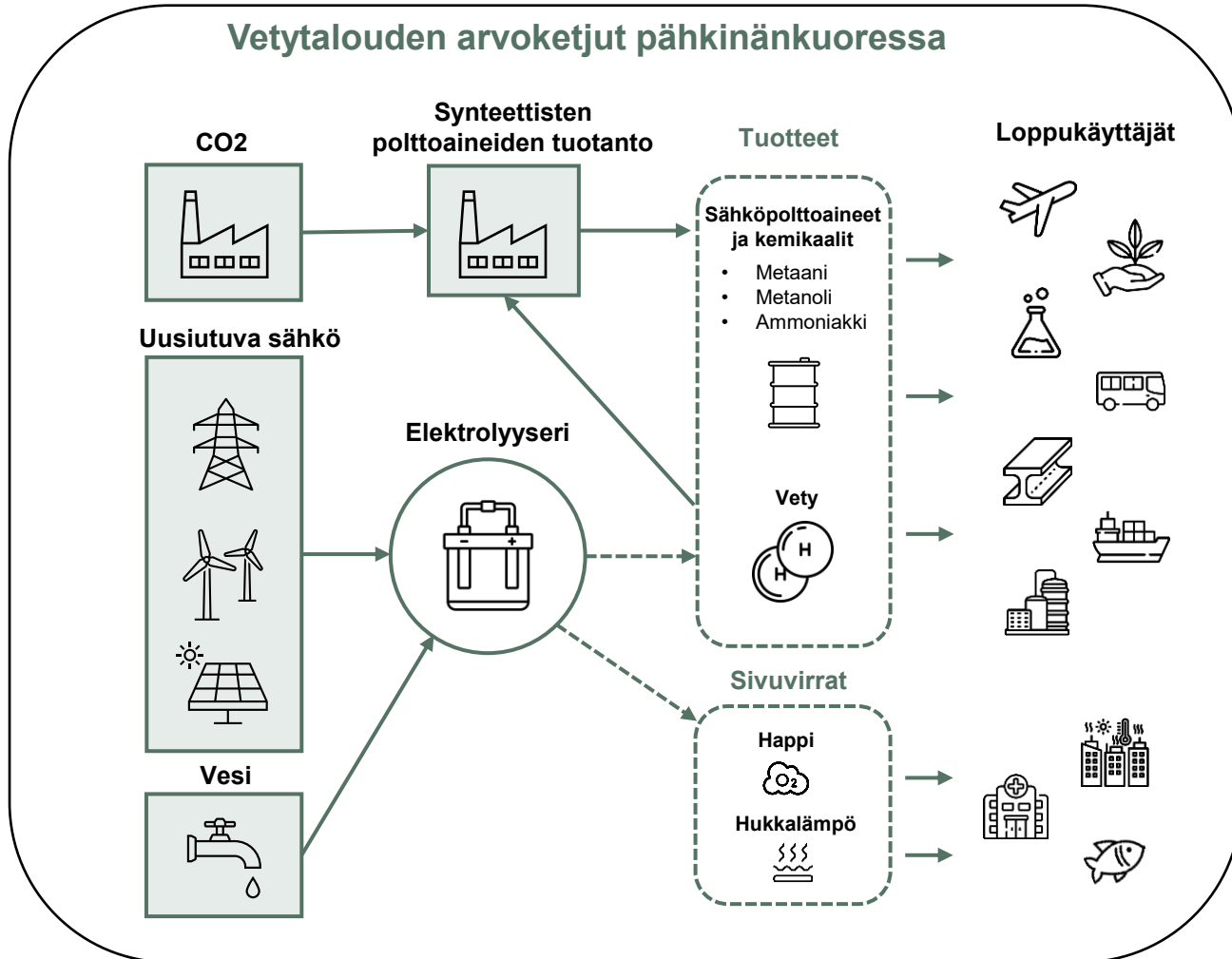
## Miksi vetytalous Savonlinnaan?

- Savonlinnalla on monipuolinen teollisuus pohja, joka hyötyy sähköistämisestä ja vähähiilisistä ratkaisuista, sekä kapasiteettia vastaanottaa uusia teollisia investointeja.
- Hallitusohjelmassa tunnistettu Itä-Suomen sähköverkon vahvistaminen parantaisi alueen edellytyksiä energiantensiivisille investoinneille ja tukisi vetytalouden kehittämistä.
- Vetytalous tukisi Itä-Suomen vihreää siirtymää ja vahvistaisi Savonlinnan pitkän aikavälin kilpailukykyä ja huoltovarmuutta.
- Vety ja CO<sub>2</sub> mahdollistavat uusia kiertotalouden arvoketjuja (biojalostus, synteettiset tuotteet), jotka voivat tuoda merkittäviä talous- ja työllisyysvaikutuksia alueelle.

Vetytalouden valtakunnalliset ja alueelliset tiekartat osoittavat, että vetytalous kehittyy vaiheittain ja keskittyy alkuvaiheessa rajattuihin tuotanto- ja käyttöympäristöihin. Savonlinnan kaupungin näkökulmasta vetytaloutta ei tulisi tarkastella yksittäisenä hankkeena, vaan pitkän aikavälin kehityssuuntana, johon varautuminen edellyttää maankäytön, infrastruktuurin ja elinkeinopolitiikan yhteensovittamista.



# Vetytalous avaa uusia investointimahdollisuuksia – Savonlinnassa kehitys käynnistyy lähes lähtötilanteesta



## Vetytalouden nykytila Savonlinnassa

- Osana selvitystä toteutettiin vetyalan toimijoiden haastattelut, joissa käytiin läpi sijoittumiseen vaikuttavia tekijöitä sekä toimijoiden näkemyksiä Savonlinnasta alueena. Haastattelut on koottu liitteeseen 2.
- Savonlinnan alueelta ei tunnistettu merkittäviä toimijakeskittymiä vetytalouden arvoketjun keskeisissä vaiheissa. Alueella ei ole vedyn tuotantoon, jatkojalostukseen tai vetytalouden teknologioihin keskittyneitä teollisia toimintoja.
- Vetytalouden kehitys Savonlinnassa tarkoittaa siten uuden toimialan rakentamista pitkälti lähtötilanteesta, jossa nykyinen teollinen rakenne ei vielä suoraan kytkeydy vetytalouden arvoketjuihin.



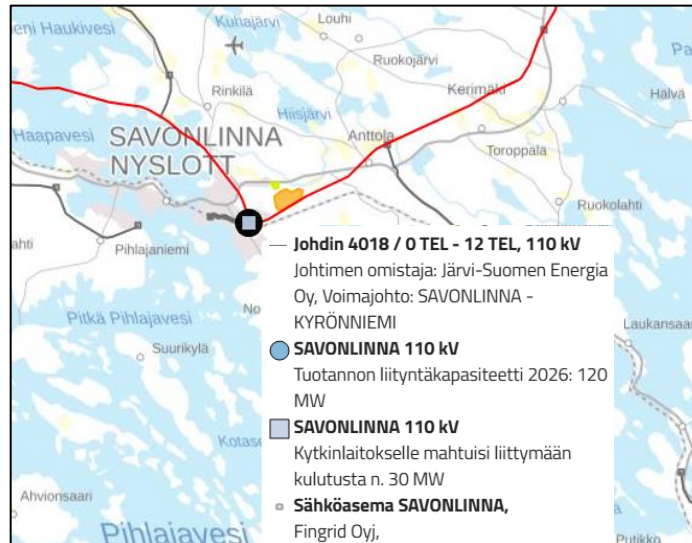


# Savonlinnan liityntäkapasiteetti on noin 120 MW vuoteen 2036 – laajentuminen edellyttää valtakunnallista verkkokehitystä

Savonlinnan 110 kV:n verkkoon perustuva rakenne mahdollistaa noin 120 MW:n liityntäkapasiteetin sekä 30 MW:n tuotannon liittymisen vuoteen 2036. Laajentuminen yli 120 MW edellyttää:

- 400 kV -kantaverkkoyhteyksien vahvistamista Itä-Suomessa
- Fingridin investointiohjelman toteutumista (mm. Huutokoski–Kontiolahti)
- Sääntelyn mahdollistamaa 400 kV -liityntä- ja alueverkkokehitystä
- Maakunnallista varautumista uusiin siirtoreitteihin

## Liityntäkapasiteetti 120 MW, tuotannon 30 MW



Nykyinen 110 kV-verkko 2026-2032 <sup>33</sup>



### Siirtoverkon kehittäminen on elinvoimakysymys<sup>34</sup>

- Pääministeri Petteri Orpon hallitus on korostanut siirtoverkon kehittämisen merkitystä investointien ja alueellisen elinvoiman näkökulmasta
- Huutokoski–Kontiolahti 400 kV -yhteys on nostettu keskeiseksi Itä-Suomen hankkeeksi
- Hallitus on vahvistanut Fingridin investointikehystä merkittävillä lisäresursseilla
- Toteutuminen ja aikataulu riippuvat kuitenkin kansallisista päätöksistä ja investointiohjelmissa



### Uusi sääntely lisää verkkokehityksen joustavuutta<sup>35</sup>

- Vuonna 2025 hyväksytyt muutokset sähkömarkkinalainsäädäntöön laajentavat korkeajännitteisen verkon rakentamisen mahdollisuuksia
- 400 kV -tasoisia siirtoyhteyksiä voidaan jatkossa toteuttaa myös alueellisiin verkkoihin, ei ainoastaan kantaverkko-operaattorin toimesta
- Mahdollistaa joustavamman liityntäpolun teollisille ja energiantuotantohankkeille
- Voi lyhentää liityntäaikoja ja parantaa investointien ennakoitavuutta



# Savonlinnan lämmöntuotanto on biopohjaista ja CO<sub>2</sub>-potentiaali keskittyy yhteen merkittävään lähteeseen

Savonlinnan lämmöntuotanto perustuu pääosin biomassaan CHP-laitoksilla. Biogeenista CO<sub>2</sub>:ta syntyy merkittävästi yhdessä kohteessa, mutta alueella ei ole CO<sub>2</sub>:n talteenotto-, varastointi- tai kuljetusinfrastruktuuria.



## Lämmöntuotannon rakenne

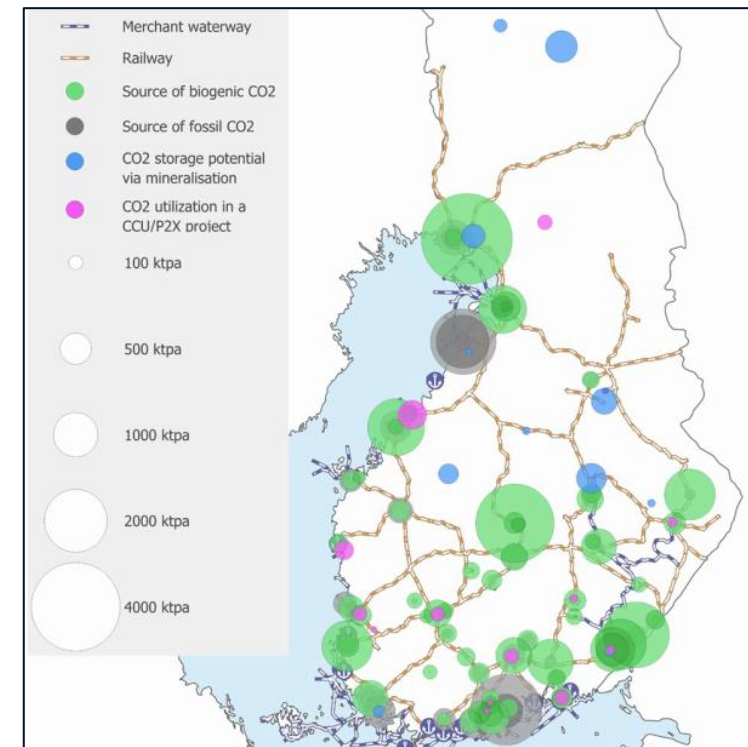
- Kaukolämpö tuotetaan pääosin biomassa-CHP:llä
- 33 MW:n kaukolämpöä kattaa noin 90 % taajama-alueen tarpeesta
- Lisäksi useita pienempiä biomassapohjaisia lämpölaitoksia



## CO<sub>2</sub>-tilanne<sup>36</sup>

- Yksi merkittävä biogeeninen CO<sub>2</sub>-lähde (>100 kt/v)
- Biogeeniset päästöt ~0,11 Mt/v
- Ei talteenotto-, varastointi- tai kuljetusinfrastruktuuria
- Ei kansallisesti tunnistettu CO<sub>2</sub>-logistiikan solmukohta

Savonlinnan asema valtakunnallisessa CO<sub>2</sub>-tarkastelussa<sup>36</sup>.



**Savonlinna ei ole CO<sub>2</sub>-logistiikan keskus, vaan yksittäisen lähteen alueellinen toimija.**



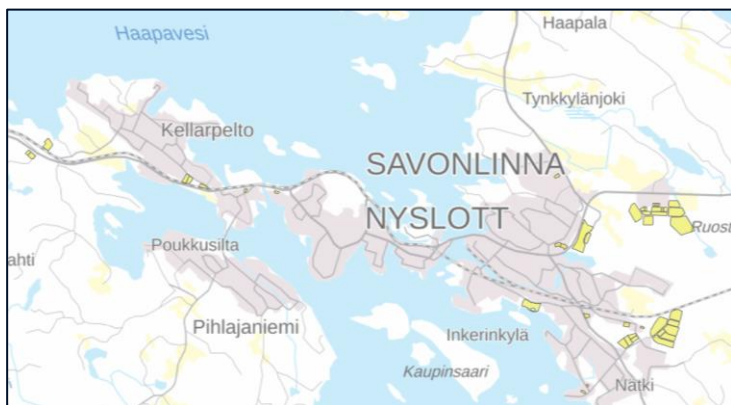
# Maankäyttö ja perusinfrastruktuuri tukevat puhtaan energian hankkeiden toteuttamista

Savonlinnassa on teolliseen käyttöön soveltuvia alueita, toimivat liikenneyhteydet sekä riittävä perusinfrastruktuuri energiahankkeiden kehittämiseen. Lähtötilanteessa ei tunnisteta yleisiä infrastruktuurisia esteitä uusiutuvan energian tuotannon tai vetytalouden pilottihankkeiden käynnistymiselle.

## Maankäyttö ja kaavoitus

- Teollisuuskäyttöön soveltuvia alueita useissa kohteissa
- Kaavamerkinnot mahdollistavat teollisen ja varastokäytön
- Useita vapaita yritystontteja eri kokoluokissa
- Yksi T/Kem-kaavamerkitty tontti

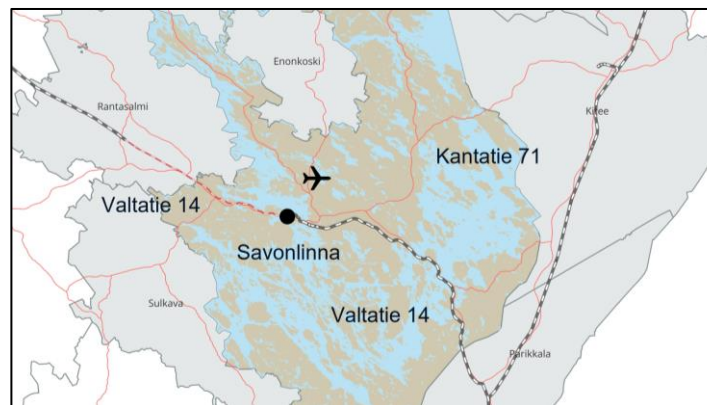
Vapaat yritystontit



## Liikenne ja logistiikka

- Saavutettavissa valtatie- ja vesiliikenneyhteyksillä
- Ei valtakunnallinen logistinen solmukohta, mutta palvelee alueellisesti teollisuutta
- Logistiikkaratkaisut tarkasteltava hankekohtaisesti
- Kansallinen vetyputki ei nykyisten suunnitelmien mukaan ulotu Savonlinnaan

Saavutettavuus



## Vesihuolto

- Vesihuolto perustuu olemassa olevaan verkostoon
- Ei tunnistettu yleisiä kapasiteettiesteitä
- Teollinen mittakaava edellyttää tapauskohtaista arviointia
- Talousveden tuotanto: ~35 % pintavesi, ~65 % pohjavesi – monilähteinen rakenne tukee varmuutta<sup>37</sup>.

