



kiertotalouden
green deal

Kiertotalous energiamurroksen vauhdittajana – seminaari

22.10.2026
klo 9.30–12.30

**Lämpimästi
tervetuloa
mukaan!**

Ohjelma 22.10.2026



klo 9.30 Kahvitus

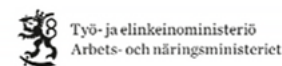
klo 10.00 Tilaisuuden avaus, **Paula Eskola**, johtava asiantuntija, Motiva

klo 10.05 Kiertotalous osana puhdasta siirtymää, **Sari Tasa**, erityisasiantuntija, työ- ja elinkeinoministeriö

klo 10.25 Energia-ala kiertotalouden mahdollistajana, **Pirjo Jantunen**, toimitusjohtaja, Tyrsky Consulting

klo 10.45 Sivuvirroista ja jätteistä lämpövarastoiksi (RESINA-hanke), **Ilkka Aaltio**, toimitusjohtaja, Green Net Finland

klo 11.05 Akkujen kierrätys ja niiden rooli kriittisten raaka-aineiden kierrossa, **Juha Kokko**, kaupallinen johtaja, Fortum Battery Recycling



Ohjelma 22.10.2026



klo 11.25 Paneelikeskustelu: Kiertotalous energiamurroksen vauhdittajana – miten ratkaisut skaalataan käyttöön? Panelisteina: **Sari Tasa, Pirjo Jantunen, Ilkka Aaltio** ja **Juha Kokko**, moderaattorina **Paula Eskola**

klo 12.10 Tuuli- ja aurinkovoimaloiden kierrätys nyt ja näkymiä tulevaisuuteen, **Heidi Paalatie**, operatiivinen johtaja, Suomen uusiutuvat

klo 12.25 Yhteenvedo ja loppusanat, **Paula Eskola**, Motiva

klo 12.30 Tilaisuus päättyy

Toimintatavat



Voitte esittää kysymyksiä ja kommentteja kunkin puheenvuoron jälkeen.



Tilaisuuden esitysmateriaalit jaetaan tilaisuuden jälkeen. Laitamme sähköpostia, kun esitykset ovat KiSun tapahtuma-aineistosivuilla.

Kiertotalous osana puhdasta siirtymää

Sari Tasa, erityisasiantuntija, työ- ja elinkeinoministeriö

Kiertotalous osana puhdasta siirtymää

Kiertotalous energiamurroksen vauhdittajana

Tampereen Energiamesut 22.10.2026

Sari Tasa



Työ- ja elinkeinoministeriö
Arbets- och näringsministeriet

Puhdas siirtymä on energia- ja materiaalsiirtymä



- **Uusi energiajärjestelmä ja sen edellyttämä infrastruktuurin uudistaminen lisäävät materiaalien ja komponenttien tarvetta.** Kriittisten raaka-aineiden lisäksi tarvitaan suuria määriä muitakin metalleja, mineraaleja, rakennusmateriaaleja ja biopohjaisia raaka-aineita.
- **Kaikkea kasvavaa materiaalitarvetta ei voida kattaa kierrätysmateriaaleilla.** Kiertotalouden rinnalla tarvitaan myös vastuullisesti ja kestävästi tuotettuja primääriraaka-aineita.
- **Materiaalien ominaisuuksille asetettavat vaatimukset muuttuvat.** Uudenlaisten energiaratkaisujen ja rakenteiden on oltava pitkäikäisiä, resurssitehokkaita, korjattavia ja kierrätettäviä sekä kestävä muuttuvan ilmaston olosuhteita.
- **Materiaalien ja komponenttien saatavuudesta on tullut kilpailukyky-, turvallisuus- ja resilienssikysymys.** Ratkaisevaa ei ole vain raaka-aineiden saatavuus, vaan myös tarvittava jalostus-, valmistus-, huolto- ja kierrätyskyky.

Puhdasta energiajärjestelmää ei voida rakentaa lineaarisella materiaalitaloudella.

Energiamurros ja kiertotalous vauhdittavat toisiaan



Puhdas ja kilpailukykyinen energia mahdollistaa kiertotaloutta

- Talteenotto, lajittelu, puhdistus ja jalostus tarvitsevat energiaa. Energian hinta, saatavuus ja päästövaikutus vaikuttavat ratkaisujen kilpailukykyyn.
- Teollisten prosessien sähköistyminen mahdollistaa uusia vähäpäästöisiä tuotanto- ja kierrätysratkaisuja.
- Sähkö- ja lämpövarastot, kysyntäjousto ja hukkalämmön hyödyntäminen yhdistävät energia- ja teollisuusjärjestelmiä.

Kiertotalous tukee energiamurrosta

- Tuotteiden, komponenttien ja materiaalien arvon säilyttäminen vähentää uuden tuotannon ja raaka-aineiden tarvetta.
- Energiainfrastruktuurin materiaalien talteenotto ja palauttaminen käyttöön vahvistavat materiaalien saatavuutta ja arvoketjujen resilienssiä.
- Hukka- ja ylijäämälämpöä, teollisia sivuvirtoja ja talteen otettua hiiltä voidaan hyödyntää uusissa tuotteissa, prosesseissa ja energiaratkaisuissa.

Energiamurros luo kiertotaloudelle uusia mahdollisuuksia, ja kiertotalous vahvistaa energiajärjestelmän resurssitehokkuutta, kilpailukykyä ja häiriönkestävyyttä.

Kiertotalous vahvistaa puhtaan siirtymän resilienssiä



Monipuolisemmat materiaalilähteet vähentävät riippuvuuksia

- Neitseellisten raaka-aineiden rinnalle tarvitaan kierrätettyjä, uusiutuvia ja korvaavia materiaaleja.
- Tuotteet, komponentit ja rakenteet muodostavat uudelleen hyödynnettävän materiaalivarannon.
- Vaihtoehtoiset materiaalilähteet hajauttavat toimitusketjuriskejä.

Teolliset kyvykkyydet tekevät vaihtoehtoista käyttökelpoisia

- Materiaalien saatavuus ei yksin riitä. Tarvitaan talteenotto-, käsittely-, jalostus-, korjaus- ja uudelleenvalmistuskykyä.
- Myös kyky valmistaa, huoltaa ja korvata komponentteja vahvistaa resilienssiä.
- Kotimainen ja eurooppalainen osaaminen ja tuotantokyky vahvistavat reagointi- ja sopeutumiskykyä.

Ekosysteemit tekevät resilienssistä käytännöllistä

- Yritysten välinen yhteistyö yhdistää materiaalivirrat, energian, infrastruktuurin, tiedon ja osaamisen.
- Teollisuuspuistot ja alueelliset ekosysteemit mahdollistavat yhteisen infrastruktuurin ja teolliset symbioosit.
- Pitkäjänteiset kotimaiset ja kansainväliset kumppanuudet täydentävät omia teollisia kyvykkyyksiä.

Resilienssi ei tarkoita omavaraisuutta tai eristäytymistä, vaan ennakointia, vaihtoehtoisia materiaalilähteitä, teollista toimintakykyä ja luotettavia kumppanuuksia.

Huoltovarmuuspelejä-hanke Pirkanmaalla www.huoltovarmuuspeleja.fi.

Kiertotalouden Green Deal KGD tekee tarvittavat muutokset näkyväksi



Tutkimustieto suuntaa toimintaa

- Tutkimustieto ja sidosryhmätyö osoittivat luonnonvarojen käytön ja ympäristövaikutusten keskeiset muutosalueet.
- Tavoitteena on edistää luonnonvarojen kestäväää käyttöä sekä vähähiilistä kiertotaloutta vuoteen 2035 mennessä.
- Huomio kohdistuu yksittäisten tekojen lisäksi laajempaan systeemiseen muutokseen.

Sitoumukset kokoavat tavoitteet, toimet ja tekijät

- Yritykset, toimialajärjestöt, kunnat ja maakunnat valitsevat toimintaansa soveltuvat tavoitteet.
- Sitoumuksissa määritellään konkreettiset toimet, vastuut ja mittarit.
- Tarvittaville muutoksille tehdään näkyviksi tekijät, kumppanit ja yhteistyötarpeet.

Seuranta tukee oppimista ja vaikuttavuutta

- Toimien etenemistä ja vaikutuksia seurataan.
- Kokemukset auttavat tunnistamaan toimivia ratkaisuja ja niiden levittämisen edellytyksiä.
- Samalla saadaan tietoa yhteistyön ja muun politiikkaohjauksen tarpeista.

Kiertotalouden Green Deal suuntaa vapaaehtoiset sitoumukset keskeisiin muutoksiin ja tekee näkyviksi tarvittavat toimet, tekijät ja yhteistyötarpeet.

Kiertotalousratkaisu tarvitsee toimivan arvoketjun



Materiaalin polku: Tunnistaminen → Talteenotto → Käsittely → Laadunvarmistus → Jalostus →
Teollinen käyttö

Kolme edellytystä

- Riittävä ja ennakoitava materiaalin määrä ja saatavuus
- Kilpailukykyiset materiaalin talteenotto, käsittely, logistiikka ja puhdas energia
- Käyttäjän vaatimukset täyttävä laatu, turvallisuus ja suorituskyky

Toimiva markkina tarvitsee

- tuottajat, käsittelijät ja teolliset käyttäjät osaksi samaa arvoverkkoa
- selkeät vastuut, sopimukset ja laatukriteerit
- ennakoitavan kysynnän ja taloudellisesti kestävä toimintamallin

Materiaalinen potentiaali muuttuu arvoksi vasta, kun koko arvoverkko toimii ja materiaalille on teollinen käyttäjä.

Kiertotalousratkaisujen toteuttamiselle erilaisia polkuja



Uuden ratkaisun kehittäminen ja skaalaaminen:

TKI → Pilotointi → Demonstraatio → Ensimmäinen teollinen toteutus → Markkina

- Teknologian toimivuus osoitetaan teollisessa ympäristössä
- Ensimmäisen toteutuksen teknologia-, investointi- ja markkinariskejä hallitaan
- Asiakkaat ja rahoittajat sitoutuvat ratkaisuun

Olemassa olevan toiminnan uudistaminen:

Nykytila → Muutostarve → Ratkaisun sovittaminen → Käyttöönotto → Jatkuva parantaminen

- Prosesseja, laitoksia ja infrastruktuuria kehitetään
- Materiaali-, energia- ja sivuvirtoja hyödynnetään tehokkaammin
- Tuotteita, palveluja ja toimintamalleja uudistetaan

Toteuttamisen yhteiset edellytykset

- Osaaminen sekä materiaalien, energian ja infrastruktuurin saatavuus
- Ennakoitava lupa- ja hyväksymisympäristö
- Taloudellinen toteuttamiskelpoisuus ja rahoitus
- Käyttäjien tarpeet, kysyntä ja yhteistyökumppanit

Kiertotalous etenee sekä uusia ratkaisuja skaalaamalla että olemassa olevia prosesseja, tuotteita ja toimintamalleja uudistamalla.

Puhdas siirtymä tarvitsee kiertotaloutta



- Puhdas siirtymä on myös materiaali- ja resurssisiirtymä.
- Kiertotalous vahvistaa materiaalien saatavuutta, teollista toimintakykyä ja resilienssiä.
- Ratkaisuja toteutetaan sekä uutta kehittämällä että olemassa olevaa uudistamalla.
- Toimivat arvoverkot yhdistävät materiaalit, energian, osaamisen ja käyttäjät.

Tavoitteena on vähentää erityisesti uusiutumattomien luonnonvarojen käyttöä, säilyttää materiaalien arvo ja vahvistaa Suomessa syntyvää osaamista ja arvonalisää.



Kiitos!

Energia-ala kiertotalouden mahdollistajana

Pirjo Jantunen, toimitusjohtaja, Tyrsky Consulting

Kiertotalous energia-alalla 2026 – Ympäristöpoolin selvitys

Kiertotalousseminaari 22.10.2026

Pirjo Jantunen
Tyrsky-Konsultointi Oy

Ympäristöpooli - tutkimusta energia-alan vastuullisuuden tueksi

- Ympäristöpooli on energia-alan yhteistyösopimus, joka käynnistää, rahoittaa ja koordinoi energia-alan ympäristö- ja vastuullisuustutkimusta
- Ympäristöpoolin tavoitteena on mm. lisätä alan yritysten tietoa ympäristö- ja vastuullisuusasioista sekä edistää eri tahojen yhteistyötä
- Ympäristöpoolin koordinointi tapahtuu Energiateollisuus ry:n kautta
- Lisätietoa:
 - Energiateollisuus ry:n sivuilta: <https://energia.fi/meista/tutkimus/ymparistopooli/>
 - Ympäristöpoolin koordinaattorilta: Marja Rankila, marja.rankila@energia.fi



Miltä näyttää kiertotalous energia-alalla nyt ja tulevaisuudessa?



Agenda

- 01** **Energiamurros kiertotalouden näkökulmasta**
- 02** **Energia-alan kiertotalouden kokonaiskuva**
- 03** **Energiateknologioiden kiertotalousstrategiat**
- 04** **Suositukset kiertotalouden edistämiseksi energia-alalla**