➤ Savonlinnan maankäyttö ja infrastruktuuri tukevat uusiutuvan energian ja vetytalouden investointien käynnistymistä.



**Tavoite**



# Analyyseistä tavoitteisiin – Savonlinnan vetytalouden etenemismalli

1

## Vaihe 1: Lähtötilanne

- Monipuolinen teollinen rakenne (metsäteollisuus, teknologia, palvelut)
- Olemassa oleva energiainfrastruktuuri ja teollisuusalueet
- Tarve vähähiiliseen siirtymään ja energiajärjestelmän kehittämiseen

2

## Vaihe 2: Arvoketjuanalyysi

- Edellytyksiä erityisesti pienimuotoisille pilotointi- ja demonstrointihankkeille
- Vetyä ja Power-to-X-ratkaisuja mahdollista hyödyntää osana olemassa olevaa teollista pohjaa
- Kehitys voidaan käynnistää nykyisen infrastruktuurin puitteissa

3

## Vaihe 3: Alueellinen profiili

- Suurimittainen vedyn tuotanto, putkisiirto ja CO<sub>2</sub>-logistiikka eivät ole luontaisia lähtökohtia
- Rooli rakentuu vaiheittain paikallisista sovelluksista
- Laajempi kehitys kytkeytyy valtakunnalliseen energia- ja verkkokehitykseen



## Johtopäätökset

- Savonlinnan ensisijainen kehityspolku on vaiheittainen ja markkinaehtoinen
- Painopiste paikallisissa sovelluksissa ja piloteissa
- Suurimittainen kehitys riippuvainen valtakunnallisesta infrastruktuurista



## Strateginen rajaus ja tavoitteen lähtökohta

Savonlinna:

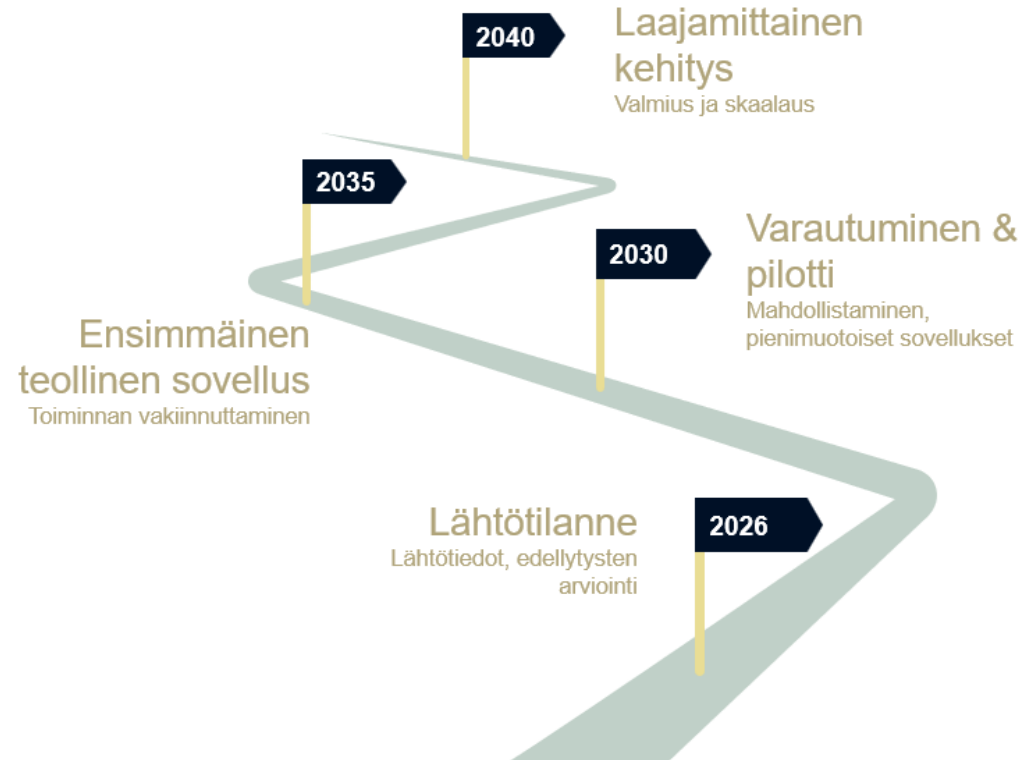
- ei tavoittele alkuvaiheessa suurimittaista vedyn tuotantoa
- ei perusta kehitystään CO<sub>2</sub>-logistiikkaan
- keskittyy pilotointiin, osaamisen rakentamiseen ja vaiheittaiseen kasvuun

Tiekartan tavoitteet ja toimenpiteet määritellään tämän rajauksen pohjalta.



# Tavoitteena on vaiheittain etenevä siirtymä pilotoinnista osaksi valtakunnallista vetytalouden kokonaisuutta

Valtakunnallisissa ja useita alueita kattavissa tiekartoissa vetytalouden kehityksen painopiste on tuotannon skaalaamisessa, kysynnän syntymisessä ja infrastruktuurin vaiheittaisessa kehittämisessä. **Tämän tiekartan tavoitteena on tunnistaa, miten Savonlinna voi edetä näitä kehityskulkuja ennakkoiden ja hyödyntäen, mutta omista edellytyksistään käsin vaiheittain etenevällä tavalla<sup>38</sup>.**



## 2030 – Pilotointi ja valmiuksien rakentaminen

Savonlinna mahdollistaa vedyn paikallisen käytön rajatuissa ja modulaarisissa sovelluksissa (1–3 MW). Pilotit toteutetaan pääosin olemassa olevan sähkö-, kaava- ja logistiikkainfran puitteissa ilman merkittäviä rakenteellisia muutoksia.



## 2035 – Ensimmäinen teollinen sovellus

Savonlinnassa toimii noin 20–30 MW -kokoluokan vetylaitos, joka palvelee paikallista ja alueellista kysyntää. Vetytalous on integroitunut osaksi alueen teollista ja energiajärjestelmää T/Kem-valmiuden ja ennakoitavan luvituksen tukemana.



## 2040 – Osa valtakunnallista vetytaloutta

Savonlinna on vakiinnuttanut asemansa osana valtakunnallista vetytalouden kokonaisuutta. Yli 100 MW -kokoluokan tuotanto ja siihen liittyvä jatkojalostus toimivat markkinaehtoisesti osana laajempia energia- ja logistiikkaketjuja.



# Vaiheittain etenevät tavoitteet ohjaavat vetytalouden kehitystä 2030–2040

	 <b>2030</b> 1-3 MW Pilotit	 <b>2035</b> 20-30 MW Teollinen käyttö	 <b>2040</b> >100 MW Skaalaus
<b>Sähkö</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pienimuotoiset (1–3 MW) vetyratkaisut mahdollisia ilman välittömiä verkon vahvistuksia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>20–30 MW teollinen vetylaitos mahdollinen ilman, että sähköverkko muodostuu kehityksen esteeksi.</li> <li>Savonlinnan alueelle luvitettu noin 45 MW aurinkovoimakapasiteetti on toteutettu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yli 100 MW vedyn tuotanto edellyttää verkon vahvistamisen osana valtakunnallista sähköjärjestelmää.</li> <li>Paikallista uusiutuvaa tuotantoa hyödynnetään vetytalouden kilpailukyvyyn ja päästöttömyyden tukena.</li> </ul>
<b>Lämpö &amp; CO<sub>2</sub></b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lämpö- ja CO<sub>2</sub>-järjestelmät eivät ole vetytalouden ensivaiheen ajureita.</li> <li>Hukkalämmön hyödyntäminen selvitetty osana pilottihankkeita.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hukkalämmön hyödyntäminen tunnistettu osana paikallista energiajärjestelmää.</li> <li>CO<sub>2</sub>:n talteenoton ja hyödyntämisen potentiaali tunnistettu ja selvitetty osana tulevia Power-to-X-ratkaisuja.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Biogeenisen CO<sub>2</sub>:n talteenotto ja hyödyntäminen mahdollista osana Power-to-X- ja jatkojalostusratkaisuja.</li> </ul>
<b>Maankäyttö</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pienimuotoisille vetyratkaisuille soveltuvat alueet tunnistettu ilman merkittäviä kaavamutoksia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Teollisen mittakaavan vetylaitos sijoitettavissa T/Kem-alueelle.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Laajamittainen tuotanto ja jatkojalostus mahdollisia kaavavarannon ja laajennettavuuden turvin.</li> </ul>
<b>Logistiikka</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Paikallinen jakelu ja käyttö toteutettavissa rajatuissa käyttökohteissa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vety integroitu osaksi maakunnallisia ja alueellisia logistiikka- ja teollisia arvoketjuja.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jakelu ja jatkojalosteet kytkeytyneet valtakunnallisiin arvoketjuihin.</li> </ul>
<b>Vesi</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vesihuolto ei rajoita pienimuotoista tuotantoa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vesihuolto tukee teollisen mittakaavan vetytuotantoa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vedentuotanto integroitu osaksi alueen kokonaisvaltaista vesihuoltoa.</li> <li>Etuna alueen hyvä veden saatavuus.</li> </ul>
<b>Loppukäyttö</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vetyä hyödynnetään paikallisissa piloteissa, kuten julkisen liikenteen ratkaisussa ja muissa demohankkeissa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vetytalouden kehitys edellyttää teollisen mittakaavan kysyntää sekä infrastruktuurin kehittymistä.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vetytalous kytkeytynyt kansallisiin arvoketjuihin, ja teollisen mittakaavan käyttöä syntyy alueelle.</li> </ul>



# Toimenpiteet



# Toimenpiteet – Vetytalouden sähköedellytykset

## Vetytalouden kehityspolun tukeminen sähköjärjestelmän näkökulmasta

### 1. 2026–2030



- Käynnistetään vuoropuhelun Fingridin ja jakeluverkonhaltijan kanssa vetytalouden sähköntarpeista ja aikajärjestyksestä.
- Tunnistetaan kriittiset sähköverkon pullonkaulat suhteessa 2030–2035 tavoitteisiin.
- Mahdollistetaan 1-3 MW vetysovellukset hyödyntämällä nykyistä jakeluverkon liityntäkapasiteettia.

### 2. 2030–2035



- Tuetaan sähköverkon kehitystä teollisen mittakaavan vetylaitoksen (20–30 MW) tarpeisiin yhteistyössä verkonhaltijoiden kanssa.
- Yhteensovitetaan vetytalouden sähkönkäyttö alueellisen teollisen kysynnän kanssa.
- Mahdollistetaan paikallisen aurinko- ja tuulivoiman kytkeytyminen vetytalouden sähkönhankintaan markkinaehtoisesti.

### 3. 2035–2040



- Varaudutaan yli 100 MW vetytuotannon sähköntarpeisiin yhdessä verkonhaltijoiden kanssa.
- Edistetään Itä-Suomen verkkoyhteyksien vahvistumista valtakunnallisessa päätöksenteossa.
- Turvataan vetytalouden kilpailukyky markkinaehtoisella uusiutuvan sähkön saatavuudella.

**Sähköjärjestelmä on vetytalouden keskeinen mahdollistaja.**

#### Savonlinnan rooli:

- Aktiivinen mahdollistaja
- Koordinoija
- Edunvalvoja

#### Keskeiset sidosryhmät:

- Fingrid
- Järvi-Suomen Energia
- Vetytalouden toimijat
- Luvitus- ja valvontaviranomainen



# Toimenpiteet – Lämpö & CO<sub>2</sub>

*Vetytalouden kehityspolun tukeminen sivutuotteiden ja jatkojalostuksen näkökulmasta*

## 1. 2026–2030



- Ohjataan vetysovellusten sijoittumista lämmönkäyttökohteiden läheisyyteen ja mahdollistetaan hukkalämmön pilotit.
- Tunnistetaan biogeeninen CO<sub>2</sub>-lähde osana pitkän aikavälin kehityspolkua ilman talteenottovelvoitetta ensivaiheessa.

## 2. 2030–2035



- Huomioidaan hukkalämmön hyödyntäminen hankkeiden esiselvityksissä ja lupavaiheessa aktiivisella ohjauksella.
- Tuetaan biogeenisen CO<sub>2</sub>:n pilotointia vetytalouden ja Power-to-X –ratkaisujen yhteydessä.

## 3. 2035–2040



- Integroidaan vetytalouden hukkalämpö osaksi paikallista energiajärjestelmää.
- Varaudutaan biogeenisen CO<sub>2</sub>:n talteenottoon ja kytkentään alueellisiin hyödyntämisketjuihin.

***Lämpö ja biogeeninen CO<sub>2</sub> nähdään Savonlinnassa vetytalouden kehitystä tukevinä sivuvirtoina, joiden hyödyntäminen etenee vaiheittain ja markkinaehtoisesti.***

### Savonlinnan rooli:

- Aktiivinen mahdollistaja
- Kehittäjä ja koordinoija
- Pilotointi- ja testausalusta

### Keskeiset sidosryhmät:

- Paikalliset energiatoimijat (mm. Lempeä Lämpö)
- Biogeenisen CO<sub>2</sub>:n tuottajat (Järvi-Suomen Voima)
- Vetytalouden ja jatkojalostuksen toimijat
- Tutkimus- ja oppilaitokset



# Toimenpiteet – Maankäyttö ja sijoittuminen

## Vetytalouden kehityspolun tukeminen kaavoituksen ja alueidenkäytön näkökulmasta

### 1. 2026–2030



- Määritellään vetytalouden eri kokoluokkien hankkeisiin liittyvät kaavoituksen ja maankäytön reunaehdot.
- Tunnistetaan vetytalouteen soveltuvat T-, TT-, EN- ja T/Kem-alueet, joilla vedyn tuotanto ja varastointi on mahdollista ilman merkittäviä kaavamuutoksia.
- Arvioidaan kaavavarannon riittävyys erityisesti 1–3 MW modulaaristen vetyratkaisujen sijoittumiseen.

### 2. 2030–2035



- Varmistetaan 20–30 MW vetylaitoksen sijoittumismahdollisuudet ensisijaisesti T/Kem-alueilla.
- Hyödynnetään asemakaavoitusta ja strategista maanomistusta hankkeiden aikataulujen nopeuttamiseksi.
- Ohjataan vetytalouden sijoittumista osana muuta teollista aluekehitystä vaiheittaisen kasvun ja turvallisuuden varmistamiseksi.
- Huomioidaan vetytalouden tarpeet maakuntakaavassa yhteistyössä maakunnallisten toimijoiden kanssa.