Tausta: Energiamurros

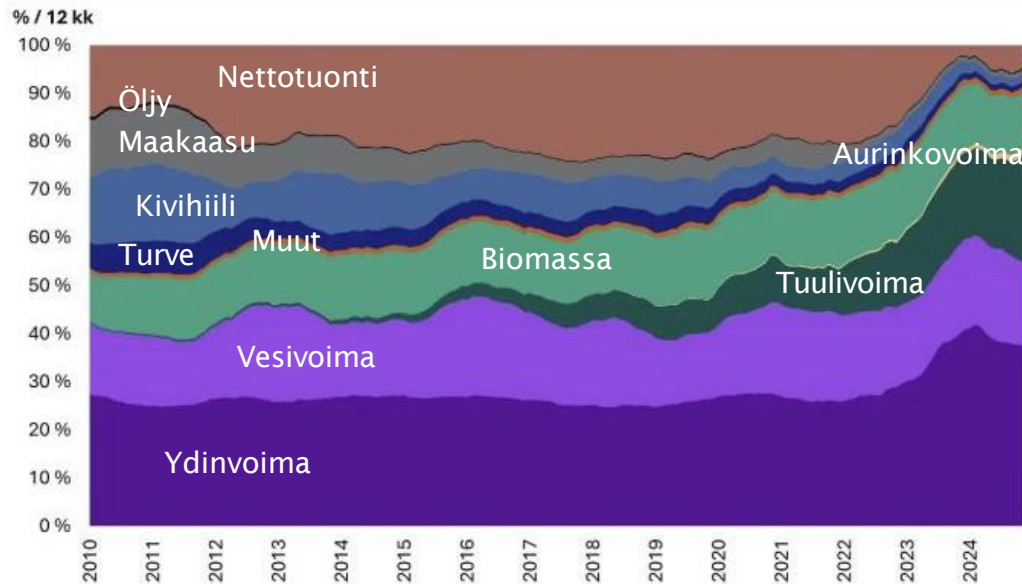


Energiamurros muuttaa materiaalien käyttöä

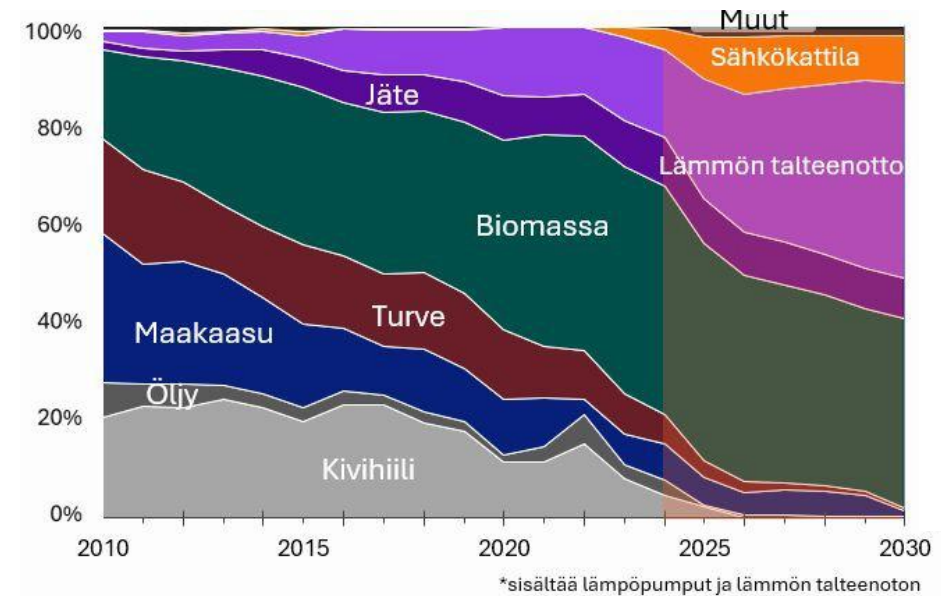


Suomen energiantuotanto on muuttunut nopeasti

Sähköntuotanto energianlähteittäin

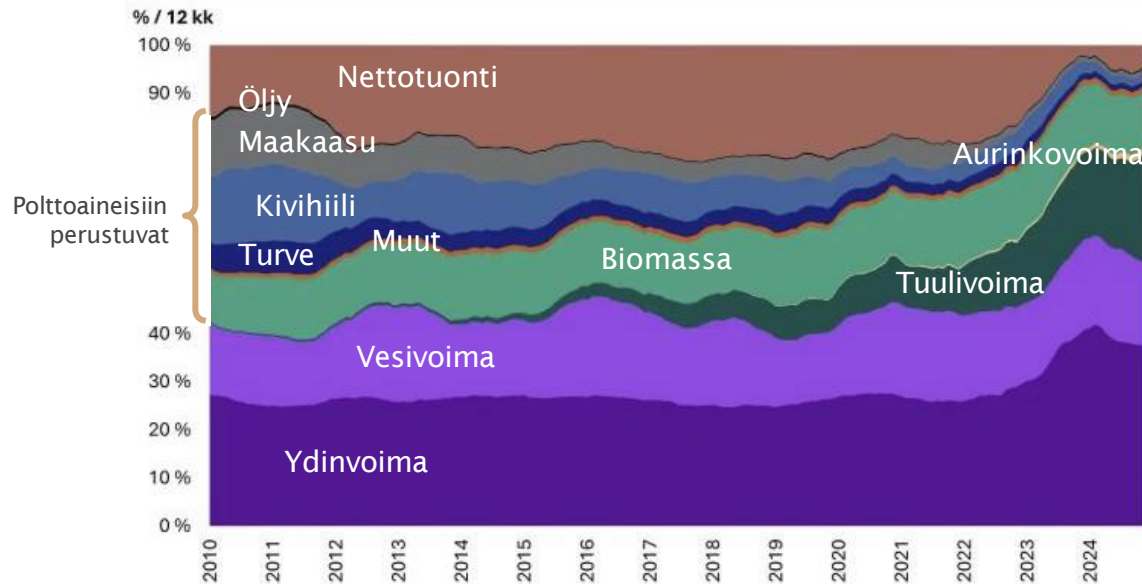


Kaukolämmön hankinta energianlähteittäin

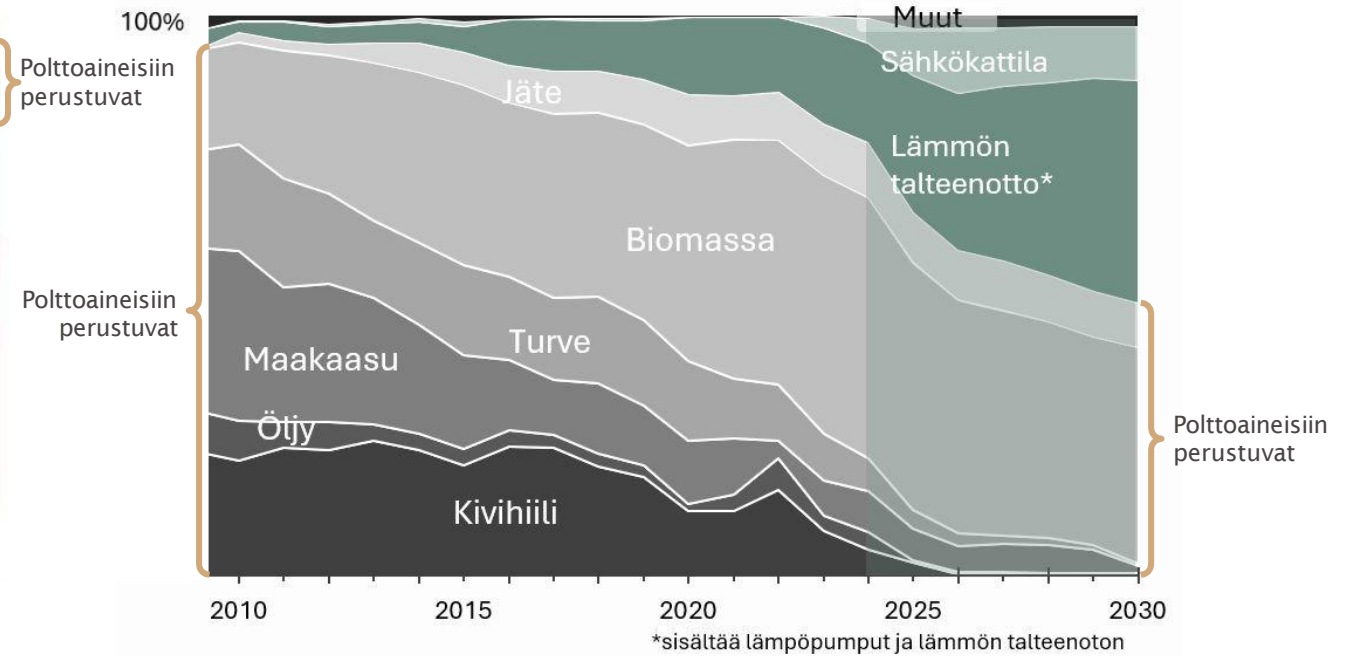


Polttoaineiden kulutuksesta on siirrytty materiaalien kulutukseen

Sähkön tuotanto energianlähteittäin



Kaukolämmön hankinta energianlähteittäin



Energiamurros muuttaa painopisteitä



Luonnonvarojen käyttö

Ennen: Polttoaineet, kuten kivihiili.

Nyt: Raaka-aineet, kuten teräs, kupari ja harvinaiset maametallit.



Ympäristövaikutukset

Ennen: Polttamisen päästöt.

Nyt: Raaka-aineiden hankinnasta ja jalostuksesta sekä maankäytöstä.



Jätteet ja sivutuotteet

Ennen: Tuhkat ja kuonat lannoitteeksi ja maanrakennukseen.

Nyt: Metallien kierrätys raaka-aineiksi; uudelleen-käytön kehittäminen.



Riippuvuudet

Ennen: Erityisesti Venäjältä tuotavat fossiiliset polttoaineet.

Nyt: Kiinasta louhittavat harvinaiset maametallit; pitkät toimitusketjut.



Energia-alan kiertotalouden kokonaiskuva



Kiertotalouden strategiat energia-alalla

I Strateginen suunnittelu

II. Elinkaaren pidentäminen

**III. Arvon palauttaminen
kiertoon**

IV. Molekyylien talteenotto



I Strateginen kiertotaloussuunnittelu

Minimoidaan resurssien tarve tehostamalla ja optimoimalla energian kulutusta, tuotantoa ja siirtoa sekä vähentämällä materiaalien kulutusta strategisilla suunnitteluratkaisuilla.

Tärkein vaihe, sillä suunnitteluvalinnat vaikuttavat koko elinkaaren ajan.

Optimoidaan

Suunnitellaan järjestelmä niin, että uutta tuotantokapasiteettia tarvitsee rakentaa mahdollisimman vähän.

Uudelleen- ajatellaan

Suunnitellaan korjattavaksi, uudelleenkäytettäväksi, kierrätettäväksi ja purettavaksi; modulaariseksi ja jaettavaksi.

Tehostetaan

Käytetään vähemmän (neitseellisiä) materiaaleja: kevennetään rakenteita, korvataan harvinaisia maametalleja, käytetään uusioraaka-aineita.



I Strateginen kiertotaloussuunnittelu: Optimoidaan, uudelleenajattelaan ja tehostetaan

Esimerkkejä ratkaisuihin

01

Energiatehokkuus

Asiakkaiden energiatehokkuuden kehittäminen.



02

Järjestelmäsuunnittelu

Kehitetään mm. joustoa ja varastointia, jotta tuotantokapasiteettia tarvitaan vähemmän.



03

Tuotesuunnittelu

Suunnitellaan laitoksista purettavia, korjattavia, kierrätettäviä ja uudelleenkäytettäviä.



04

Olemassa olevan hyötykäyttö

Esim. datakeskusten hukkalämpö, uusioraaka-aineet ja valmis infra.



II Elinkaaren pidentäminen

Pidetään tuotantolaitokset, verkot ja niiden osat käytössä mahdollisimman pitkään hyvällä hyötysuhteella huollon, kunnossapidon ja modernisoinnin avulla.

Alan investoinnit ovat massiivisia ja pitkäikäisiä, joten huollon ja kunnossapidon merkitys on valtava.

Uudelleen- käytetään

Käytetään laitoksia ja niiden osia uudelleen, esim. tuulivoimaloiden uudelleenpystytys tai purettujen komponenttien käyttö varaosina.

Huolletaan, korjataan ja kunnostetaan

Huolletaan ennakoiden ja optimoiden, jotta vältetään kriittiset vikaantumiset. Pidennetään laitoksen teknistä käyttöikää esim. modernisoinnilla.



II Elinkaaren pidentäminen: Uudellenkäytetään, huolletaan ja korjataan

Esimerkkejä ratkaisuihin

01

Elinkaaren pidentäminen

Huolto, kunnossapito ja modernisointi on energiayhtiöissä normaalia toimintaa. Teknologian kehitys mahdollistaa mm. kohdennetun kunnossapidon.

02

Uudelleenkäyttö

Elenialla ehjät alle 20-vuotiaat ja >30kVA muuntajat käytetään uuden verkon rakentamisessa. Vanhempia, hyväkuntoisia muuntajia voidaan käyttää mm. väliaikaisissa tai vähemmän kriittisissä kohteissa.



III Arvon palauttaminen kiertoon

Palautetaan tuotteet kiertoon mahdollisimman korkeassa arvossa.

Vaiheen rooli kasvaa kun yksittäisten laitosten ja komponenttien tarve moninkertaistuu, esim. aurinkopaneelit ja sähköakut.

Uudelleen- valmistetaan

Uudelleenvalmistetaan käytöstä poistetun tuotteen osista samaan tarkoitukseen sopiva uusi tuote.

Muunnetaan

Uudelleenkäytetään uudessa käyttötarkoituksessa.



III Arvon palauttaminen kiertoon: Uudelleenvalmistus ja muuntaminen

Esimerkkejä ratkaisusta

01

Sähköakkujen uudelleenvalmistus

Puretaan käytöstä poistettu akku akkukennoiksi tai -moduuleiksi ja valmistetaan osista uusia akkuja.



02

Muuntaminen

Reverlast valmistaa tuulivoimalan lavoista laitureiden osia ja kelluvan aurinkovoimalan pohjia.



03

Muuntaminen

Esse Elektro-Kraftin hankkeessa sähköauton akut muunnetaan kiinteäksi energiavarastoksi.



IV Molekyylien talteenotto

Kierrätetään materiaalit mahdollisimman korkeassa arvossa ja hyödynnetään energiana materiaalit, joita ei voi enää kierrättää.

Vähennetään neitseellisten raaka-aineiden hankinnan ympäristövaikutuksia palauttamalla materiaalit kiertoon.

Kierrätetään

Prosessoidaan materiaalit uusioraaka-aineiksi, palautetaan ravinteet maaperään ja hyötykäytetään molekyylit.

Hyödynnetään energiasisältö

Tuotetaan energiaa niistä materiaaleista, joita ei enää voi kierrättää.



IV Molekyylien talteenotto: Kierrätetään ja hyödynnetään energiasisältö

Esimerkkejä ratkaisuista

01

Tuulivoima

Kimura-hankkeessa kehitettiin lapojen hyödyntämistä: 50 % sementin raaka-aineeksi, 50 % energiaksi.



02

Akut

Fortumin Harjavallan akkukierrätyslaitos palauttaa kiertoon n. 95 % mustan massan metalleista.



03

SE-romu

Zero Mine suunnittelee laitosta, joka ottaisi talteen mm. kultaa ja palladiumia, jatkossa myös kestmagneettien metalleja.



04

Sekajäte

Vantaan Energia suunnittelee laitosta, joka erottelee kierrätyskelpoiset muovit ja metallit ja palauttaa ne kiertoon.



Energia- teknologioiden kiertotalous- strategiat



Energianteknologioiden kiertotalousstrategiat

Energiateknologioiden keskeisimmät kiertotalousstrategiat

Polttamalla tuotettu energia

Fokus on materiaalin kaskadikäytössä. Tavoitteena on säilyttää materiaalien arvo mahdollisimman pitkään ja hyödyntää ne energiana vasta elinkaaren lopussa.

Materiaali-investoinnit

Painopiste on elinkaaren hallinnassa. Tuuli-, aurinko- ja vesivoimassa sekä verkoissa materiaalit sitoutuvat rakenteisiin, jolloin keskeisintä on kestävä suunnittelu, huolto ja purkuvaiheen materiaalien talteenotto.

Lämmön talteenotto

Keskiössä on käyttämättä jäävien resurssien hyötykäyttö. Palautetaan energia kiertoon toimialarajat ylittävillä ratkaisulla.

Ydinvoima

Fokus on suljetuissa prosesseissa. Kiertotalous toteutuu jätteen määrän minimoinnilla, polttoaineen kierrätysasteen nostamisella ja tarkalla materiaalien hallinnalla.

Varastointi- ja joustoratkaisut

Kiertotaloutta toteutetaan rakentamista välttämällä. Varastointi- ja joustoratkaisut optimoivat kapasiteetin käyttöä, mikä vähentää tarvetta infrastruktuurin ja materiaalien sitomiselle uuteen tuotantoon.

Vetytalous

Vety yhdistää raaka-ainevirrat mahdollistamalla sähkön ja teollisuuden sivuvirtojen yhdistämisen uusiksi synteettisiksi raaka-aineiksi, ja luo näin täysin uusia arvoketjuja.



Suosituksset kiertotalouden edistämiseksi energia-alalla



Suosituksset kiertotalouden edistämiseen energia-alalla

Kiertotalous strategiseksi kilpailutekijäksi

Hallitaan kiertotalouden avulla ympäristövaikutuksia ja tuetaan huoltovarmuutta.

Tunnistetaan **riippuvuudet** ja vähennetään niitä.

Nähdään käytöstä poistuvat teknologiat strategisina **materiaalivarantoina**.

Valmistaudutaan 2030-luvun jälkeen tuotannosta poistuviin laitoksiin.

Elinkaaren suunnittelu ja arvon säilyttäminen

Siirrytään jätehuollosta arvon maksimaaliseen säilyttämiseen läpi koko elinkaaren.

Otetaan kiertotalous **suunnittelun** reunaehdoksi.

Hyödynnetään materiaali mahdollisimman korkeassa **arvossa**.

Valitaan ratkaisuja, jotka vähentävät ympäristövaikutuksia **koko arvoketjussa**.

Järjestelmätason optimointi ja systeminen resurssiviisaus

Maksimoidaan koko järjestelmän hyötysuhde ja minimoidaan uuden rakentamisen tarve.

Hyödynnetään energiantuotannossa **ensisijaisesti** hukkalämpöjä ja sivuvirtoja.

Optimoidaan resurssien käyttöä yli toimialarajojen.

Minimoidaan tarvittava tuotantokapasiteetti energiatehokkuuden, jouston ja varastoinnin avulla.

Osaamisen, kyvykkyyksien ja yhteistyön lisääminen

Lisätään osaamista ja kehitetään uusia toimintamalleja ja uutta yhteistyötä.

Koulutetaan henkilöstöä tunnistamaan kiertotalouden mahdollisuudet ja ratkaisut.

Luodaan **toimialarajat ylittäviä** symbiooseja ja yhteistyömalleja.

Johdetaan **tiedolla**.



Take-away

Kiertotalous on alalle mahdollisuus

Kiertotalous on keskeinen työkalu strategisen omavaraisuuden edistämiseen ja raaka-aineiden hankinnan ympäristövaikutusten pienentämiseen.

Ratkaisuja on jo käytössä ja lisää kehitetään

Kiertotalous on jo osa monen energiayhtiön arkea. Kehitystä ajaa teknologioiden, markkinoiden ja lainsäädännön kehitys.

Tarvitaan lisää osaamista

Kiertotalousasteen nostaminen edellyttää uusia toimintamalleja, uutta yhteistyötä ja uutta osaamista.



Tyrsky-Konsultointi

– vain muutos on pysyvää.

Lisätietoja:

Pirjo Jantunen

pirjo.jantunen@tyrskyconsulting.fi

044 276 7718



Sivuvirroista ja jätteistä lämpövarastoiksi (RESINA-hanke)

Ilkka Aaltio, toimitusjohtaja, Green Net Finland

Sivuvirroista ja jätteistä lämpövarastoiksi (RESINA- hanke)

Ilkka Aaltio, Green Net Finland ry, toiminnanjohtaja
Fatemeh Ardaneh, Turun AMK
Rauli Lautkankare, Turun AMK
Emilia Niittyviita, Centria AMK

Energiamessut, Tampere, 22.10.2026



Euroopan unionin
osarahoittama



Elinvoimakeskus

RESINA
RESURSSIVIISAAT ENERGIAVARASTOT

RESINA - Resurssiviisaat energiavarastot -hanke

- Tavoite: Hukkalämpöenergian varastoinnin toimintamallin kehittäminen jätteitä, sivuvirtoja ja ei-neitseellisiä materiaaleja hyödyntäen. (Esim. haitattomuus, toteutettavuus).
- Avoin valtakunnallinen viiteryhmä (yritykset, kunnat, tutkimustahot, ym.) tiedon jakamiseksi ja vuoropuhelun lisäämiseksi.
- Hankkeen toteutusaika: 1.7.2025 - 31.12.2027
- Hanketoteuttajat: Green Net Finland ry, Centria AMK, Turun AMK



kuvan tekemiseen on käytetty tekoälyä



Skannaa QR-koodi ja liity
RESINA- viiteryhmään



Euroopan unionin
osarahoittama

EAKR hanketunnus: R-01802

RESINA
RESURSSIVIISAAT ENERGIAVARASTOT

Lämpövarastoinnin erilaisia tarpeita

Lyhytaikainen käyttö (tunteja...muutama vrk)

Esim. kasvihuoneet:

Päivällä voi jopa syntyä ylijäämälämpöä, tai ehditään tuottaa lisälämpöä, lämmönlähteestä riippuen.

Yöllä lämmöntarve on ulkolämpötilan vaikutuksesta suuri (varaston purkaminen).

Lisäksi halutaan välttää kallista energiaa (hintapiikkejä) / kulutusjousto.

Vaatimuksia:

Lämpöä ehditään ladata varastoon päivän aikana riittävä määrä.

Yöllä ehditään purkamaan riittävästi lämpötehoa.

Kausivarastointi (kuukausia)

Kesällä syntyy ylijäämälämpöä. Lämpöä voi syntyä runsaastikin ja se yleensä menee hukkalämmöksi. Energian hinta on halpa.

Talvella (kylmällä kaudella) energian tarve ja energian hinta ovat korkeita. Kausivarastolla voidaan vähentää ulkopuolelta ostetun kalliin energian määrää.

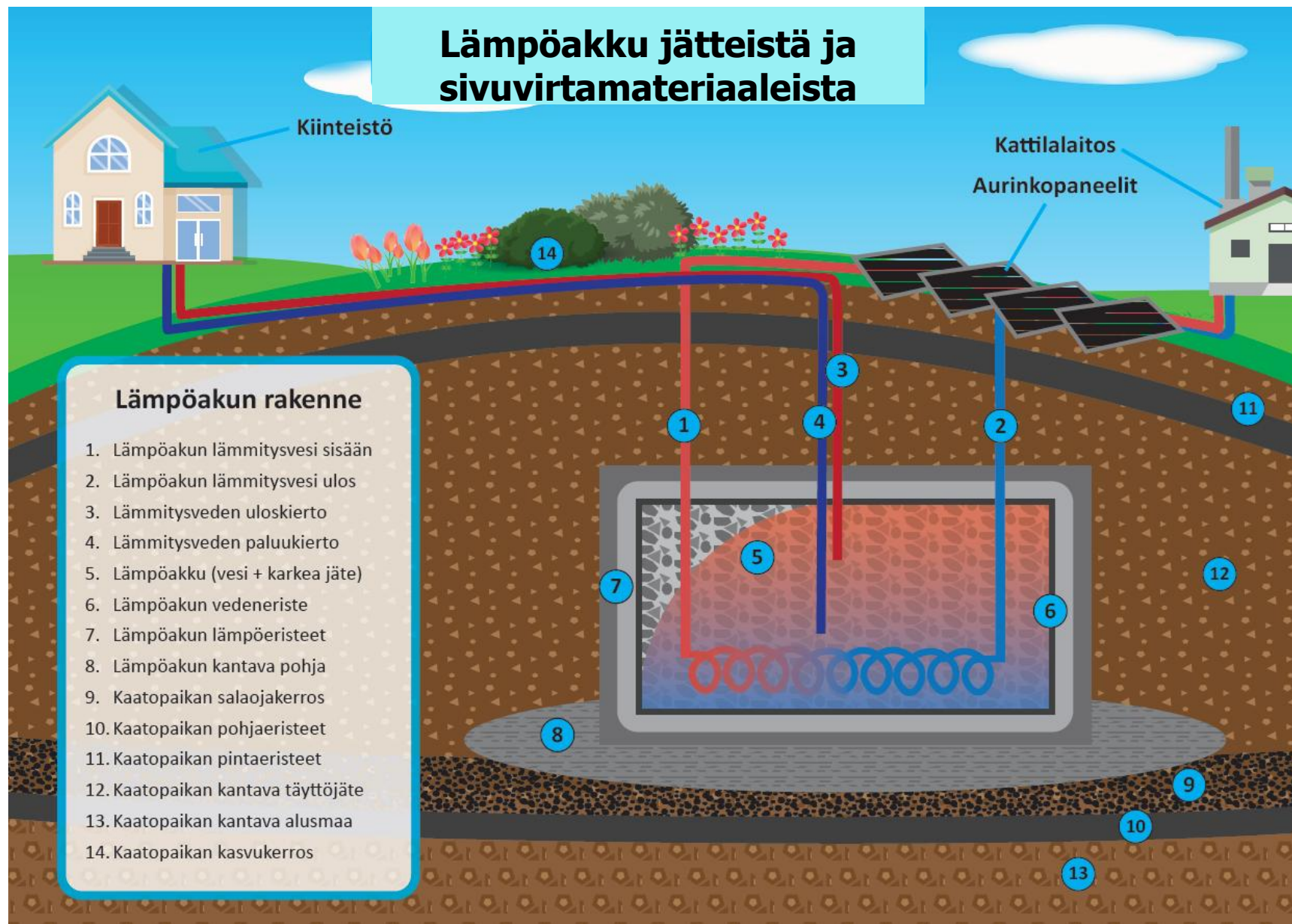
Vaikutus hiilipäästöihin.