### 3. 2035–2040



- Varaudutaan >100 MW vedyn tuotannon ja Power-to-X-ratkaisujen sijoittumiseen kehittämällä teolliseen ja kemianteolliseen toimintaan soveltuvia alueita.
- Ohjataan jatkojalostus ensisijaisesti T/Kem-alueille, joissa kemikaaliturvallisuus, suojaetäisyydet ja laajennettavuus voidaan hallita.
- Turvataan kaavavarannon ajantasaisuus ja laajennettavuus, jotta investoinnit voidaan toteuttaa vaiheittain ilman laajoja kaavamuutoksia.

**Maankäytöllä ja kaavoituksella on keskeinen rooli vetytalouden investointien aikataulun ja toteutettavuuden kannalta.**

#### Savonlinnan rooli:

- Aktiivinen mahdollistaja
- Kaavoittaja ja sijoittumisen ohjaaja
- Ennakoiva maanomistaja

#### Keskeiset sidosryhmät:

- Vetytalouden ja teollisten investointien kehittäjät
- Kaavoitus- ja lupaviranomaiset
- Maakuntaliitto
- Turvallisuus- ja kemikaaliviranomaiset (Pelastuslaitos, Tukes)



# Toimenpiteet – Logistiikka ja jakelu

*Vetytalouden kehityspolun tukeminen vedyn jakelun, liikenteen ja käytön näkökulmasta*

## 1. 2026–2030



- Mahdollistetaan paikalliset vedyn jakelu- ja käyttöpilotit, joissa tuotanto ja käyttö sijaitsevat samassa tai läheisessä kohteessa (esim. tankkausasema, työkoneet, vesiliikenne).
- Tunnistetaan pilotointikohteet, joissa jakelu voidaan toteuttaa hyödyntäen olemassa olevaa tie-, satama- ja teollisuusinfraan perustuvaa verkostoa.
- Tuetaan pk-yritysten ja tutkimustoimijoiden modulaarisia vedyn jakelukokeiluja rajatuissa käyttökohteissa.

## 2. 2030–2035



- Kehitetään useita käyttäjiä palveleva alueellinen jakelumalli säiliö- ja konttipohjaisilla kuljetusratkaisuilla.
- Ohjataan jakelun sijoittumista liikenteellisesti ja logistisesti toimiviin solmukohtiin.
- Kartoitetaan mahdollisuus hyödyntää Savonlinnan vesistö- ja sisävesiliikenneympäristöä vetysovellusten testausalustana.

## 3. 2035–2040



- Kytetään Savonlinna osaksi alueellisia ja valtakunnallisia vetytalouden logistiikkaketjuja markkinaehtoisilla säiliö- ja konttiratkaisuilla.
- Varmistetaan, että satamat ja liikenneverkot tukevat jakelun vaiheittaista laajenemista.
- Erikoistutaan liikenteen ja logistiikan vetysovelluksiin (raskas kalusto, vesiliikenne, huoltovarmuus).

***Vetytalouden logistiikka kehittyy vaiheittain paikallisista piloteista alueellisiin ja valtakunnallisiin ketjuihin tukeutuen säiliö- ja konttiratkaisuihin sekä olemassa olevaan infraan.***

### Savonlinnan rooli:

- Aktiivinen mahdollistaja ja koordinoija
- Demonstraatioympäristö

### Keskeiset sidosryhmät:

- Vetytalouden ja logistiikan toimijat
- Liikenne- ja työkoneoperaattorit
- Satama- ja vesiliikennetoimijat
- Tutkimus- ja oppilaitokset
- Kansalliset vetytalouden verkostot



# Toimenpiteet – Vesi

## Vetytalouden kehityspolun tukeminen vedenhankinnan ja käytön näkökulmasta

### 1. 2026–2030



- Varmistetaan, että pienimuotoiset vetysovellukset (1–3 MW) voidaan toteuttaa olemassa olevan vesihuoltojärjestelmän puitteissa ilman lisäinvestointeja.
- Selkeytetään vedenkäyttöön ja jätevesiin liittyvät lupa- ja vastuurajat vetytalouden pilottihankkeissa yhteistyössä vesihuoltolaitoksen kanssa.

### 2. 2030–2035



- Arvioidaan ja ennakoidaan teollisen mittakaavan vetytuotannon (20–30 MW) vedenkäyttötarpeet osana hankkeiden esiselvityksiä ja luvitusta.
- Yhteensovitetaan vetytalouden vedenkäytön muun teollisen ja yhdyskuntateknisen vedenkäytön kanssa, jotta vesihuolto ei muodostu kasvun rajoitteeksi.

### 3. 2035–2040



- Varaudutaan yli 100 MW -kokoluokan vetytuotannon vedenkäyttöön osana vesihuollon pitkän aikavälin kehittämistä ja investointisuunnittelua.

**Veden saatavuus ei rajoita vetytalouden kehitystä Savonlinnassa, ja kaupungin rooli painottuu vedenkäytön ennakointiin ja hallittuun integrointiin osaksi olemassa olevaa vesihuoltoa.**

#### Savonlinnan rooli:

- Aktiivinen mahdollistaja ja ennakoija

#### Keskeiset sidosryhmät:

- Vetytalouden toimijat
- Vesihuoltolaitos
- Lupaviranomaiset

# Ensimmäinen vaihe: siirtyminen strategiasta tekemiseen

## 0-3 kk

Valmiuksien luominen ja organisointi

- Nimetään vastuuhenkilö/henkilöt kaupungin sisältä
- Perustetaan poikkihallinnollinen työryhmä
- Käynnistetään säännöllinen vuoropuhelu Fingridin ja JSE:n kanssa
- Kootaan kaupungin vetytalouden aineisto

## 3-6 kk

Investointiviestin ja kohteiden paketointi

- Määritellään Savonlinnan vetytalouden ensisijainen pilottivaiheen tarkempi kohdeprofiili
- Valitaan ja esitellään 1-2 konkreettista pilottikohdetta
- Laaditaan tiivis "Vetytalouden investointiesite"
- Aloitetaan kohdennetut markkinointi, yrityskeskustelut ja yhteiskehittäminen

## 6-12 kk

Aktiivinen investointien houkuttelu

- Tarjotaan sijoittujille ennakoivaa sijoittumissparrausta
- Syvennetään keskusteluja valittujen toimijoiden kanssa
- Luodaan edellytykset ensimmäisen vetypilotin (1–3 MW) käynnistymiselle
- Kaupunki profiloituu aktiivisesti vetytalouden kokeilu- ja sijoittumisympäristönä

Kaupunki rakentaa valmiudet vastata uskottavasti vetytalouden sijoittumiskyselyihin ja toimii aktiivisesti investointien houkuttelijana.

**Tavoitteena on yhden vetypilotin käynnistyminen**, jonka kautta syntyy referenssi, käytännön osaamista ja uskottava perusta vetytalouden seuraaville investointivaiheille.



**Keskeinen mittari:**  
1 pilottihanke liikkeelle



# Aurinkosähkö - Tiekartta



**Lähtötilanne**

# Aurinkoenergian arvoketju Savonlinnassa – tarkastelun fokus tuotantovaiheessa

## Tarkastelun fokus tässä työssä



- Tarkastelu kohdistuu arvoketjun vaiheisiin, joihin kaupungilla ja alueellisilla toimijoilla on realistinen vaikutusmahdollisuus.
- Aurinkopaneelien ja komponenttien valmistus on globaalia teollisuutta → ei tarkastella tässä työssä.
- Työn painopiste:
  - Aurinkovoimaloiden sijoittuminen
  - Maankäyttö
  - Sähköverkkoon liitettävyyys
  - Rooli teollisissa investoinneissa ja vetytaloudessa



## Aurinkoenergian nykytila Savonlinnassa

- Tässä selvityksessä tarkastelu kohdistuu teollisen mittakaavan aurinkovoimaloihin. Savonlinnan alueella aurinkosähkön tuotanto on toistaiseksi vähäistä ja perustunut pääosin pienimuotoiseen, kiinteistökohtaiseen tuotantoon.
- Etelä-Savon aurinkoenergiaselvityksen perusteella maakunnassa on tunnistettu useita aurinkovoimalle soveltuvia alueita, ja myös Savonlinnan alueella on potentiaalisia sijoittumiskohteita.
- Etelä-Savon maakuntastrategian tavoitteena on nostaa uusiutuvan energian osuus 80 %:iin vuoteen 2030 mennessä ja saavuttaa hiilineutraalius vuoteen 2035 mennessä <sup>19</sup>

## Käynnissä olevia hankkeita

### Ohrasuo

- Solarigo Oy rakentaa Ohrasuolle noin 9 MWp:n aurinkovoimalaa, jonka tarkoitus valmistua kesäkuuhun 2026 mennessä. Voimalan omistaa Suur-Savon Sähkö -konserniin kuuluva Järvi-Suomen Aurinko Oy, ja hankkeen kehittäjänä on toiminut Skarta Energy.

### Viuhonmäki

- Savonlinnan Viuhonmäelle suunnitellaan myös aurinkosähköpuistoa. Winda Energy kehittää noin 57 MWp:n puistoa. Hanke on luvitettu ja sen käyttöönottoa tavoitellaan vuodelle 2027.

# Aurinkovoiman maankäytölliset edellytykset Savonlinnassa

Savonlinnassa on useita teollisen mittakaavan aurinkovoimalle soveltavia alueita – keskeiset rajoitteet liittyvät sähköverkkoon ja maankäytön yhteensovittamiseen

- Etelä-Savossa on tunnistettu 16 teollisen kokoluokan aurinkovoima-alueita, joista 2 sijaitsee Savonlinnassa<sup>39</sup>
- Soveltuvat alueet ovat pääosin entisiä turvetuotanto- ja heikkotuottoisia maa-alueita
- Teollisen mittakaavan aurinkovoimalat edellyttävät laajoja yhtenäisiä maa-alueita. Tyypillinen maankäyttötarve on noin 40–200 hehtaaria hanketta kohden<sup>39</sup>
- Ensimmäiset hankkeet osoittavat toteutettavuutta alueelle

## Sijoittumisen keskeiset edellytykset<sup>39 40</sup>



### Sähköverkko

- Riittävä kapasiteetti ja etäisyys liityntäpisteeseen



### Maa-alueet

- Laajat ja yhtenäiset alueet (kymmeniä hehtaareja)



### Saavutettavuus

- Toimivat tieyhteydet rakentamiseen ja huoltoon



### Yhteensopivuus

- Vähäiset ympäristö- ja maankäyttökonfliktit

# Sähköverkon kapasiteetti määrittelee aurinkovoiman kasvun mahdollisuudet

Savonlinnan alueella aurinkovoiman kasvua rajoittaa tällä hetkellä sähköverkon liityntäkapasiteetti. Jakeluverkkoon voidaan liittää arviolta noin **30 MW aurinkosähköä ilman merkittäviä verkon vahvistuksia**.

- Ensimmäiset aurinkovoimahankkeet toteutuvat nykyisen kapasiteetin puitteissa
- Aurinkovoiman laajempi kasvu edellyttää verkon kehittämistä
- Energiavarastot voivat helpottaa liityntää

## Aurinkovoiman liittäminen sähköjärjestelmään



## Energiavarastojen rooli

Aurinkosähkön tuotanto vaihtelee sääolosuhteiden mukaan ja voi ajoittain kuormittaa paikallista sähköverkkoa.

Energiavarastot (BESS) voivat:

- tasata tuotantohuippuja
- vähentää verkon kuormitusta
- tukea tuotannon liittämistä verkkoon, mutta eivät korvaa verkkokapasiteettia eivätkö poista liityntärajoitetta yksittäisen hankkeen näkökulmasta

**Energiavarastot eivät kuitenkaan korvaa sähköverkon kapasiteetin kehittämistä**, vaan toimivat sitä täydentävänä ratkaisuna.

Fingrid on viimeaikaisissa kannanotoissaan korostanut, että energiavarastoja kannattaa sijoittaa erityisesti uusiutuvan tuotannon yhteyteen.



**Tavoite**



# Analyysistä tavoitteisiin – Savonlinnan vetytalouden etenemismalli

1

## Vaihe 1: Lähtötilanne

- Aurinkosähkön tuotanto Savonlinnassa on toistaiseksi vähäistä ja hajautettua
- Useita teollisen mittakaavan sijoittumismahdollisuuksia on tunnistettu

2

## Vaihe 2: Arvoketjuanalyysi

- Aurinkopaneelien ja komponenttien valmistus on globaalia teollisuutta, eikä alueella ole tunnistettu tähän liittyvää toimintaa
- Alueen potentiaali liittyy erityisesti aurinkovoimaloiden rakentamiseen, tuotantoon ja operointiin

3

## Vaihe 3: Alueellinen profiili

- Ei teollista arvoketjua vaan painopiste energiantuotannossa
- Kiinnostus teollisen mittakaavan hankkeisiin kasvussa



## Johtopäätökset

- Aurinkosähkön kehitys on markkinaehtoista ja investointivetoista.
- Paikalliset hyödyt syntyvät erityisesti maa-alueista, rakentamisesta sekä hankkeiden kytkeytymisestä muuhun alueelliseen toimintaan.
- Aurinkosähkö tukee alueen energiasiirtymää ja teollisuuden sähköistymistä.



## Strateginen rajaus ja tavoitteen lähtökohta

Savonlinna:

- ei tavoittele aurinkosähkön komponenttivalmistusta
- keskittyy aurinkosähkön tuotantoon ja hankkeiden sijoittumisen mahdollistamiseen
- hyödyntää aurinkosähköä osana laajempaa energijärjestelmää (sähkö, vety, varastointi)
- Savonlinna keskittyy aurinkoenergian arvoketjun vaiheisiin, joissa alueelle syntyy eniten paikallista arvoa.

Tiekartan tavoitteet ja toimenpiteet määritellään tämän rajauksen pohjalta.



# Tavoitteena on vaiheittain etenevä aurinkovoiman kasvu osaksi alueen energiajärjestelmää

Useissa energia- ja ilmastostrategioissa aurinkosähkön rooli kasvaa osana energiajärjestelmän sähköistymistä ja uusiutuvan energian tuotantoa. Tämän tiekartan tavoitteena on tunnistaa, miten Savonlinna voi hyödyntää omia maankäytöllisiä ja alueellisia edellytyksiään teollisen mittakaavan aurinkosähkön tuotannon kehittämisessä vaiheittain etenevällä tavalla. **Tavoitteet tukevat Etelä-Savon maakuntastrategian tavoitteita (hiilineutraalius, uusiutuvan energian lisääminen), mutta aurinkosähkön kehitys on markkinaehtoista ja sidoksissa erityisesti sähköverkon kapasiteettiin.**



## 2028 – Hankkeiden käynnistyminen

Savonlinnaan toteutuu ensimmäinen yli 10 MW:n aurinkovoimala. Kehitys perustuu erityisesti maankäytöllisiin edellytyksiin, sähköverkon liitettävyyteen sekä yksityisten toimijoiden investointeihin. Aktiivinen yhteistyö verkon kapasiteetin kasvattamiseksi on käynnistetty. Hyödynnetään alueella jo käynnissä olevaa energia- ja sähköalan koulutusta hankkeiden toteutuksessa.

## 2035 – Kasvava tuotanto

Aurinkosähkön kapasiteetti ylittää nykyisen verkkorajoitteen 30 MW. Verkon kehittämisen myötä mahdollistuu useampien hankkeiden toteutuminen (50-100 MW). Aurinkosähköä hyödynnetään teollisuuden sähköistymisessä sekä mahdollisesti osana laajempaa energiajärjestelmää. Hankkeiden rakentaminen ja ylläpito tuovat työtä ja liiketoimintamahdollisuuksia alueelle, ja samalla varmistetaan osaamisen kehittyminen ja koulutuksen ajantasaisuus.