Euroopan unionin
osarahoittama

RESINA
RESURSSIVIISAAT ENERGIAVARASTOT

Lämpöakku jätteistä ja sivuvirtamateriaaleista



Periaatekuva: Pasi Virtanen,
Suomen Erityisjäte Oy



Euroopan unionin
osarahoittama

RESINA
RESURSSIVIISAAT ENERGIAVARASTOT

Esimerkki puutarhayrityksen lämpövarastotarpeesta



VILJELY & OLOSUHTEET

- Ympäri vuotinen viljelytoiminta, elintarviketuotantoa kuten yrtit ja salaattit.
- Sisäolosuhteiden hallinta on tärkeää, kuten T, %RH, valaistus, jne.



ENERGIANLÄHTEET & TARVE

- Nykyiset lämmönlähteet: hakepoltin (n. 700 kW) ja lisälämmön lähteenä kaukolämpö.
- Kylmänä vuodenaikana yöaikaan suuri lämmöntarve. Energiakustannukset ovat toiminnassa merkittävät.



NYKYINEN LÄMPÖVARASTO

- Tällä hetkellä lämpövarastona käytössä on vesitankki n. 150 m³ ja vesikiertoinen lämmönjakoputkisto.
- Lämpövaraston lataus päivisin ja purku yöllä.



Kuva: (I. Aaltio), Varpion puutarha, Orimattila

HUOM: Myös lamput ja tuuletus vaikuttavat sisälämpötilaan.



Euroopan unionin
osarahoittama

Sivuvirta- ja jättemateriaalit lämpövarastokäytössä



Euroopan unionin
osarahoittama

RESINA
RESURSSIVIISAAT ENERGIAVARASTOT

RESINA-hankkeen materiaaliselvityksen tuloksia (Centria AMK)

- Jätemateriaaleja voidaan käyttää jätealueille tehtäviin lämpövarastoihin.
- EEJ-statusuksen myötä lämpövarasto voitaisiin rakentaa myös muualle.

Ref: RESINA-hankkeen raportti, Emilia Niittyviita, Centria AMK

Tulosk. 4. Jätemateriaaleja käytettäviä ja tutkittuja teollisuuden sivuvirtoja ja jätemateriaaleja, sekä niiden akkukäytön kannalta oleellisia ominaisuuksia.

Materiaali	Toimintalämpötila (°C)	Hinta (€/kg, * = USD/kg)	Lambda-arvo (W/mK)	Ominaislämpökapasiteetti (J/kgK)	Tiheys (kg/m³)	Tilavuusominaislämpökapasiteetti (kJ/m³K) laskettu	Lähde
AlferRock, alumiiniteollisuus, bauksiitti prosessointi		0,07*		791–1037	3630–3930	2871–4075	6
Alkaliaktivoitu materiaali, (lentotuhka 50 m-% ja metalliteollisuuden kuona m-50%)			–	700	1950	1365	5
Alumiinisementti, kuparin jalostus		0,2*	1,4	630–923	2947	1857–2720	6
Asbestijäte, käsitelty, sis. Cofalit	200–1600	0,008–1,20	1,4–2,1	800–1034	3000–3160	2400–3267	6, 7, 10, 11, 17, 18
Fosfaatti rakeet/pelletit			0,236	770	2380	1833	5
Kalsiumkloridi	...160		–	670	2510	1682	2
Kidevedeton anstrakaniitti, epämetalli teollisuus		0,25*		1525		–	6
Kuona, CFB-kattilan pohjakuona				1122	2440,7	2738	13
Kuona, hiilen poltto				1000	2761–3044	2761–3044	15
Kuonamateriaali + MgO + tulenkestävä savi	...1000		0,677–1,137	1290	2300–2440	2967–3148	4
Lentotuhka	200–1400	0,02–0,04	1,16–2,1	700–1700	1268–2962	888–5035	6, 7, 10, 11, 17, 18
Lentotuhka (hiilen poltto) + kuona (terästeollisuus) (50/50 m-%)	...800–1000	0,07*		700–1270	882–2592	617–3292	5, 6



Euroopan unionin osarahoittama

<https://net.centria.fi/hanke/resina/#raportit-ja-julkaisut>

RESINA
RESURSSIVIISAAT ENERGIAVARASTOT

jatkoa

Taulukko 2. Akkumateriaaleina käytettäviä ja tutkittuja kivi- ja maa-aineksia, sekä niiden akkukäytön kannalta oleellisia ominaisuuksia.

Materiaali	Toimintalämpötila (°C)	Hinta (€/kg, * = USD/kg)	Lambda-arvo (W/mK)	Ominaislämpökapasiteetti (J/kgK)	Tiheys (kg/m³)	Tilavuusominaislämpökapasiteetti (kJ/m3K) laskettu	Lähde
Maa-ainekset							
Maa-aines (kuiva)			0,25–0,3	796	1260–1300	1003–1035	1
Maa-aines (märkä)			2,51	2093	1700	3558	1
Hiekka	200–600	0,02	0,25–5,2	652–1200	1500–2700	978–3240	1, 8, 10, 18
Savi			0,7–1,5	860–880	1500–2300	1290–2024	1
Kivimateriaalit							
Sora/pikkukivi			0,85–3,4	900–2450	1350–2753	1215–6745	5, 14
Kivimurska			2,5	1060	1581	1676	5
Kivi	200–600	0,05–0,09	2,50–3,50	1000–1060	1500–2800	1500–2968	18
Metamorffiset kivilajit	...550		1,5–5,2	600–1500	2200–3300	1320–4950	5, 8
Sedimentti kivet			1,7–7	650–1500	1500–2800	975–4200	5
Basaltti		0,03	2,08–2,1	755–1028	2600–2800	1963–2878	10, 14
Rakennusmateriaalit ja -jätteet							
Betoni	20...800	0,005...0,08	0,9–2,37	850–1130	2200–2800	1870–3164	2, 4, 5, 8, 10, 11, 18
Muovilevy (plastic board)	-		0,5	837	1050	879	2
Purkujäte	...700	0,001–1	0,1–1,2	1287–1457	2730–2900	3514–4225	5, 6, 7, 8, 10, 17
Puu	-		0,16	2093	800	1674	2
PVC-levy	-		0,16	1004	1379	1385	2
Sementti			0,29	1550	1506	2334	5

Taulukko 4 jatkuu

Materiaali	Toimintalämpötila (°C)	Hinta (€/kg, * = USD/kg)	Lambda-arvo (W/mK)	Ominaislämpökapasiteetti (J/kgK)	Tiheys (kg/m³)	Tilavuusominaislämpökapasiteetti (kJ/m3K) laskettu	Lähde
Lentotuhka + kattilakuona, hiilien poltto (50/50 m-%)	...1000			1220–1280	2022–2054	2467–2629	6
Li4(OH)3Br (kiinteä)			0,47	1680	-	-	5
Nylon kuitu betonissa			1,16	630	2440	1537	6
Rakennusjäte, jauhe**	...700	0,001		1457	2855	4160	3
Sivuvirta, ilmeniitin prosessointi, pulveri (WrutF)		0,008	0,8	749–1085	4154	3111–4507	17
Sivuvirta, kaliumkar-	800	0,007	0,33–4	640–850	1384–2050	886–1743	6, 17



Euroopan unionin
osarahoittama

SINA
ISAAT ENERGIAVARASTOT

Kiertotalous-lämpövaraston laskennallinen tarkastelu



Euroopan unionin
osarahoittama

RESINA
RESURSSIVIISAAT ENERGIAVARASTOT

Laskennallisia tuloksia kiertotalous-lämpövarastolle

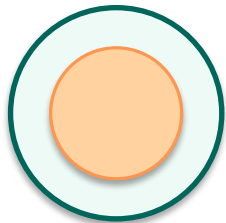
(Fatemeh Ardaneh, Eero Immonen, Rauli Lautkankare, Turun AMK)