## 2040 – Vakiintunut rooli

Aurinkosähkö muodostaa merkittävän osan Savonlinnan uusiutuvan energian tuotannosta ja tukee teollisuuden investointeja, energian varastointiratkaisuja sekä mahdollisia Power-to-X-ratkaisuja.



# Aurinkovoiman laajamittainen kehitys Savonlinnassa on pitkälti sidoksissa sähköverkon kapasiteettiin ja sen kehittämiseen

	 <b>2028</b> Hankkeiden käynnistyminen	 <b>2035</b> Kasvava tuotanto	 <b>2040</b> Vakiintunut rooli
<b>Sähköverkko</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Savonlinnan alueella sähköverkkoon voidaan liittää noin 30 MW aurinkosähkön tuotantoa nykyisen verkkokapasiteetin puitteissa, mikä mahdollistaa ensimmäisten aurinkovoimahankkeiden toteutumisen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aurinkosähkön tuotannon kasvu edellyttää sähköverkon vahvistamista ja uusia liityntämahdollisuuksia.</li> <li>Verkon kehittämisen myötä mahdollistuu useampien hankkeiden toteutuminen (50-100 MW).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aurinkosähkö on integroitu osaksi alueellista sähköjärjestelmää ja tuotantoa voidaan kasvattaa verkon kehittämisen myötä.</li> <li>Aurinkosähkö muodostaa merkittävän osan alueen sähkön tuotannosta.</li> </ul>
<b>Maankäyttö</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aurinkovoimalle soveltuvia alueita tunnistetaan ja hankekehitys käynnistyy.</li> <li>Sijoittuminen painottuu jo muokattuihin maa-alueisiin, kuten entisille turvetuotantoalueille ja heikkotuottoisille maa-alueille.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aurinkovoimahankkeiden sijoittuminen Savonlinnan alueella etenee vaiheittain sähköverkon liityntämahdollisuuksien ja kaavoituksen puitteissa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aurinkovoimalle soveltuvat alueet on tunnistettu osana maakunnallista ja paikallista maankäytön suunnittelua, ja niiden sijoittuminen on yhteensovitettu sähköverkon kehityksen kanssa.</li> </ul>
<b>Rakentaminen ja investoinnit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ensimmäinen yli 10 MW:n teollisen mittakaavan aurinkovoimala toteutuu Savonlinnassa, ja rakentamisessa hyödynnetään mahdollisuuksien mukaan paikallisia urakoitsijoita ja palveluita sekä alueella jo olevaa energia- ja sähköalan osaamista.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aurinkovoimasta muodostuu uusi investointikategoria Savonlinnan energiainfrastruktuurissa, ja hankekehitys sekä rakentaminen tuovat alueelle liiketoimintaa ja työmahdollisuuksia, ja koulutusta kehitetään vastaamaan kasvavaa osaamistarvetta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aurinkovoimahankkeiden ympärille vakiintuu myös paikallisia huolto-, ylläpito- ja muita palveluita, jotka tuovat pitkäaikaista työtä ja liiketoimintaa alueelle.</li> </ul>
<b>Energiajärjestelmä ja varastointi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aurinkosähkö täydentää alueen muuta uusiutuvaa energiantuotantoa, ja energiavarastojen (BESS) mahdollisuuksia tarkastellaan erityisesti aurinkovoimaloiden yhteydessä.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aurinkosähkö vahvistaa alueen uusiutuvan sähkön tuotantoa ja energiaomavaraisuutta osana laajempaa energiajärjestelmää, ja energiavarastot tukevat tuotannon ja kulutuksen tasapainottamista.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aurinkosähkö ja energiavarastot toimivat yhdessä osana alueen energiajärjestelmää, ja varastojen sijoittaminen tuotannon yhteyteen tukee sähköverkon kuormituksen hallintaa Fingridin linjausten mukaisesti.</li> </ul>
<b>Paikallinen talous ja työllisyys</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ensimmäiset aurinkovoimahankkeet tuovat alueelle rakentamisvaiheen työllisyysvaikutuksia ja luovat kysyntää paikallisille urakoitsijoille sekä palveluille.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aurinkovoimainvestoinnit tuottavat alueelle taloudellisia hyötyjä esimerkiksi kiinteistöverojen, maanvuokrien ja hankkeisiin liittyvien palveluiden kautta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aurinkovoiman ympärille muodostuu vakiintunut palvelu- ja huolto liiketoiminta, joka tukee pitkäaikaista työllisyyttä ja alueellista elinkeinotoimintaa.</li> </ul>



# Toimenpiteet



# Toimenpiteet – Aurinkovoiman sähköedellytykset

## Aurinkovoiman kehityspolun tukeminen sähköjärjestelmän näkökulmasta

### 1. 2026–2028



- Käynnistetään vuoropuhelu verkonhaltijan kanssa aurinkovoimahankkeiden liityntämahdollisuuksista ja verkon kapasiteetin vahvistamisesta.
- Tunnistetaan sähköverkon nykyinen kapasiteetti, olemassa olevat liityntäpisteet ja keskeiset pullonkaulat aurinkovoiman kasvulle.
- Selvitetään energiavarastojen (BESS) roolia aurinkovoimahankkeiden yhteydessä verkon kuormituksen hallinnassa.
- Tarkastellaan suoran kytkennän mahdollisuuksia erityisesti teollisten sähkökäyttäjien ja uusien energiainvestointien yhteydessä.

### 2. 2028–2035



- Edistetään sähköverkon kehittämistä aurinkovoiman kasvun mahdollistamiseksi yhteistyössä verkonhaltijoiden kanssa.
- Edistetään Itä-Suomen verkkoyhteyksien vahvistumista valtakunnallisessa päätöksenteossa.
- Tarkastellaan aurinkosähkön roolia osana alueen energiajärjestelmää, esimerkiksi teollisuuden sähköistymisen tukena.

### 3. 2035–2040



- Tuetaan energiajärjestelmän kehittämistä siten, että aurinkosähkö ja energiavarastot voivat toimia joustavasti osana alueellista sähköjärjestelmää.

**Sähköjärjestelmä on aurinkovoiman keskeinen mahdollistaja.**

#### Savonlinnan rooli:

- Aktiivinen mahdollistaja
- Koordinoija
- Edunvalvoja

#### Keskeiset sidosryhmät:

- Fingrid
- Järvi-Suomen Energia
- Aurinkovoimahankkeiden kehittäjät ja energiayhtiöt
- Luvitus- ja valvontaviranomainen



# Toimenpiteet – Maankäyttö ja sijoittuminen

## *Aurinkovoiman kehityspolun tukeminen maankäytön näkökulmasta*

### 1. 2026–2028



- Määritellään Savonlinnassa aurinkovoimaloiden sijoittumisen reunaehdot, kuten luontoarvoihin, pohjavesialueisiin, maisemaan ja asutukseen liittyvät kriteerit.
- Tunnistetaan aurinkovoimalle soveltuvat maa-alueet yhteistyössä maanomistajien ja hankekehittäjien kanssa hyödyntäen jo tehtyjä selvityksiä.
- Arvioidaan kohteiden toteuttamiskelpoisuutta.
- Hyödynnetään erityisesti jo muokattuja maa-alueita.

### 2. 2028–2035



- Huomioidaan aurinkovoiman sijoittuminen kaavoituksessa ja alueidenkäytön suunnittelussa.
- Yhteensovitetään aurinkovoimahankkeiden sijoittuminen muun maankäytön kanssa.
- Priorisoidaan hankkeita alueille, joissa sähkön liitettävyyys ja infrastruktuuri tukevat toteutusta.

### 3. 2035–2040



- Varmistetaan riittävä kaavavaranto aurinkovoimahankkeiden toteuttamiselle pitkällä aikavälillä.

***Maankäyttö mahdollistaa aurinkovoimahankkeiden sijoittumisen.***

#### **Savonlinnan rooli:**

- Alueidenkäytön mahdollistaja
- Kaavoituksen koordinoija
- Yhteensovittaja eri maankäyttötarpeiden välillä

#### **Keskeiset sidosryhmät:**

- Maanomistajat
- Aurinkovoimahankkeiden kehittäjät
- Etelä-Savon maakuntaliitto
- Luvitus- ja valvontaviranomainen



# Toimenpiteet – Rakentaminen ja investoinnit

## Aurinkovoimahankkeiden toteutuminen

### 1. 2026–2028



- Luodaan selkeä toimintamalli aurinkovoimahankkeiden kehittäjille (yhteyspiste, prosessi ja aikataulut).
- Edistetään ensimmäisten teollisen kokoluokan aurinkovoimahankkeiden toteutumista Savonlinnassa.
- Kannustetaan hyödyntämään paikallisia urakoitsijoita ja palveluita rakentamisvaiheessa.

### 2. 2028–2035



- Houkutellaan uusia aurinkovoimainvestointeja hyödyntämällä tunnistettuja sijoittumisalueita ja olemassa olevaa infrastruktuuria.
- Kehitetään yhteistyötä hankekehittäjien, energiayhtiöiden ja sijoittajien kanssa hankkeiden toteutuksen vauhdittamiseksi.
- Vahvistetaan paikallisten yritysten roolia rakentamisen ja teknisten palveluiden toimittajina.

### 3. 2035–2040



- Vakiinnutetaan aurinkovoimahankkeet osaksi Savonlinnan energia- ja infrastruktuuri-investointeja.
- Tuetaan aurinkovoimaan liittyvien palvelujen, kuten huollon ja ylläpidon, kehittymistä alueella.

**Aurinkovoimainvestoinnit syntyvät markkinaehtoisesti, mutta niiden toteutuminen edellyttää paikallista mahdollistamista.**

#### Savonlinnan rooli:

- Investointien mahdollistaja
- Hankekehityksen sujuvoittaja
- Paikallisen taloushyödyn vahvistaja

#### Keskeiset sidosryhmät:

- Aurinkovoimahankkeiden kehittäjät ja energiayhtiöt
- Rakennus- ja infraurakoitsijat
- Paikalliset palvelu- ja huoltoyritykset
- Rahoittajat ja sijoittajat



# Toimenpiteet – Paikallinen talous ja työllisyys

## Paikallisen hyödyn vahvistaminen

### 1. 2026–2028



- Selvitetään aurinkovoimahankkeiden paikalliset työllisyys- ja talousvaikutukset.
- Kartoitetaan aurinkovoimahankkeisiin soveltuva paikallinen osaaminen (esim. maanrakennus, sähköurakointi, logistiikka) ja tuodaan se hankekehittäjien tietoon.
- Järjestetään yritystilaisuuksia ja välitetään tietoa tulevista aurinkovoimahankkeista sekä niissä tarvittavista palveluista, jotta paikalliset yritykset voivat valmistautua osallistumaan hankkeisiin.

### 2. 2028–2035



- Edistetään paikallisten yritysten osallistumista aurinkovoimahankkeiden rakentamiseen ja hankekehitykseen esimerkiksi maanrakennuksessa, sähköurakoinnissa ja logistiikassa.
- Seurataan aurinkovoimahankkeiden aluetaloudellisia vaikutuksia (maanvuokrat, palveluhankinnat, työllisyys) ja hyödynnetään tietoa elinkeinopolitiikan kehittämisessä.

### 3. 2035–2040



- Tuetaan aurinkovoimaan liittyvien huolto-, ylläpito- ja asiantuntijapalveluiden kehittymistä alueella.
- Edistetään Savonlinnan näkyvyyttä aurinkovoiman investointikohteena osana alueen elinkeino- ja investointipolitiikkaa.

**Aurinkovoimahankkeet tuovat alueelle investointeja, työtä ja paikallista liiketoimintaa.**

#### Savonlinnan rooli:

- Paikallisen arvonluonnin edistäjä
- Yritysyhteistyön mahdollistaja
- Investointien houkuttelija

#### Keskeiset sidosryhmät:

- Paikalliset rakennus- ja infraurakoitsijat
- Sähkö- ja tekniset palveluyritykset
- Maanomistajat
- Aurinkovoimahankkeiden kehittäjät

# Ensimmäinen vaihe: Ensimmäisten aurinkovoimahankkeiden kokemukset ohjaavat jatkokehitystä

## 0-3 kk

Ensimmäisten hankkeiden kokemusten kokoaminen

- Kootaan kokemukset Savonlinnan ensimmäisestä teollisen mittakaavan aurinkovoimahankkeesta (lupaprosessi, verkko, maankäyttö, rakentaminen).
- Tunnistetaan hankkeen perusteella keskeiset kehityskohteet aurinkovoiman sijoittumisessa ja toteutuksessa.
- Käynnistetään aktiivinen vuoropuhelu Fingridin ja verkonhaltijoiden kanssa verkon kehittämistarpeista ja liityntämahdollisuuksista.
- Määritellään Savonlinnan aurinkovoiman sijoittumisen reunaehdot ja no-go-alueet.

## 3-6 kk

Aurinkovoiman sijoittumispotentiaalin tarkentaminen

- Tunnistetaan aurinkovoimalle soveltuvat alueet hyödyntäen aiempia selvityksiä ja ensimmäisen hankkeen kokemuksia.
- Arvioidaan kohteiden sähkön liitettävyyttä ja infrastruktuurin riittävyys.
- Priorisoidaan toteuttamiskelpoisimmat kohteet jatkokehitykseen.

## 6-12 kk

Uusien hankkeiden käynnistäminen

- Käynnistetään keskustelut uusista aurinkovoimahankkeista tunnistetuilla alueilla.
- Hyödynnetään ensimmäisen hankkeen kokemuksia hankekehityksen ja lupaprosessien sujuvoittamisessa.
- Rakennetaan Savonlinnan aurinkovoiman sijoittumismateriaali investointien houkutteluun.
- Hyödynnetään paikallista energia- ja sähköalan osaamista ja kehitetään koulutusta hankkeiden tarpeisiin.

**Kaupunki rakentaa valmiudet vastata aurinkovoimahankkeiden sijoittumiskyselyihin ja toimii aktiivisesti investointien mahdollistajana.**

Savonlinnan ensimmäinen teollisen mittakaavan aurinkovoimahanke tarjoaa käytännön kokemuksia lupaprosesseista, maankäytöstä ja verkkoon liittämistä, joita hyödynnetään seuraavien hankkeiden kehittämisessä.

**Tavoitteena on aurinkovoimahankkeiden käynnistyminen**, joiden kautta syntyy referenssi, käytännön osaamista ja uskottava pohja aurinkovoiman laajemmalle kehitykselle alueella.



### **Keskeinen mittari:**

Yhteistyö Fingridin kanssa on käynnissä ja vähintään yksi investointihanke käynnistynyt



# Bio- ja kiertotalous - Tiekartta



**Lähtötilanne**



# Bio- ja kiertotalouden arvoketju Savonlinnassa – tarkastelun fokus korkeamman jalostusarvon tuotteissa

## Savonlinnan nykytila



## Savonlinnan tavoitetila



Tarkastelu keskittyy arvoketjun vaiheisiin, joihin tunnistetaan parannuspotentiaalia ja kaupungilla sekä alueellisilla toimijoilla on kehitysmahdollisuuksia

### Työn painopiste:

- Biomassan ja sivuvirtojen hyödyntäminen
- Tutkimus- ja kehitystyö bio- ja kiertotaloudessa
- Bioenergian ja biojalosteiden rooli alueellisessa arvonluonnissa
- Maankäyttö ja infrastruktuuri (logistiikka, verkot, alueet)
- Alueellinen rooli omavaraisuuden ja vihreän siirtymän mahdollistajana



## Bio- ja kiertotalouden nykytila Savonlinnassa

- Savonlinnan bio- ja kiertotalous perustuu metsäbiomassan ja metsäteollisuuden sivuvirtojen käyttöön energiantuotannossa. Biomassaa saadaan hakkuutähteistä, kierrätyspuusta ja biojakeista, ja biokaasupotentiaalia muodostavat biojätteet, lanta sekä jätevedenpuhdistamon lietteet. Energiantuotanto pohjautuu pääosin puupohjaiseen biomassaan höyrylämpölaitoksessa ja paikallisissa lämpölaitoksissa.<sup>41 42</sup>

### Haasteet ja vahvuudet

- Energiapuun saatavuus on rajallinen, sillä paikallisten sahojen ja vaneritehtaiden sivuvirrat ohjautuvat pääosin lähialueiden selluteollisuuteen jatkojalostukseen, eikä alueella ole merkittävää korkeamman jalostusasteen biojalostustoimintaa. Samalla Savonlinnalla on vahva rooli bioenergian logistiikassa kolmen biotermiinalin ansiosta.<sup>43</sup>

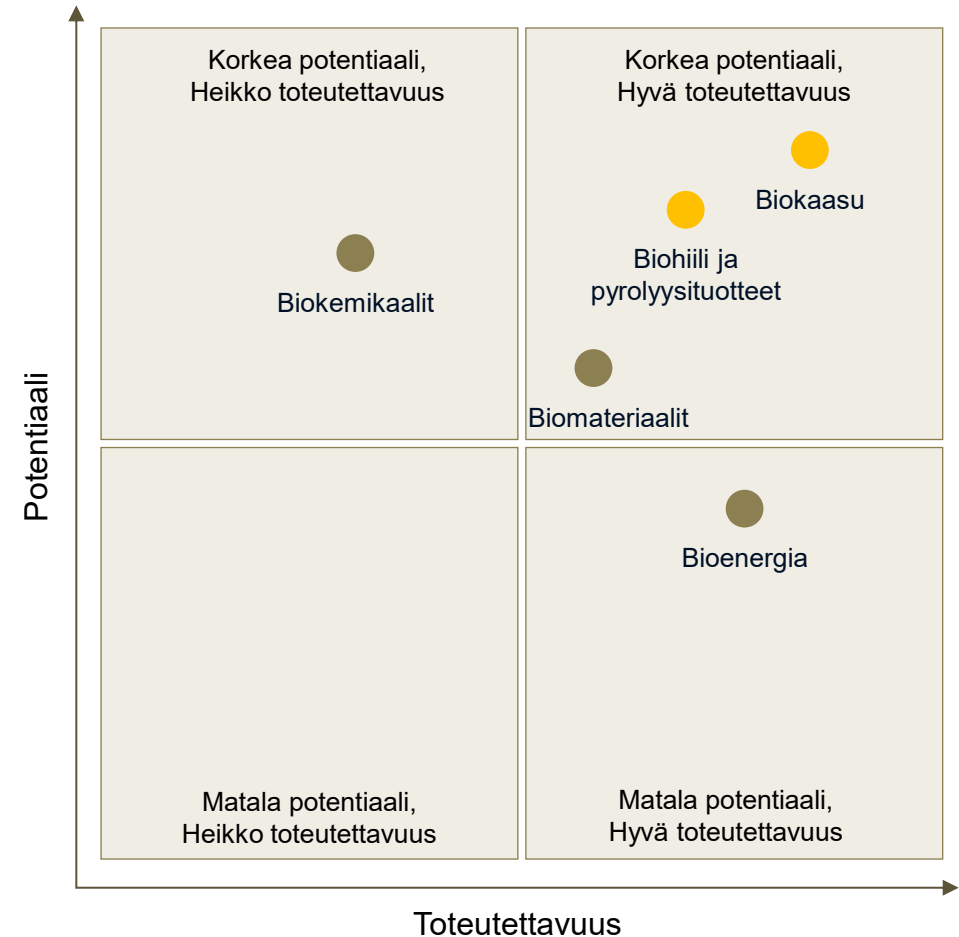
### Kehityspotentiaali

- Alueellista kehityspotentiaalia on tunnistettu bioenergian logistiikan ja terminaaliverkon vahvistamisessa, metsäteollisuuden sivuvirtojen arvon kasvattamisessa sekä biojalostustoiminnan kehittämisessä. Lisäksi energiapuun hankinnan tehostaminen ja biomassavirtojen tehokkaampi hyödyntäminen vahvistaisi alueen bio- ja kiertotaloutta.



# Puhdas siirtymä ja regulaatio ohjaavat bio- ja kiertotalouden kehitystä poltosta kohti korkeamman jalostusarvon ratkaisuja

<p><b>Biokaasu ja biohiili</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biokaasu ja biohiili sekä muut pyrolyysituotteet sijoittuvat korkealle viereisessä diagrammissa, sillä ne hyödyntävät paikallisia biomassavirtoja ja vastaavat kansalliseen kehityssuuntaan.</li> <li>• Suomessa suunnitellaan investointeja biokaasuun, biojalostukseen ja biohiileen, jonka tuotannon odotetaan kasvavan merkittävästi 2030 –luvulle siirryttäessä.</li> </ul>
<p><b>Biomateriaalit, kemikaalit ja energia</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biomateriaalit tarjoavat lisäarvoa, mutta edellyttävät TKI-yhteistyötä ja kytkeytymistä laajempiin arvoketjuihin.</li> <li>• Biokemikaalit edustavat korkeinta jalostusarvoa, mutta vaativat teollista mittakaavaa ja investointeja, joita syntyy tyypillisesti suurempiin keskittyisiin.</li> <li>• Bioenergia kattaa noin 32 % Suomen energiantuotannosta (2024) toimien keskeisenä osana lämmöntuotantoa ja huoltovarmuutta, mutta on lisäarvopotentiaailtaan rajallisempi.</li> </ul>
<p><b>Regulaation ohjaus</b></p> 	<p><b>EU-tason ja Suomen regulaatiokehitys ohjaa pois pelkästä biomassan poltosta kohti korkeamman jalostusarvon ratkaisuja sekä hiilen eri muotojen talteenottoa ja hyödyntämistä, mikä vahvistaa erityisesti biohiilen, biokaasun ja biojalostuksen asemaa tulevaisuudessa sekä luo potentiaalín hiilidioksidin talteenotolle.</b></p>





# EU:n ja kansallinen regulaatio ohjaavat bio- ja kiertotalouden kehitystä

## EU:n regulaatio ohjaa bio- ja kiertotalouden suuntaa



- EU:n ilmastotavoitteet (hiilineutraalius 2050) ohjaavat energijärjestelmän ja teollisuuden vähähiilistymistä<sup>28</sup>
- **EU:n päästökauppajärjestelmä (EU ETS)** ohjaa päästöjen hinnoittelua ja investointeja
- **Uusiutuvan energian direktiivi (RED III)** määrittää uusiutuvan energian tavoitteita ja kestävyyskriteerejä
- **Kiertotalous- ja jätelainsäädäntö** ohjaa materiaalien hyödyntämistä ja jätteiden käsittelyä
- **EU-taksonomia** ohjaa rahoitusta kestävyden perusteella
- **Hiilen talteenottoon ja hyödyntämiseen (CCUS)** liittyvä sääntely mahdollistaa uusia ratkaisuja

## Kansallinen sääntely ja ohjaukeinot



- **Energia- ja polttoaineverotus** ohjaa polttoainevalintoja ja energiaratkaisuja
- **Kansallinen ilmasto- ja energiapolitiikka** (mm. ilmastolaki, hiilineutraaliustavoitteet) ohjaa investointien suuntaa
- **Bioenergian kestävyyskriteerit** ja biomassan käytön ohjaus
- **Ympäristölainsäädäntö ja lupaprosessit** (YVA, ympäristöluvut) ohjaavat hankkeiden toteutusta
- **Valtion tuet ja investointiohjelmat** (mm. energiatuki) mahdollistavat uusia ratkaisuja
- **Hiilinieluihin ja maankäyttösektoriin** liittyvä sääntely

## Regulaation merkitys bio- ja kiertotaloudelle



- Ohjaus kohdistuu päästöjen vähentämiseen, hiilensidontaan sekä resurssitehokkuuden parantamiseen
- Sääntely koskee sekä energian tuotantoa että materiaalien jalostusta, sivuvirtojen hyödyntämistä ja kierrätystä
- Investointeja ohjataan kohti vähähiilisiä, korkeamman jalostusarvon ja kiertotaloutta tukevia ratkaisuja
- Rahoitus ja tukimekanismit kytkeytyvät yhä vahvemmin kestävyden ja taksonomian mukaisiin kriteereihin
- Sääntely määrittää reunaehdot hankkeiden toteutukselle, sijoittumiselle ja kannattavuudelle

Tiekartan edetessä regulaation kehitystä tulee seurata ja huomioida aktiivisesti, jotta kehitystoimenpiteet voidaan kohdentaa ajantasaisesti ja hyödyntää mahdolliset tukimekanismit (mm. Ruokaviraston investointituki biokaasulaitoksille) sekä välttää sääntelyyn liittyviltä riskeiltä.



**Tavoite**



# Analyysistä tavoitteisiin – Savonlinnan bio- ja kiertotalouden tehostaminen

1

## Vaihe 1: Lähtötilanne

- Vahva metsäbiomassan ja metsäteollisuuden sivuvirtojen saatavuus
- Olemassa oleva bioenergian infrastruktuuri (lämpölaitokset, bioterminaalit, logistiikka)
- Tutkimus- ja pilotointiympäristöjä biomateriaalien ja biojalostuksen kehittämiseen
- Potentiaali siirtyä biomassan energiakäytöstä korkeamman jalostusarvon biotuotteisiin ja kiertotalousratkaisuihin

2

## Vaihe 2: Arvoketjuanalyysi

- Hyvät edellytykset pilotointi- ja demonstrointihankkeille
- Biomassan sivuvirrat tarjoavat raaka-ainepohjan biojalostukselle
- Kehitys voidaan käynnistää nykyisen teollisen ja bioenergia-infrastruktuurin pohjalta

3

## Vaihe 3: Alueellinen profiili

- Biojalostus voi kehittyä arvoketjussa hajautetusti ja rinnakkaisina ratkaisuina, ilman riippuvuutta yksittäisistä suurinvestoinneista.
- Kehitys rakentuu vaiheittain paikallisista biomassavirroista ja sivuvirtojen hyödyntämisestä
- Laajempi kehitys kytkeytyy alueelliseen ja valtakunnalliseen bio- ja kiertotalouden verkostoon



## Johtopäätökset

- Savonlinnan bio- ja kiertotaloudella on mahdollisuus kehittyä pilottihankkeista kohti laajempaa biojalostustoimintaa optimoitujen hankinta- ja logistiikkaketjujen kautta
- Painopiste on paikallisissa biomassavirtoihin perustuvissa ratkaisuisissa ja piloteissa, **kuten biokaasu ja biohiili**
- Laajempi teollinen kehitys riippuu alueellisesta ja valtakunnallisesta infrastruktuurista sekä markkinoiden kehittymisestä



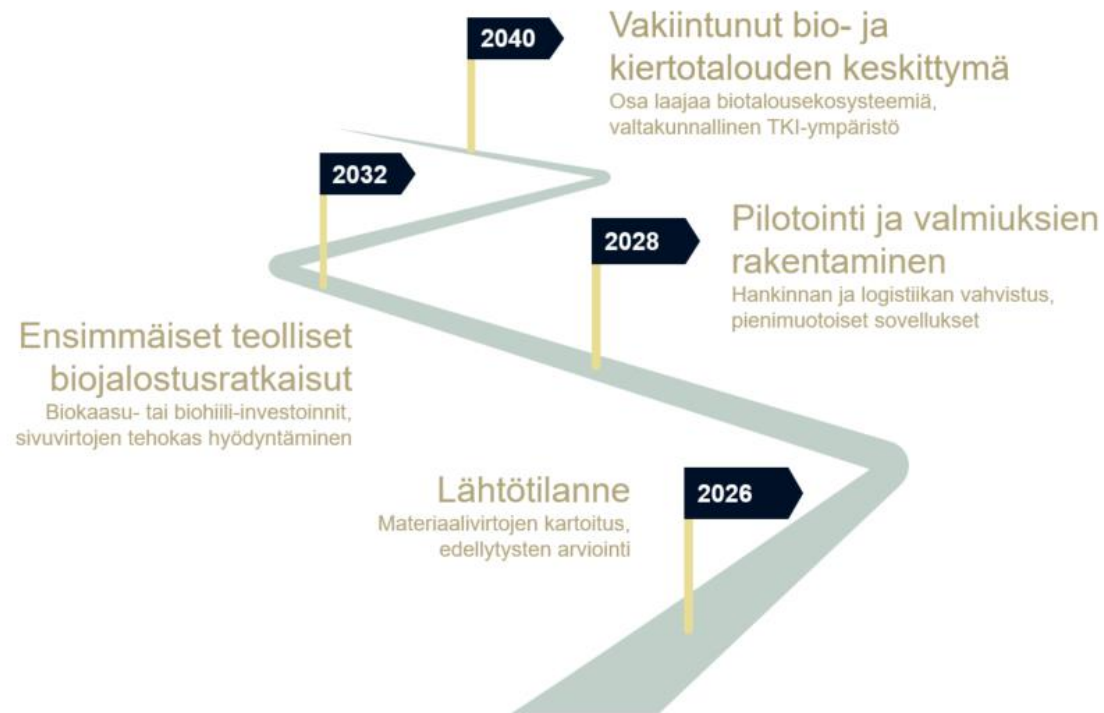
## Strateginen rajaus ja tavoitteen lähtökohta

- Savonlinnan bio- ja kiertotalouden kehitys perustuu metsäbiomassan, metsäteollisuuden **materiaalivirtojen tunnistukseen ja olemassa olevan bioenergiainfrastruktuurin hyödyntämiseen**
- Kehitys käynnistyy pilotointi- ja kehityshankkeiden kautta, joiden tavoitteena on hyödyntää tehokkaasti paikallisia materiaalivirtoja korkeamman jalostusarvon tuotteiden valmistuksessa
- Tiekartan toimenpiteet rakentuvat tämän pohjalta ja tähtäävät biojalostuksen ja kiertotalousratkaisujen vaiheittaiseen kehittämiseen



# Tavoitteena on vaiheittain etenevä siirtymä resurssien tehokkaasta hyödyntämisestä biojalostukseen

Energia- ja ilmastostrategioissa bioenergia ja kiertotalous nähdään keskeisenä osana siirtymää vähähiiliseen energiajärjestelmään ja resurssitehokkaaseen talouteen. Bioenergia on edelleen Suomen suurin uusiutuvan energian lähde, ja sen kehitys liittyy erityisesti metsäteollisuuden sivuvirtojen hyödyntämiseen, biokaasun tuotannon kasvuun sekä biojalostuksen ja biohiilen kaltaisten uusien ratkaisujen kehittämiseen.<sup>44</sup> Tämän tiekartan tavoitteena on tunnistaa, miten Savonlinna voi hyödyntää omia metsäbiomassan, sivuvirtojen ja bioenergian infrastruktuurin tarjoamia edellytyksiään bio- ja kiertotalouden kehittämisessä vaiheittain etenevällä tavalla.