TES Scale-up

Why storage size matters

Stored thermal capacity $\propto r_c^3$

$$V = 4.19 \text{ m}^3$$

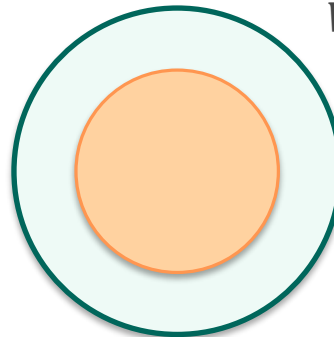


Core radius = 1 m

$$\frac{A}{V} = 3.0 \text{ m}^{-1}$$

Heat-loss area $\propto r_c^2$

$$V = 113.10 \text{ m}^3$$

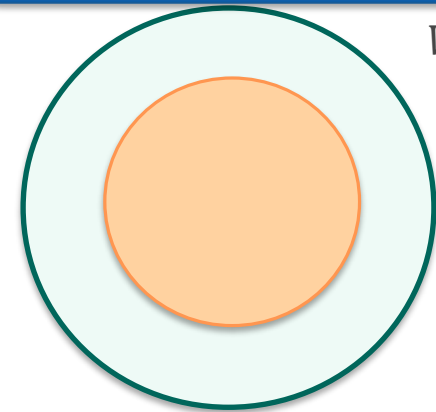


Core radius = 3 m

$$\frac{A}{V} = 1.0 \text{ m}^{-1}$$

Area-to-volume ratio $\frac{A}{V} = \frac{3}{r_c}$

$$V = 523.60 \text{ m}^3$$



Core radius = 5 m

$$\frac{A}{V} = 0.6 \text{ m}^{-1}$$

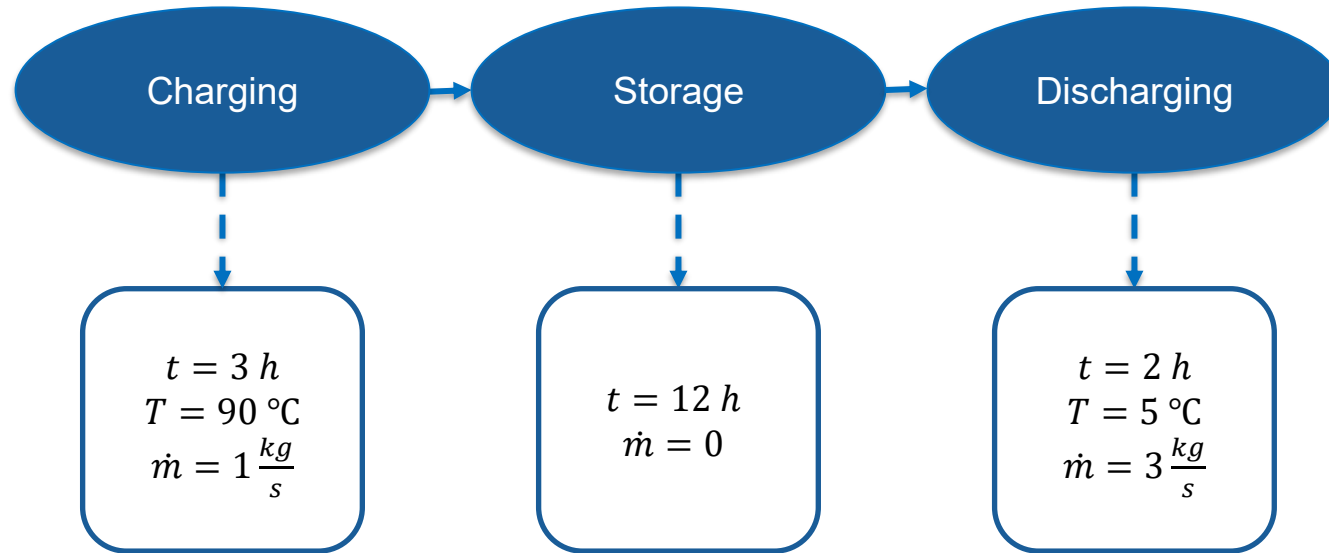
As storage radius increases, the area-to-volume ratio decreases, so larger spherical storages lose a smaller fraction of stored energy.



Euroopan unionin
osarahoittama

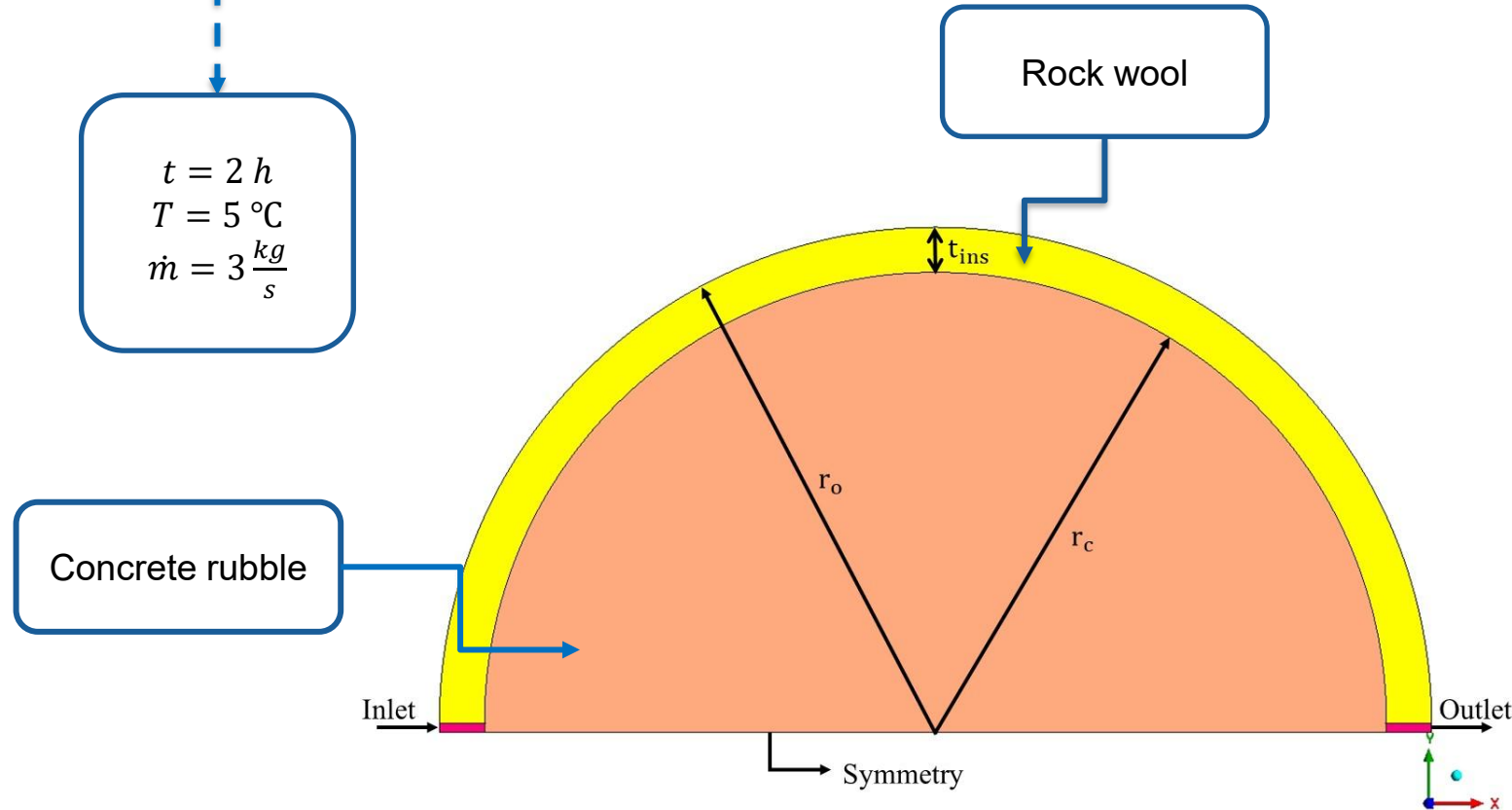
RESINA
RESURSSIVIISAAT ENERGIAVARASTOT

Storage System and Operating Cycle



- Pallomainen varasto, $r = 1,0 \text{ m}$
- Varaston sisus: betonimurska ja vesi
- Eristemateriaali: vaihtelee

Parameter	Value
r_c	1 m
t_{ins}	0.1 m
Porosity	0.05
T_{amb}	-10 °C

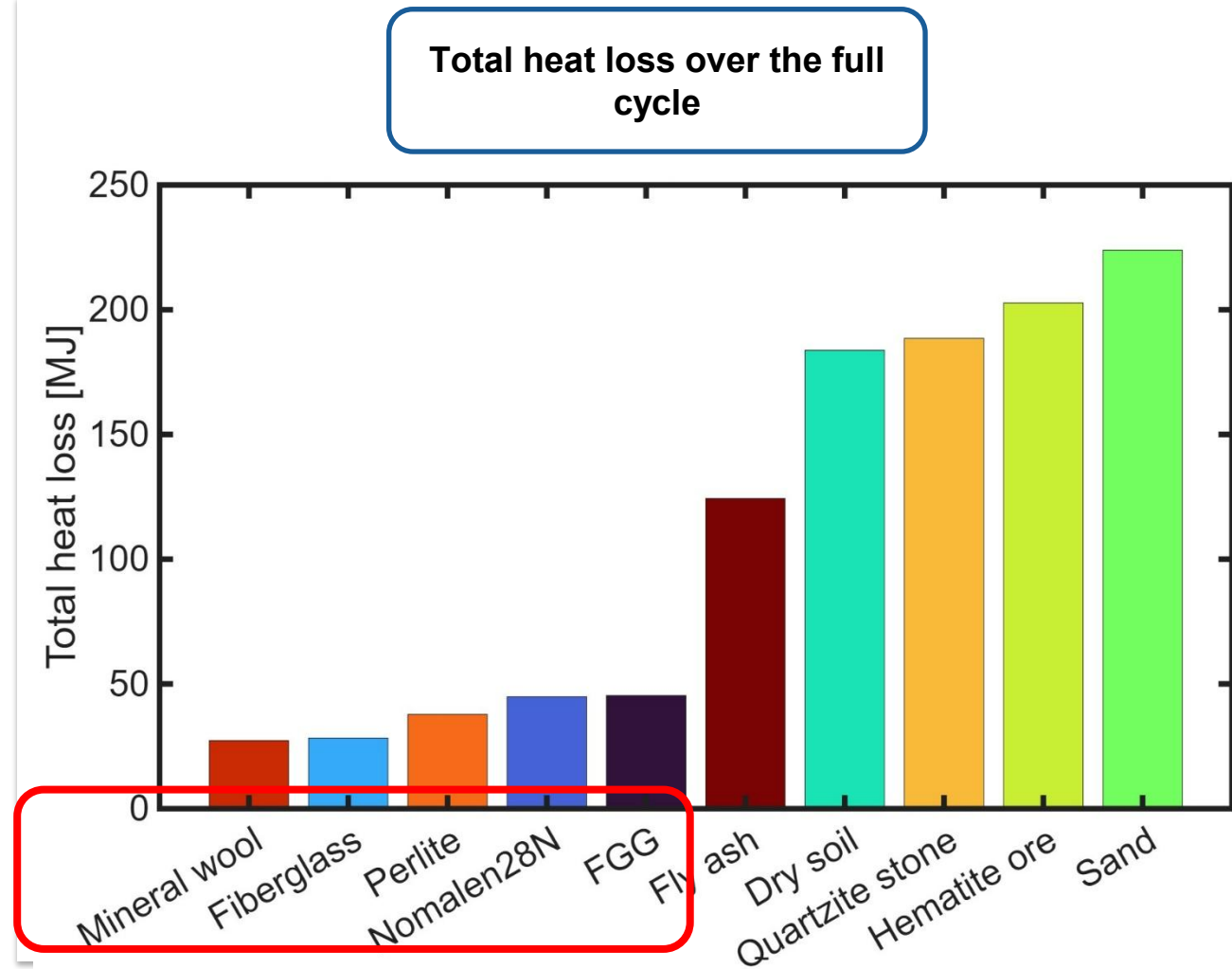


Euroopan unionin
osarahoittama

RESINA
RESURSSIISAAT ENERGIAVARASTOT

Effect of Insulation Material

Material name	ρ [kg/m^3]	k [W/mK]	c_p [J/kgK]
Mineral wool	160	0.035	840
Fiberglass	22	0.038	840
Perlite	90	0.05	837
Foam glass gravel (FGG)	150	0.06	770
Nomalen28N	28	0.06	2857
Fly ash	750	0.175	950
Dry soil	1280	0.275	796
Quartzite stone	2650	0.29	860
Hematite ore	2171	0.31	618
Sand	1700	0.35	775