## 2028 – Pilotointi ja osaamisen vahvistaminen

Savonlinna kehittää bio- ja kiertotalouden pilotointiympäristöjä, joissa hyödynnetään metsäteollisuuden sivuvirtoja ja paikallista biomassaa. Kehitys keskittyy pienimuotoisiin biojalostus- ja materiaalikiertohankkeisiin sekä tutkimus- ja yritysryhteyshöön olemassa olevan bioenergia- ja logistiikkainfrastruktuurin puitteissa.



## 2032 – Ensimmäiset teolliset biojalostusratkaisut

Savonlinnassa toimii biojalostukseen tai biomateriaalien tuotantoon liittyviä teollisia sovelluksia, jotka hyödyntävät paikallisia sivuvirtoja ja biomassaa. Toiminta on integroitunut alueen metsäteollisuuteen ja energiantuotantoon sekä tukee kiertotalouteen perustuvien tuotteiden kehittämistä.



## 2040 – Vakiintunut bio- ja kiertotalouden keskittymä

Savonlinna on osa laajempaa bio- ja kiertotalouden arvoketjua, jossa biomassaa jalostetaan korkeamman arvon tuotteiksi ja sivuvirrat hyödynnetään tehokkaasti. Alue toimii biojalostuksen, biomateriaalien ja kiertotalousratkaisujen kehitys- ja pilotointiympäristönä osana kansallista biotalousekosysteemiä.



# Vaiheittain etenevät tavoitteet ohjaavat biotalouden kehitystä 2030–2040

	 <b>2028</b> Pilotit ja osaaminen	 <b>2032</b> Teollinen biojalostus	 <b>2040</b> Valtakunnallinen toimija
<b>Biomassa ja sivuvirrat</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Metsäbiomassa, puunjalostuksen sivuvirrat, biojätteet ja lietteet (biokaasu) pilottikäytössä.</li> <li>Savonlinnan sahojen ja puunjalostuksen sivuvirrat tunnistettu biojalostuksen ja bioenergian raaka-aineeksi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Paikallisiin sivuvirtoihin perustuva biojalostus kuten biomateriaalit, biohiili, biokaasu tai biokemikaalit.</li> <li>Biomassan alueellinen jalostusaste kasvaa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Savonlinna toimii osana valtakunnallista biojalostuksen arvoketjua.</li> <li>Metsäbiomassa jalostetaan pääosin korkeamman jalostusarvon tuotteiksi.</li> </ul>
<b>Logistiikka ja terminaalit</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Savonlinnan kolme bioterminaalia toimivat bioenergian logistiikan solmukohtina.</li> <li>Uudet potentiaaliset lokaatiot tunnistetaan ja biomassan hankintaketjuja kehitetään</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Terminaaliverkkoa kehitetään tehokkaampaan hyödyntämiseen biomateriaalien ja biojalostuksen raaka-aineiden logistiikassa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Savonlinna toimii bio- ja kiertotalouden logistisena solmuna osana kansallisia biomassaa-arvoketjuja.</li> </ul>
<b>Maankäyttö</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bio- ja kiertotalouden pilotointi sijoittuu olemassa oleville teollisuusalueille.</li> <li>Savonlinnan jätehuolto- ja satama-alueita voidaan hyödyntää pilotointiin.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Teollisen mittakaavan biojalostus sijoittuu olemassa oleville teollisuusalueille ja tunnistetuille logistiikkareiteille.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Biojalostus ja kiertotalousteollisuus muodostavat alueellisen teollisen ekosysteemin.</li> <li>Suuremmat jalostuslaitokset mahdollisia kaavavarannon ja laajennettavuuden turvin.</li> </ul>
<b>TKI- ja pilotointi</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>XAMK:n Kuitulaboratorio ja biotuotetekniikan TKI-ympäristö tukevat biomateriaalien hankkeita ja pilotointia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pilotointi johtaa ensimmäisiin teollisiin biojalostusratkaisuihin.</li> <li>Yritysten ja tutkimuksen yhteistyö vahvistuu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Savonlinna toimii biomateriaalien ja biojalostuksen kehitys- ja pilotointikeskuksena.</li> </ul>
<b>Biojalosteiden tuotanto</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bioenergia ja lämpölaitokset hyödyntävät paikallista metsähaketta ja sivuvirtoja.</li> <li>Hukkalämmön hyödyntämistä ja biojalosteita ja -materiaaleja kehitetään pilottitasolla.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bioenergia integroidaan biojalostusprosesseihin ja biokaasu teollisuuden ja liikenteen käyttöön.</li> <li>Biogeenisen CO<sub>2</sub>:n talteenoton ja hyödyntämisen mahdollisuuksia selvitetään.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bioenergian ja biojalostuksen integraatio tuottaa energiaa, biomateriaaleja ja biopolttoaineita vähähiilisesti valtakunnallisille ja kansainvälisille markkinoille.</li> </ul>
<b>Resurssien kierrätys</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kehitetään biojätteiden, lietteiden ja tuhkien ravinnekiertoa.</li> <li>Selvitetään biojalostuksen sivuvirtojen kierrätysratkaisuja.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Biojalostuksen ja energiantuotannon sivuvirrat ohjataan materiaalien ja ravinteiden kiertoon.</li> <li>Kiertotalousratkaisut integroidaan jätehuollon ja maatalouden materiaalivirtoihin.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Savonlinna toimii bio- ja kiertotalouden suljetun materiaalikierron pilotointiympäristönä.</li> <li>Biojätteiden ja sivuvirtojen kierto kytkeytyy valtakunnallisiin kiertotalouden arvoketjuihin.</li> </ul>



# Toimenpiteet

# Toimenpiteet – Biomassan ja sivuvirtojen hyödyntäminen

## Bio- ja kiertotalouden kehityspolun tukeminen raaka-aineen näkökulmasta

### 1. 2026–2028



- Tunnistetaan materiaalivirrat ja keskeiset pullonkaulat biomassan saatavuudessa, logistiikassa ja terminaaliverkossa.
- Käynnistetään yhteistyö metsäteollisuuden, jätehuollon ja energiayhtiöiden kanssa biomassan ja sivuvirtojen hyödyntämiseksi.
- Mahdollistetaan pienimuotoiset bioenergia-, biokaasu- ja biomateriaalipilotit nykyistä infrastruktuuria hyödyntäen.

### 2. 2028–2032



- Kehitetään biomassan- ja sivuvirtalogistiikkaa teollisen mittakaavan biojalostuksen sekä tunnistetaan lämmityksen sähköistymisen vaikutus raaka-aineiden vapautumiseen.
- Yhteensovitetään biojalostus alueellisen teollisuuden ja energiantuotannon kanssa.
- Kytetään bioenergia, biohiili, biokaasu ja biomateriaalit markkinaehtoisesti alueellisiin ja kansallisiin arvoketjuihin.

### 3. 2032–2040



- Varaudutaan biojalostuksen ja kiertotalousratkaisujen teollisen mittakaavan laajenemiseen metsänhoidon ja terminaali-toiminnan näkökulmasta.
- Vahvistetaan Itä-Suomen biomassan- ja kiertotalouslogistiikkaa osana valtakunnallisia arvoketjuja.
- Turvataan kilpailukyky kestävän biomassan saatavuudella ja lähialueiden materiaalivirroilla.

**Biomassa ja sivuvirrat muodostavat bio- ja kiertotalouden keskeiset raaka-ainevirrat.**

#### Savonlinnan rooli:

- Investointien mahdollistaja ja hankkeiden tukija
- Yhteistyön ylläpitäjä (teollisuus, jätehuolto, energia)
- Pilotointiympäristö

#### Keskeiset sidosryhmät:

- Metsäteollisuus ja puunjalostus
- Jätehuolto- ja biokaasutoimijat
- Energiayhtiöt
- Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu
- Maakuntaliitto



# Toimenpiteet – Logistiikka ja bioterminaalit

*Bio- ja kiertotalouden kehityspolun tukeminen bioenergian logistiikkaketjujen ja tehostetun operoinnin näkökulmasta*

## 1. 2026–2028



- Hyödynnetään Savonlinnan kolmea bioterminaalialueita bioenergian ja biotermiinalien logistiikan solmukohtina ja tunnistetaan mahdolliset uudet terminaalitarpeet.
- Tunnistetaan pilotointikohteet, joissa biotermiinalien keräys, varastointi ja jalostus voidaan toteuttaa hyödyntäen olemassa olevaa tie-, satama- ja teollisuusinfrastruktuuria perustuvaa verkostoa.
- Tuetaan pk-yritysten ja tutkimustoimijoiden pilotointeja biomateriaalien, bioenergian ja biokaasun logistiikkaratkaisuihin.

## 2. 2028–2032



- Kehitetään alueellinen biomassan- ja sivuvirtalogistiikan malli, joka palvelee useita bioenergia- ja biojalostustoimijoita.
- Ohjataan terminaalien ja logistiikan sijoittumista liikenteellisesti ja logistisesti toimiviin solmukohtiin.
- Hyödynnetään Savonlinnan satamaa ja sisävesiliikennettä biomassan- ja kiertotalouslogistiikan osana.

## 3. 2032–2040



- Kytetään Savonlinna osaksi alueellisia ja valtakunnallisia biomassan- ja kiertotalouden logistiikkaketjuja.
- Varmistetaan, että satamat, terminaalit ja liikenneverkot tukevat biomassan- ja biotuotteen kasvua.
- Vahvistetaan Savonlinnan roolia bio- ja kiertotalouden logistisena solmuna osana kansallisia biomassan-arvoketjuja.

**Logistiikka ja terminaalit mahdollistavat biomassan tehokkaan varastoinnin ja kuljetuksen biojalostukseen.**

### Savonlinnan rooli:

- Investointien mahdollistaja ja hankkeiden tukija
- Kaavoittaja ja sijoittumisen ohjaaja
- Ennakoiva maanomistaja

### Keskeiset sidosryhmät:

- Metsäteollisuus ja puunhankinta
- Kuljetus- ja logistiikkayritykset
- Energiayhtiöt
- Satama- ja infratoimijat
- Kaavoitus- ja lupaviranomaiset
- Maakuntaliitto



# Toimenpiteet – Maankäyttö ja sijoittuminen

## Bio- ja kiertotalouden kehityspolun tukeminen kaavoituksen ja alueidenkäytön näkökulmasta

### 1. 2026–2028



- Määritellään bio- ja kiertotalouden eri kokoluokkien hankkeisiin liittyvät kaavoituksen ja maankäytön reunaehdot.
- Tunnistetaan bioenergia-, biokaasu- ja biojalostushankkeisiin soveltuvat T-, TT-, EN- ja T/Kem-alueet, joilla pilotointi ja pienimuotoinen tuotanto on mahdollista ilman merkittäviä kaavamuutoksia.
- Arvioidaan kaavavarannon riittävyys erityisesti pilotointi- ja demonstraatiohankkeiden sijoittumiseen.

### 2. 2028–2032



- Varmistetaan teollisen mittakaavan biojalostus- ja biokaasulaitosten sijoittumismahdollisuudet ensisijaisesti teollisuusalueille ja logististen yhteyksien läheisyyteen.
- Hyödynnetään asemakaavoitusta ja strategista maanomistusta hankkeiden toteuttamisen nopeuttamiseksi.
- Ohjataan bio- ja kiertotalouden sijoittumista osana muuta teollista aluekehitystä vaiheittaisen kasvun ja logistiikan toimivuuden varmistamiseksi.

### 3. 2032–2040



- Varaudutaan biojalostuksen ja kiertotalousteollisuuden laajentumiseen kehittämällä teollisia ja materiaalikiertoon soveltuvia alueita.
- Ohjataan biojalostus ja jatkojalostus ensisijaisesti T/Kem- ja teollisuusalueille, joissa logistiikka, ympäristövaikutukset ja laajennettavuus voidaan hallita.
- Turvataan kaavavarannon ajantasaisuus ja laajennettavuus, jotta bio- ja kiertotalousinvestoinnit voidaan toteuttaa vaiheittain ilman laajoja kaavamuutoksia.

**Maankäyttö ja kaavoitus ratkaisevat bio- ja kiertotalousinvestointien sijoittumisen ja toteutumisen.**

#### Savonlinnan rooli:

- Aluekäytön kehityksen mahdollistaja
- Kaavoittaja ja sijoittumisen ohjaaja
- Ennakoiva maanomistaja

#### Keskeiset sidosryhmät:

- Bio- ja kiertotalouden investoijat
- Kaavoitus- ja lupaviranomaiset
- Maakuntaliitto
- Turvallisuus- ja kemikaaliviranomaiset (Pelastuslaitos, Tukes)



# Toimenpiteet – TKI- ja pilotointitoiminta

## Bio- ja kiertotalouden kehityspolun tukeminen tutkimuksen ja kehityksen näkökulmasta

### 1. 2026–2028



- Tuetaan bio- ja kiertotalouden pilotointia hyödyntäen Savonlinnan TKI-ympäristöjä, kuten XAMK:n Kuitulaboratoriota ja biotuotetekniikan kehitysympäristöä.
- Käynnistetään pilotteja biomateriaalien, biokaasun ja sivuvirtojen hyödyntämisessä yhteistyössä yritysten ja tutkimustoimijoiden kanssa.
- Vahvistetaan alueellista osaamista hankkeiden ja TKI-verkostojen kautta (esim. BOKASVU- ja KUITU-hankkeet).

### 2. 2028–2032



- Laajennetaan pilotointitoimintaa teollisen mittakaavan biojalostus-, biokaasu- ja biomateriaaliratkaisuihin.
- Vahvistetaan yritysten ja tutkimusorganisaatioiden yhteistyötä uusien bio- ja kiertotalouden teknologioiden kehittämisessä ja kaupallistamisessa.

### 3. 2032–2040



- Toimitaan bio- ja kiertotalouden sekä biomateriaalien kehitys- ja pilotointikeskuksena osana kansallista biotalouden TKI-verkostoa.
- Tuetaan pilotoinnin ja tutkimuksen kautta uusien biojalostuksen, biomateriaalien ja kiertotalousratkaisujen kaupallista käyttöönottoa.

**TKI ja pilotointi mahdollistavat uusien teknologioiden testauksen ja käyttöönoton.**

#### Savonlinnan rooli:

- Tutkimuksen ja kehityksen mahdollistaja
- Yhteistyön koordinoija
- Pilotointi- ja innovaatioympäristöjen edistäjä

#### Keskeiset sidosryhmät:

- Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu
- Yritykset ja teolliset toimijat
- Tutkimus- ja kehitysorganisaatiot
- Rahoittajat (EU, Business Finland)



# Toimenpiteet – Biojalosteiden tuottaminen & bio-CO<sub>2</sub>:n hyödyntäminen

*Bio- ja kiertotalouden kehityspolun tukeminen korkeamman jalostusarvon näkökulmasta*

## 1. 2026–2028



- Selvitetään biokaasun raaka-aineiden alueellinen saatavuus ja sijainnit sekä tuetaan biojalosteiden pilotointia hyödyntämällä paikallisia biomassavirtoja kuten metsäteollisuuden sivuvirtoja, metsähaketta, biojätteitä ja lietteitä.
- Selvitetään erityisesti biokaasun ja biohiilen loppukäyttökohteita sekä niiden hyödyntämismahdollisuuksia, huomioiden biokaasun jalostus liikennepolttoaineeksi ja siihen liittyvät jakeluhaasteet.
- Kehitetään pienimuotoisia biojalostusratkaisuja, kuten biomateriaaleja, biohiiltä ja biokaasun jalosteita pilotointitasolla.

## 2. 2028–2032



- Laajennetaan biojalosteiden tuotantoa pilotointivaiheesta teollisen mittakaavan biojalostusratkaisuihin.
- Hyödynnetään sivuvirtoja biomateriaalien, biopolttoaineiden, biohiilen ja biokemikaalien valmistuksessa.
- Vahvistetaan biojalosteiden tuotannon kytkeytymistä alueellisiin teollisiin arvoketjuihin ja logistiikkaverkostoihin.

## 3. 2032–2040



- Integroidaan biojalosteiden tuotanto osaksi laajempaa bio- ja kiertotalouden teollista ekosysteemiä.
- Tuotetaan biomateriaaleja, biopolttoaineita ja muita biotuotteita osana kansallisia ja kansainvälisiä arvoketjuja.
- Hyödynnetään sivuvirtoja, biogeenistä CO<sub>2</sub>:ta ja prosessilämpöä tehokkaasti osana biojalostuksen tuotantoketjuja.

**Biojalosteet ja bio-CO<sub>2</sub> mahdollistavat arvonnousun korkeamman jalostusarvon tuotteiden tuotannolla.**

### Savonlinnan rooli:

- Investointien mahdollistaja ja hankkeiden tukija
- Yhteistyön ylläpitäjä (teollisuus, jätehuolto, energia)
- Pilotointiympäristö
- Kaavoittaja ja sijoittumisen ohjaaja
- Ennakoiva maanomistaja

### Keskeiset sidosryhmät:

- Energiayhtiöt ja bioenergian tuottajat
- Metsäteollisuus ja biomateriaalitoimijat
- Biojalostuksen ja biokaasun toimijat
- Tutkimus- ja oppilaitokset



# Toimenpiteet – Resurssien kierrätys

*Bio- ja kiertotalouden kehityspolun tukeminen jatkuvan kiertotalouden näkökulmasta*

## 1. 2026–2028



- Kehitetään biojätteiden, lietteiden ja maatalouden sivuvirtojen kierrätystä biokaasun ja ravinnekierron pilottihankkeissa.
- Selvitetään energiantuotannon sivuvirtojen, kuten puutuhkan ja biohiilen, hyödyntämistä maanparannuksessa ja lannoitekäytössä

## 2. 2028–2032



- Laajennetaan ravinteiden ja orgaanisten sivuvirtojen kiertoa biojalostuksen, biokaasun tuotannon ja maatalouden välillä sekä pilotoidaan hiilidioksidin talteenottoa energiantuotanto- ja biokaasusovelluksissa
- Kehitetään ratkaisuja biojalostuksen sivuvirtojen, kuten biohiilen ja ravinnepitoisten jakeiden, hyödyntämiseksi materiaalikierron osana

## 3. 2032–2040



- Integroidaan ravinne- ja materiaalikierto osaksi bio- ja kiertotalouden teollisia arvoketjuja.
- Vahvistetaan Savonlinnan roolia biojätteiden, ravinteiden ja teollisten sivuvirtojen kiertotalousratkaisujen pilotointiympäristönä.

***Resurssien kierrätys mahdollistaa ravinteiden ja materiaalien palauttamisen takaisin käyttöön.***

### **Savonlinnan rooli:**

- Investointien mahdollistaja ja hankkeiden tukija
- Yhteistyön ylläpitäjä (teollisuus, jätehuolto, energia)
- Pilotointiympäristö

### **Keskeiset sidosryhmät:**

- Jätehuolto- ja kierrätystoimijat
- Maatalous ja ravinteiden hyödyntäjät
- Bioenergia- ja biokaasutoimijat
- Tutkimus- ja oppilaitokset

# Ensimmäinen vaihe: siirtyminen strategiasta tekemiseen

## 0-3 kk

Valmiuksien luominen ja organisointi

- Nimetään vastuuhenkilö/henkilöt kaupungin sisältä
- Perustetaan poikkihallinnollinen työryhmä
- Käynnistetään säännöllinen vuoropuhelu keskeisten toimijoiden kanssa
- Kootaan aineisto biomassavirroista, sivuvirroista ja nykyisestä infrastruktuurista

## 3-6 kk

Investointiviestin ja kohteiden paketointi

- Määritellään ensivaiheen kehityspolku resurssien tunnistukseen ja keräykseen kohti biokaasu- ja biohiili-investointeja
- Valitaan ja kuvataan 1-2 konkreettista pilotointikohdetta
- Laaditaan tiivis "Bio- ja kiertotalouden investointiesite"
- Käynnistetään kohdistettu markkinointi ja yrityskeskustelut

## 6-12 kk

Aktiivinen investointien houkuttelu

- Tarjotaan sijoittujalle ennakoivaa sijoitusparrausta
- Syvennetään keskusteluja kiinnostuneiden toimijoiden kanssa
- Luodaan edellytykset ensimmäisten biokaasu- tai biohiilipilottien suunnittelulle
- Profiloidaan Savonlinna bio- ja kiertotalouden ympäristönä

Kaupunki rakentaa valmiudet vastata bio- ja kiertotaloustoimijoiden sijoittumiskyselyihin ja toimii aktiivisesti hankkeiden mahdollistajana

**Tavoitteena on yhden biokaasu- tai biohiilipilotin käynnistyminen**, jonka kautta syntyy referenssi, käytännön osaamista ja pohja laajemmalle biojalostuksen kehitykselle.



**Keskeinen mittari:**  
1 pilottihanke liikkeelle



# Johtopäätökset ja suositukset



# Toimenpiteet viedään käytäntöön kaupungin sisäisen vastuunjaon kautta

Toimeenpano nojaa kaupungin ydintoimintojen yhteistyöhön



# Pilottien jälkeen toimeenpano siirtyy jatkuvaan kehittämiseen ja selkeään vastuunjakoon



## Arvoketjun vastuhenkilö

- Ylläpitää kokonaiskuvaa valituista arvoketjuista, kehityspoluista ja hanketilanteesta
- Kutsuu koolle arvoketjujen työryhmän ja koordinoi yhteistyötä keskeisten toimijoiden kanssa
- Toimii yhteyspisteenä valtakunnallisiin toimijoihin (esim. Fingrid, viranomaiset ja verkonhaltijat)
- Valmistelelee tiekartan vuosittaisen päivityksen



**Tavoitetaso:** 1–2 uutta hanketta / 2–3 vuotta



## Kaupungin johto

- Edistää kaupungin asemaa puhtaan siirtymän investointikohteena
- Vie alueen kehitystarpeita valtakunnalliseen keskusteluun
- Tukee infrastruktuurin kehitystä edunvalvonnan kautta
- Varmistaa resurssit koordinaatiolle ja hankekehitykselle



**Vaikutus:** Savonlinna mukana kansallisissa investointi- ja kehityskokonaisuuksissa

Strateginen ohjaus

Operatiivinen toimeenpano



## Tekninen toimi

- Ylläpitää ajantasaista tilannekuvaa sähkö-, energia-, vesi- ja logistiikkainfran kapasiteetista
- Osallistuu hankkeiden ennakkoneuvontaan ja liityntäedellytysten arviointiin
- Tukee energian ja resurssien tehokasta hyödyntämistä (esim. hukkalämpö, sivuvirrat)
- Yhteensovittaa arvoketjujen tarpeet muun infrakehityksen kanssa



**Periaate:** Ennakoiva ja sujuva luvitus- ja liityntäprosessi



## Elinkeino ja yrityspalvelut

- Ylläpitää ajantasaista tilannekuvaa sähkö-, energia-, vesi- ja logistiikkainfran kapasiteetista
- Osallistuu hankkeiden ennakkoneuvontaan ja liityntäedellytysten arviointiin
- Tukee energian ja resurssien tehokasta hyödyntämistä (esim. hukkalämpö, sivuvirrat)
- Yhteensovittaa arvoketjujen tarpeet muun infrakehityksen kanssa



**Tavoitetaso:** Uudet sijoittumiskeskustelut / vuosi



## Kaavoitus ja maankäyttö

- Ylläpitää valmiutta puhtaan siirtymän hankkeille soveltuvien alueiden osalta
- Varmistaa kaavavarannon ja sijoittumismahdollisuuksien riittävyyden
- Määrittelee sijoittumisen periaatteet ja yhteensovittaa ne muun maankäytön kanssa
- Huomioi ympäristövaikutukset, logistiikan ja teollisuuden tarpeet



**Tavoite:** Sijoittumiskyselyihin voidaan vastata ilman merkittäviä kaavamuutoksia

# Eri arvoketjut tuottavat erilaisia aluetaloudellisia vaikutuksia

 Vetytalous

 Aurinkosähkö

 Bio- ja kiertotalous\*\*

<b>Investointi (Suuruusluokka)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ~2 M€/MW</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 600 k€/MWp</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3-5 M€/MW</li> </ul>
<b>Työllistyvyys: Rakentaminen ja suunnittelu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3-4 htv/MW<sup>47 48</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 htv/MWp<sup>45 46</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 9-14 htv/MW<sup>49 50</sup></li> </ul>
<b>Työllistyvyys: Operointi ja purku</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 15 htv/MW* (elinkaaren aikana)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt;1 htv/MWp (elinkaaren aikana)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 htv/MW<sup>49 50</sup></li> </ul>
<b>Aluetaloudellinen vaikutus</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rakentaminen ja kuljetukset, yhteisövero; rajallinen operointitarve</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rakentaminen, maanvuokrat ja kiinteistöverot; rajallinen pysyvä työllisyys</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rakentaminen, kuljetukset</li> <li>• Biomassan keräys ja käsittely: pysyvä operointi</li> </ul>
<b>Toteutettavuus</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riippuvainen markkinasta, investoijista ja sähköverkosta.</li> <li>• Kehittyvä – Korkea epävarmuus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hyvä toteutettavuus nykyisellä kapasiteetilla</li> <li>• Kypsä teknologia – Verkko rajoittaa kasvua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riippuvainen raaka-aineen saatavuudesta ja logistiikasta</li> <li>• Kannattavuus sidoksissa energian ja lopputuotteen hintaan</li> </ul>
<b>Huoltovarmuus</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Varastoitava energia, lisää joustoa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lisää sähköntuotannon omavaraisuutta, sääriippuvuus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paikalliset biomassat ja sivuvirrat, vähentää tuontiriippuvuutta</li> </ul>

\*) Sisältää vedyn kuljetukset \*\*) Tarkasteltu biokaasulaitoksia, sillä energiantuotanto on biohiilellä toissijaista

# Eri ratkaisut täydentävät toisiaan – eivät kilpaile keskenään



## Arvoketjujen roolit eroavat selvästi investointien, työllisyyden ja toteutettavuuden näkökulmasta

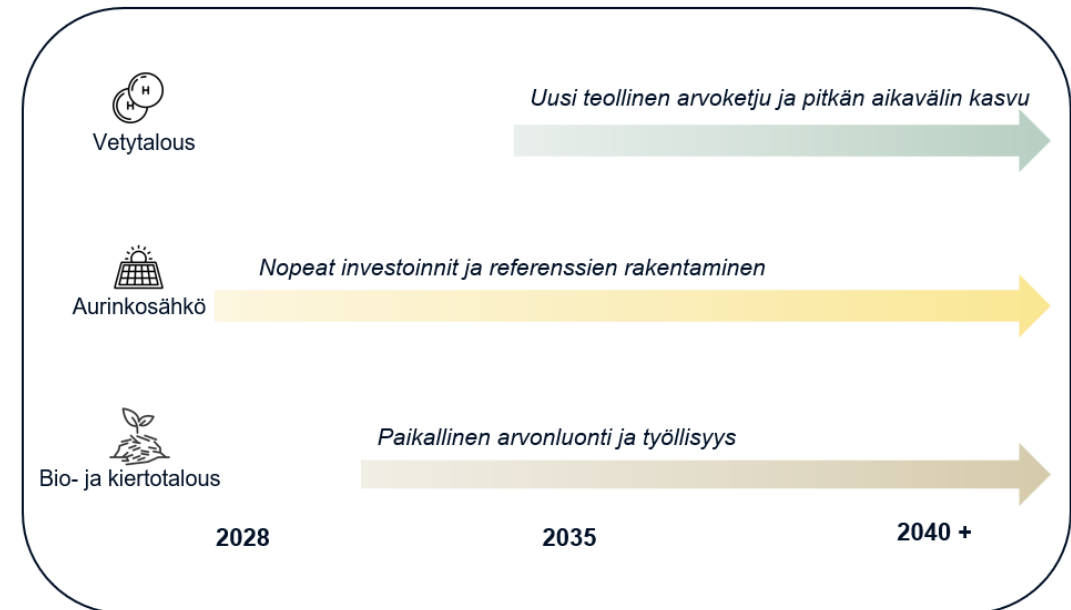
- **Aurinkosähkö** mahdollistaa nopeita ja suhteellisen matalan kynnyksen investointeja, mutta pysyvät aluetalousvaikutukset jäävät rajallisiksi
- **Bio- ja kiertotalous** tuottaa merkittävimmät paikalliset työllisyys- ja arvonnisävaikutukset, mutta edellyttää toimivaa raaka-aine- ja logistiikkaketjua
- **Vetytalous** tarjoaa pitkän aikavälin kasvupotentiaalia, mutta toteutuminen edellyttää markkinan, infrastruktuurin ja investointien kehittymistä



## Arvoketjut täydentävät toisiaan – Roolit ja aikajänteet visualisoitu kuvassa

- Aurinkovoiman ja verkkoliityntöjen kehittäminen vahvistaa sähköverkkoa ja parantaa edellytyksiä vetytalouden investoinneille.
- Bio- ja kiertotalous tuottaa CO<sub>2</sub>:ta, joka mahdollistaa vedyn jatkojalostuksen ja korkeamman paikallisen jalostusasteen.
- Sähköverkon kehittäminen hyödyttää kaikkia polkuja.

## Arvoketjut sijoittuvat eri aikajänteille ja rooleihin aluekehityksessä





# Yhteenveto, johtopäätökset ja suositukset



Savonlinnalla on **hyvät edellytykset edistää puhdasta siirtymää**, mutta kehitys edellyttää suunnitelmallista ja vaiheittaista etenemistä. Tavoitteellisella kehittämisellä Savonlinna voi asemoitua merkittäväksi toimijaksi puhtaan siirtymän investoinneissa ja rakentaa uutta kestäväää kasvua alueelle.



Tarkastellut arvoketjut (aurinkosähkö, bio- ja kiertotalous, vetytalous) muodostavat **toisiaan täydentävän kokonaisuuden**, jossa:

- aurinkosähkö mahdollistaa nopean käynnistyksen
- bio- ja kiertotalous tuottaa paikallista arvonlisää
- vetytalous luo pitkän aikavälin kasvupotentiaalin



Kehityksen keskeisimmät reunaehdot liittyvät **sähköverkon kapasiteettiin, infrastruktuuriin ja kaavoitukseen**, jotka määrittävät investointien toteutettavuutta



Arvoketjuja voidaan edistää rinnakkain, mikä mahdollistaa **joustavan etenemisen ilman yksittäisten hankkeiden kriittistä riippuvuutta toisistaan**

## Suosituks

Savonlinnan puhtaan siirtymän kehittämisessä keskeiseksi nousee infrastruktuurin ja maankäytön rooli investointien mahdollistajana. Fimpec suosittelee, että kehittämistoimenpiteissä painotetaan erityisesti sähköverkon kapasiteetin lisäämistä koko Itä-Suomen alueella sekä kaavoituksen ennakoivaa kehittämistä, jotta hankkeille voidaan tarjota toteuttamiskelpoisia sijoittumispaikkoja.

Kehitystyössä on tarkoituksenmukaista edetä rinnakkaisilla kehityspoluilla, joissa lyhyen aikavälin toimenpiteet tukevat pidemmän aikavälin tavoitteita. Fimpec suosittelee, että nopeasti toteutettavia hankkeita hyödynnetään investointien käynnistämiseksi, samalla kun luodaan edellytyksiä bio- ja kiertotalouden sekä vetytalouden pitkäjänteiselle kehitymiselle.

Kaupungin rooli korostuu yhteistyön mahdollistajana ja koordinoijana. Fimpec suosittelee aktiivista vuoropuhelua keskeisten toimijoiden kanssa sekä markkina- ja regulaatiokehityksen seurantaan, jotta tiekarttaa voidaan tarvittaessa päivittää ja kehitystä ohjata systemaattisesti.



# Lähteet



# Lähdeluettelo

1. Etelä-Savon maakuntaliitto (2023). Elinkeinorakenne 2023. Saatavilla: [https://www.esavo.fi/resources/public//Tietoa-Etela-Savosta/Tilastot/Ty%C3%B6llisyys/elinkeinorakenne\\_2023.pdf](https://www.esavo.fi/resources/public//Tietoa-Etela-Savosta/Tilastot/Ty%C3%B6llisyys/elinkeinorakenne_2023.pdf)
2. Teknologiapuisto Noheva (2025). *Osaamisen kohtaustapaikka Savonlinnassa*. Savonlinnan Yritystilat Oy. Saatavilla: [Teknologiapuisto Noheva](#)
3. Savonlinnan kaupunki (2024). *Opiskelija – Xamk ja Samiedu Savonlinnassa*. Saatavilla: [Opiskelija – Savonlinna](#)
4. Energiakonsultointi Karjalainen (2025). *Itä-Suomen energiatilasto 2024*. Kainuun liitto, Etelä-Karjalan liitto, Etelä-Savon maakuntaliitto, Pohjois-Karjalan maakuntaliitto ja Pohjois-Savon liitto. Saatavilla: *Itä-Suomen energiatilasto 2024 julkaistu – Uusiutuvan energian osuus nousut 73 prosenttiin Kainuussa - Kainuun liitto*
5. Energiateollisuus ry. *Sähkön tuotanto ja -käyttö*. Saatavilla: <https://energia.fi/tilastot/sahkotilastot/sahkontuotanto-ja-kaytto/>
6. Järvi-Suomen Energia (2024). *Järvi-Suomen Energian ja kantaverkkoyhtiö Fingridin hankkeet Savonlinnassa parantavat sähkön toimitusvarmuutta ja vahvistavat siirtokapasiteettia*. STT Info -tiedote. Saatavilla: [Järvi-Suomen Energian ja kantaverkkoyhtiö Fingridin hankkeet Savonlinnassa parantavat sähkön toimitusvarmuutta ja vahvistavat siirtokapasiteettia | Järvi-Suomen Energia](#)
7. Lempeä Lämpö Oy (2025). *Yritys – Suur-Savon Sähkön kaukolämpöratkaisut Järvi-Suomessa*. Saatavilla: [Yritys](#)
8. Itä-Savon Lähienergia Oy (2025). *Kaukolämpöä Savonlinnan alueella*. Metsästä Lämmöksi -liiketoimintamalli. Saatavilla: [Kaukolämpöä Savonlinnan alueella | Itä-Savon Lähienergia Oy](#)
9. Metsäenergia Meter Oy, Itä-Savon Lähienergia Oy & Kangaslämpö Oy (2025). *From Forest to Heat – Local heat generation in the Savonlinna region*. Saatavilla: [In English | Metsäenergia Meter Oy | Itä-Savon Lähienergia Oy | Kangaslämpö Oy | Savonlinna](#)
10. Väylävirasto (2024). *Valtatie 14 Juva–Parikkala kehittämisselvitys*. Helsinki: Väylävirasto. Saatavilla: [Valtatie 14 Juva-Parikkala kehittämisselvitys - Väylävirasto](#)



# Lähdeluettelo

11. Savonlinnan kaupunki (2025). *Raideliikenneselvitys on valmistunut: Pieksämäki–Savonlinna-ratayhteyden palauttaminen parantaisi raideliikenteen toimintavarmuutta*. Saatavilla: [Raideliikenneselvitys on valmistunut: Pieksämäki-Savonlinna-ratayhteyden palauttaminen parantaisi raideliikenteen toimintavarmuutta – Savonlinna](#)
12. Lentoposti.fi (2025). *BASe Airlines Ltd voitti lentoliikenteen kilpailutuksen Savonlinna–Helsinki -reitillä vuoteen 2028 saakka*. Saatavilla: <https://www.lentoposti.fi/uutiset/base-airlines-ltd-voitti-lentoliikenteen-kilpailutuksen-savonlinna-helsinki-reitill-vuoteen-2028>.
13. Yle (2026). *Savonlinnaan ei lennetä tänä kesänä ulkomailta – osa turisteista pelkää maailmantilannetta, usko matkailupomo*. Saatavilla: [Savonlinnaan ei lennetä tänä kesänä ulkomailta – osa turisteista pelkää maailmantilannetta, usko matkailupomo | Etelä-Savo | Yle](#)
14. ePressi (2025). *Maakuntalentojen matkustajamäärät pysyneet vakaana vuonna 2024*. Saatavilla: [Maakuntalentojen matkustajamäärät pysyneet vakaana vuonna 2024 – ePressi](#)
15. Kartta-aineisto:
  - Rataverkko: Väylävirasto / latauspalvelu / rataverkko, lisenssi CC 4.0 BY
  - Tiestö: Väylävirasto. Tiesoitverkko-aineisto ladattu Väyläviraston lataus- ja katselupalvelusta 12.5.2025 lisenssillä CC 4.0 BY
  - Hydrografia: Maanmittauslaitos. Hydrografia-aineisto ladattu Maanmittauslaitoksen Karttapaiikka-palvelusta 12.5.2025 lisenssillä CC 4.0 BY
  - Kuntarajat: Maanmittauslaitos. Suomen hallinnolliset kuntajakopohjaiset aluejaot 2025 10k -aineisto ladattu Maanmittauslaitoksen Karttapaiikka-palvelusta 12.5.2025 lisenssillä CC 4.0 BY
  - Taustakartta: Maanmittauslaitos / latauspalvelu / taustakartta, lisenssi CC 4.0 BY
16. Työ- ja elinkeinoministeriö (2025). *Lausuntoyhteenvedo energia- ja ilmastostrategian luonnoksesta julkaistu*. Saatavilla: [Lausuntoyhteenvedo energia- ja ilmastostrategian luonnoksesta julkaistu - Työ- ja elinkeinoministeriö](#)
17. Valtioneuvosto (2025). *Hallituksen puoliväliriihen päätökset*. Helsinki: Valtioneuvoston kanslia. Saatavilla: [Etusivu – Valtioneuvosto](#)
18. Suomen Vetylaakso ry (2025). *Etusivu – Vetytalouden edistäminen Itä-Suomessa*. Saatavilla: <https://suomenvetylaakso.fi>.
19. Etelä-Savon maakuntaliitto (2022). *Etelä-Savon maakuntastrategia*. Saatavilla: [Maakuntastrategia - Etelä-Savon Maakuntaliitto](#)
20. Etelä-Savon maakuntaliitto (2023). *Etelä-Savon ilmastotiekartta*. Saatavilla: [Etelä-Savon ilmastotiekartta 2023-2035](#)



# Lähdeluettelo

21. Destia Oy (2024). *Destia toteuttaa Fingridille kolme sähköasemaurakkaa – Olavinlinnan uusi 110 kV:n kaasueristeinen sähköasema Savonlinnassa*. Saatavilla: [Destia toteuttaa Fingridille kolme sähköasemaurakkaa – Destia](#)
22. Fingrid Oyj (2025). *Järvilinjan vahvistaminen – uusi 400+110 kV voimajohto Vaala–Joroinen*. Saatavilla: <https://www.fingrid.fi/kantaverkko/rakentaminen/hankkeet/jarvilinjan-vahvistaminen>.
23. Järvi-Suomen Energia Oy (2025). *Sähköverkon kehittäminen ja investoinnit*. Suur-Savon Sähkö -konserni. Saatavilla: [Sähkönjakelua Järvi-Suomen alueella | Järvi-Suomen Energia](#)
24. Väylävirasto (2025). *Etusivu – Tie- ja rataverkon kehittäminen*. Helsinki: Väylävirasto. Saatavilla: [Väylävirasto – Väylävirasto](#)
25. Wikipedia (2024). *Suomen rautatieverkko – raideleveys 1524 mm*. Saatavilla: [Suomen rautatieliikenne – Wikipedia](#)
26. Suomen Kuntaliitto (2024). *Vihreä siirtymä kunnissa – kuntien rooli ilmastotyössä*. Helsinki: Kuntaliitto. Saatavilla: [Kuntaliitto.fi](#)
27. Kotkan kaupunki (2021). *Vetovoima- ja yrittäjyysohjelma*. Saatavilla: [PowerPoint-esitys](#)
28. Euroopan komissio (2019). *The European Green Deal*.
29. Euroopan komissio (2021). *Fit for 55 package*.
30. Euroopan komissio (2022). *REPowerEU Plan*.



# Lähdeluettelo

31. Euroopan komissio (2020). *A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe*.
32. Työ- ja elinkeinoministeriö (2023). *Periaatepäätös vedystä*. Saatavissa: [Hallitus hyväksyi periaatepäätöksen vedystä - Suomella edellytykset valmistaa 10 prosenttia EU:n vihreästä vedystä 2030 - Valtioneuvosto](#)
33. Fingrid (2025). Verkkokiikari. Saatavilla: [Tarkastele liityntämahdollisuuksia Verkkokiikarissa – Fingrid](#)
34. Valtioneuvosto (2025). Pääministeri Petteri Orpon puhe Itä-Suomi-foorumissa 14.11.2025. Saatavilla: <https://valtioneuvosto.fi/-/paaministeri-petteri-orpon-puhe-ita-suomi-foorumissa-14.11.2025>
35. Valtioneuvosto (2025). Lakimuutos puhtaan energian investointien edistämiseksi ja sähköverkkojen kehittämiseksi hyväksytty. Saatavilla: [https://valtioneuvosto.fi/en/-/1410877/lakimuutos-puhtaan-energian-investointien-edistamiseksi-ja-sahkoverkkojen-kehittamiseksi-hyvaksytty-1?languageId=fi\\_FI](https://valtioneuvosto.fi/en/-/1410877/lakimuutos-puhtaan-energian-investointien-edistamiseksi-ja-sahkoverkkojen-kehittamiseksi-hyvaksytty-1?languageId=fi_FI)
36. Bioenergiary & VTT (2024). *CO<sub>2</sub> logistics in Finland – Public summary report*. Saatavilla: [https://www.bioenergia.fi/wp-content/uploads/2024/10/PUBLIC-SUMMARY-REPORT-CO2-LOGISTICS\\_Bioenergiary-VTT-04-10-2024.pdf](https://www.bioenergia.fi/wp-content/uploads/2024/10/PUBLIC-SUMMARY-REPORT-CO2-LOGISTICS_Bioenergiary-VTT-04-10-2024.pdf)
37. Savonlinnan kaupunki (2025). Talousveden tuotanto. Saatavilla: <https://www.savonlinna.fi/asukas/asuminen-ja-ymparisto/vesihuolto/talousveden-tuotanto/>
38. H2 Cluster (2023). Vetytalouden tiekartta Suomelle: Euroopan kilpailukykyisin vetytalous. Saatavissa: [Vetytalouden-tiekartta.pdf](#)
39. Etelä-Savon maakuntaliitto & FCG Finnish Consulting Group. 2023. *Etelä-Savon aurinkoenergiaselvitys*. Mikkeli: Etelä-Savon maakuntaliitto. Saatavissa: [Etelä-Savon aurinkoenergiaselvitys](#)
40. Etelä-Savon maakuntaliitto. 2025. *Etelä-Savon energijärjestelmän nykytila – esiselvitys maakunnan energiatilanteesta*. Mikkeli: Etelä-Savon maakuntaliitto. Saatavissa: [Etelä-Savon energijärjestelmän nykytilaraportti](#)



# Lähdeluettelo

41. Etelä-Savon maakuntaliitto (2025). Esiselvitys maakunnan energiatilanteesta. Saatavilla: [https://www.esavo.fi/resources/public/Tietoa-Etela-Savosta/Julkaisut/julkaisut2025/esiselvitys-maakunnan-energiatilanteesta\\_lopullinen.pdf](https://www.esavo.fi/resources/public/Tietoa-Etela-Savosta/Julkaisut/julkaisut2025/esiselvitys-maakunnan-energiatilanteesta_lopullinen.pdf)
42. Turunen, R. (2024). Biokaasun tuotantomahdollisuudet Savonlinnassa. Opinnäytetyö. Saatavilla: [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/893370/Turunen\\_Riikka.pdf?sequence=2https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/167651/Biosavun%20loppujulkaisu.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/893370/Turunen_Riikka.pdf?sequence=2https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/167651/Biosavun%20loppujulkaisu.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
43. LUT-yliopisto (2023). Biosavu – loppujulkaisu. Saatavilla: <https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/167651/Biosavun%20loppujulkaisu.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
44. Bioenergia (2024). Bioenergy Sector Report on Low-Carbon Roadmaps – Key Messages and Summary. Saatavissa: [Bioenergy-Sector-Report-on-Low-Carbon-Roadmaps-key-messages-and-summary-2024.pdf](#)
45. Natural Resources Defense Council (NRDC) (2017). Greening India’s Workforce. Saatavilla: [greening-india-workforce.pdf](#)
46. MDPI (2022). WindandSolar Power Plant End-of-Life Equipment: Prospects for Management in Ukraine. Energies. Saatavilla: <https://www.mdpi.com/1996-1073/15/5/1662/pdf>
47. Rhodium Group (RHG) (2023). Clean Hydrogen Workforce Development. Saatavilla: <https://rhg.com/research/cleanhydrogen-workforce-development/>
48. National Association of State Energy Officials (NASEO) (2022). Emerging Clean Hydrogen Workforce. Saatavilla: [https://www.naseo.org/Data/Sites/1/documents/tknews/naseo\\_emerging-cleanhydrogen-workforce\\_final.pdf](https://www.naseo.org/Data/Sites/1/documents/tknews/naseo_emerging-cleanhydrogen-workforce_final.pdf)
49. Honkainfra Oy / Macon Oy (2025) *Puolangan biokaasulaitoksen YVA-selostus*. Ympäristövaikutusten arviointiselostus, 16.12.2025. Oulu: Macon Oy. Saatavilla: <https://www.ymparisto.fi/sites/default/files/documents/Puolangan%20biokaasulaitoksen%20YVA-selostus.pdf>
50. Nivalan Biokaasu (2024) *What are the employment effects of the project?* Saatavilla: <https://www.nivalanbiokaasu.fi/en/faq-items/what-are-the-employment-effects-of-the-project/>