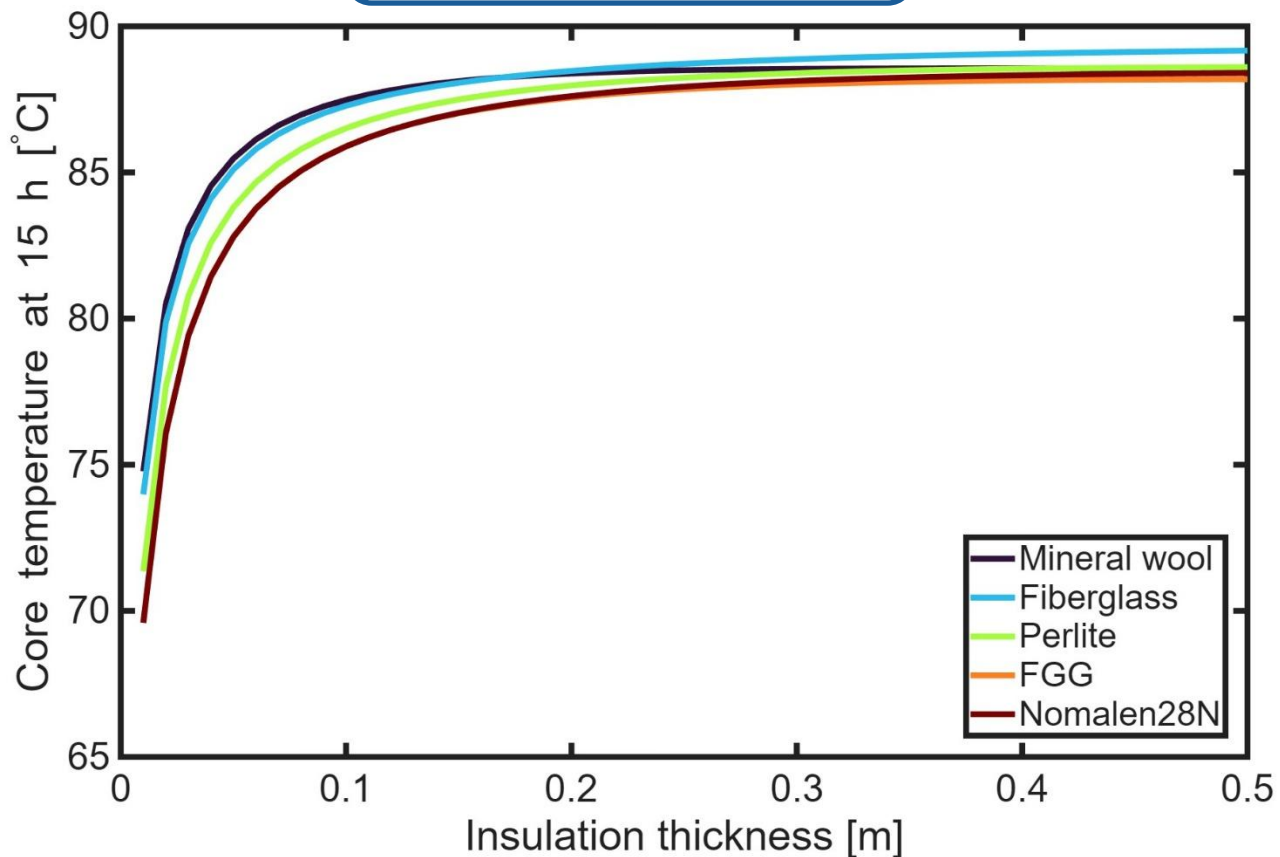


Euroopan unionin
osarahoitama

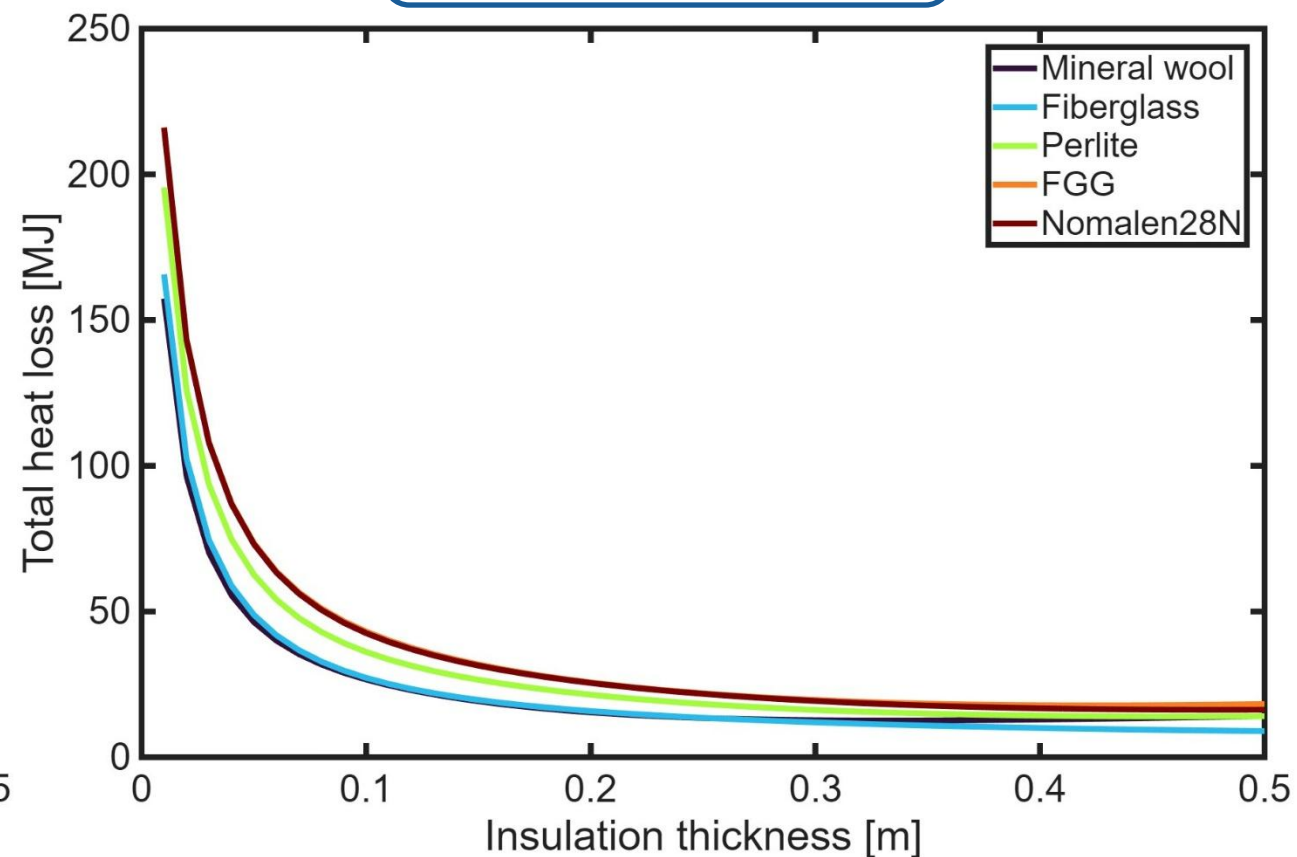
RESINA
RESURSSIISAAT ENERGIAVARASTOT

Eristekerroksen paksuuden vaikutus

Core temperature



Total heat loss over the full cycle



Euroopan unionin
osarahoittama

RESINA
RESURSSIVIISAAT ENERGIAVARASTOT

RESINA-lämpövarasto- konsepti ja pilotointi



Euroopan unionin
osarahoittama

RESINA
RESURSSIVIISAAT ENERGIAVARASTOT

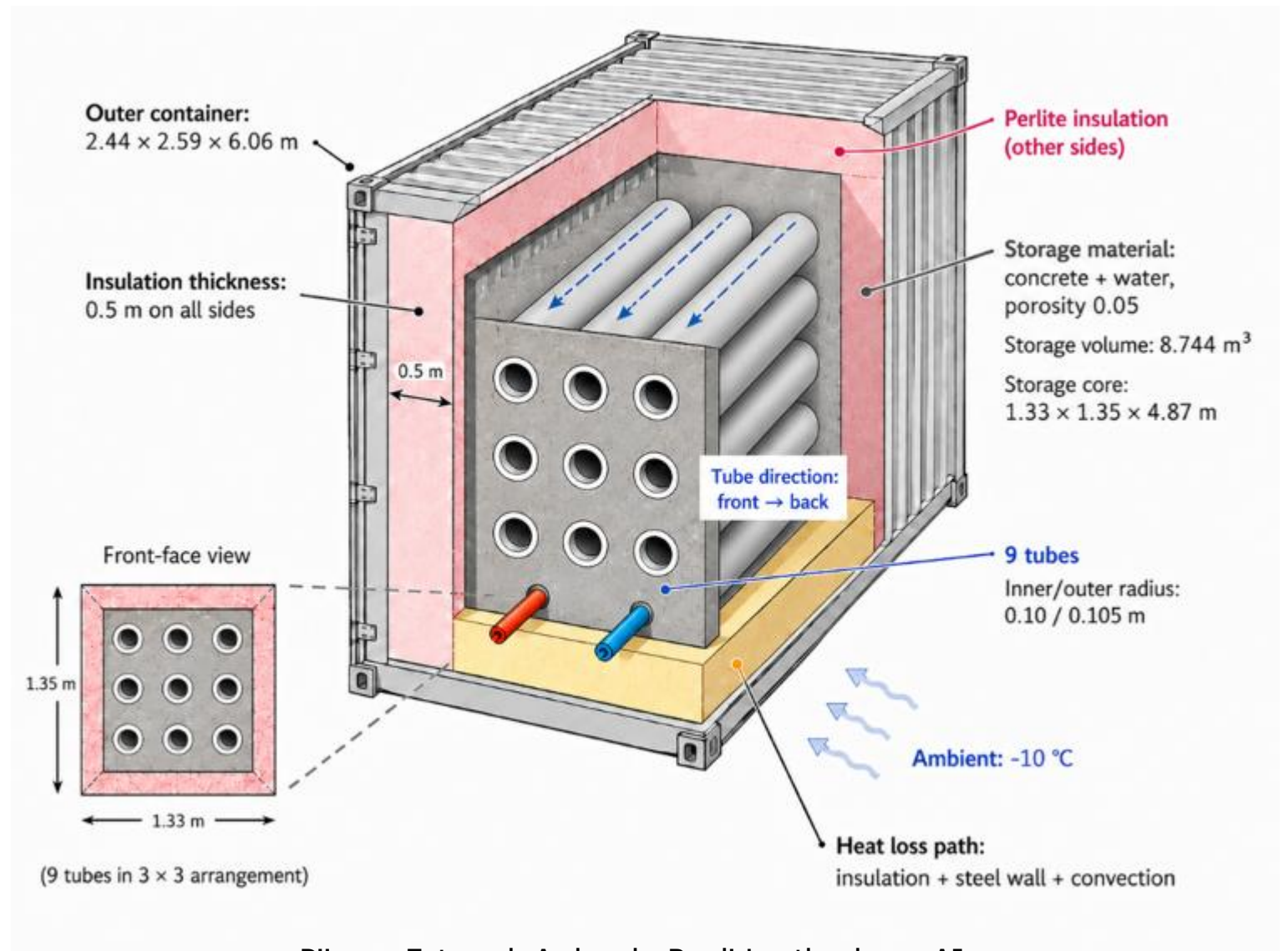
RESINA-lämpövarasto-konsepti

Konttirakenteen etuja:

- Varasto voi olla maan pinnan yläpuolella, jolloin mahdolliset vuodot ym voidaan havaita
- Varastoja voidaan kytkeä yhteen
- Sopii tutkimustarkoituksiin

Rajoituksia:

- Kokorajoitus (standardikontti)
- Suuressa mittakaavassa hinta



Piirros: Fatemeh Ardaneh, Rauli Lautkankare, AI



Euroopan unionin
osarahoittama

RESINA
RESURSSIVIISAAT ENERGIAVARASTOT

Suoritusarvoja laskennallisesta varastosta

Varastoa ladataan öisin ja viikonloppuisin.
Varastoa puretaan työpäivän aikana.

A. Eristepaksuus 0,5 m; $V_s=8,74 \text{ m}^3$ 

TES discharge
energy, last
week
513.927
kWh/week

B. Eristepaksuus 0,4 / 0,25 m; $V_s=16,2 \text{ m}^3$ 

Eristeenä perliitti ja lentotuhka. Sisus betonimurske, 5 V-% vesi

TES discharge
energy, last
week
753.118
kWh/week



RESINA pilotoinnin jatkosuunnitelmat

- Konseptiratkaisun pilotointi ja kokeileminen yritysysteistyönä
- (Suomen Erityisjäte, Forssa)
- Konttiratkaisu, yksityiskohtia suunnitellaan, sisällä vesikierto ja anturointi
- Lataus ulkopuolisen lämmönlähteen avulla
- Sen jälkeen vertailu laskentatuloksiin

RESINA-viiteryhmän seuraava kokous on **tiistaina 26.1.2027 klo 13**,
Helsinki, Vallila (Green Net Finlandissa) - tervetuloa mukaan!



Euroopan unionin
osarahoittama

RESINA
RESURSSIVIISAAT ENERGIAVARASTOT

Johtopäätökset

- Lämpövarastoon voi kulua merkittävä raaka-aineita. Jäte tai sivuvirtamateriaali on yleensä halpaa ja sitä usein on saatavilla suuria määriä. Jätemateriaalien uusiokäyttöä tulisi lisätä.
- RESINA-hanke tuottaa materiaalitietoa ja laskennallisia ja kokeellisia tuloksia jäte/sivuvirtamateriaali-lämpövaraston suorituskyvystä, jota tarvitaan käytännön sovellettavuuden selvittämiseksi.
- Lisäksi keskustelemme hankkeessa viranomaisten kanssa rakentamiseen liittyvistä kaavoitus- ja muista näkökulmista.



KIITOS



Skannaa QR ja liity
RESINA-
viiteryhmään,
jotta saat tietoa
hankkeesta.

RESINA-resurssiviisaat energiavarastot

projektipäällikkö Ilkka Aaltio, Green Net Finland ry

ilkka.aaltio@gnf.fi

Hankesivu: <https://gnf.fi/fi/gnf/resina/>



Euroopan unionin
osarahoittama



Elinvoimakeskus

RESINA
RESURSSIVIISAAT ENERGIAVARASTOT

TOT

Akkujen kierrätys ja niiden rooli kriittisten raaka-aineiden kierrossa

Juha Kokko, kaupallinen johtaja, Fortum Battery Recycling

AKKUJEN KIERRÄTYS JA NIIDEN ROOLI KRIITTISTEN RAAKA- AINEIDEN KIERROSSA

FORTUM BATTERY RECYCLING



2022 winner of the chemical
industry innovation award

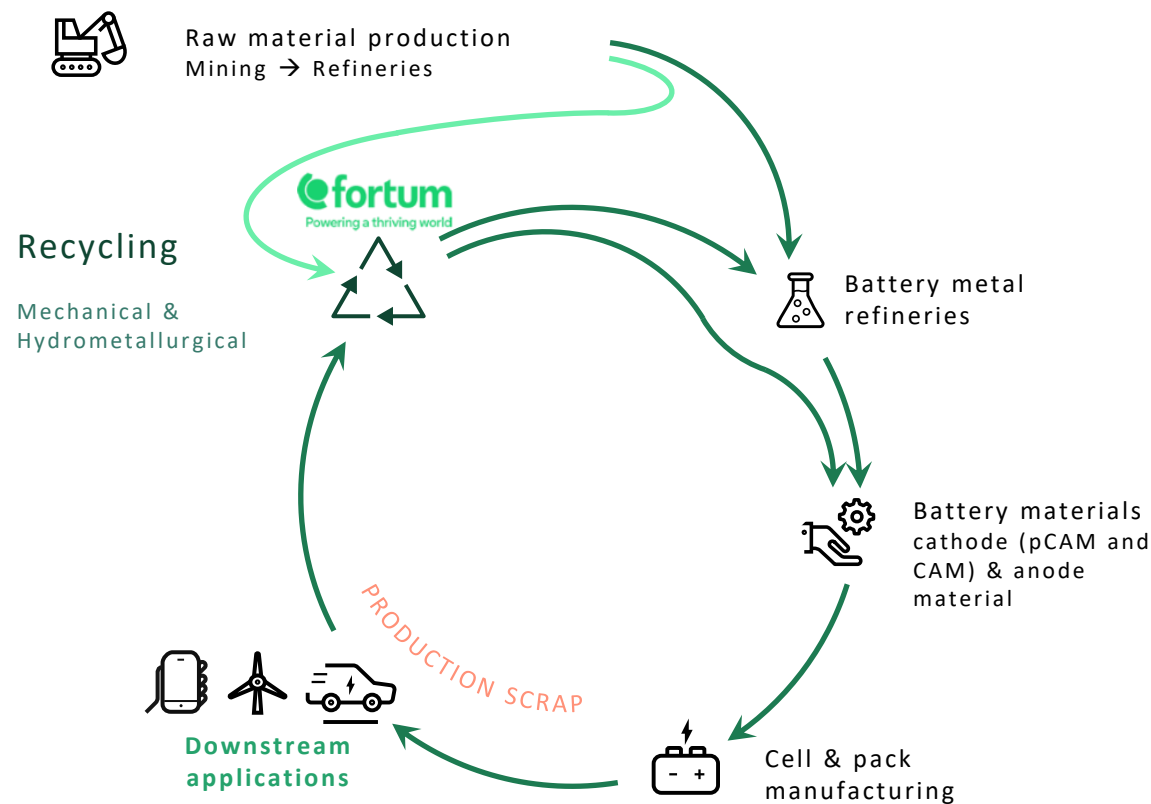


Co-funded by the European Union
Emissions Trading System
Innovation Fund

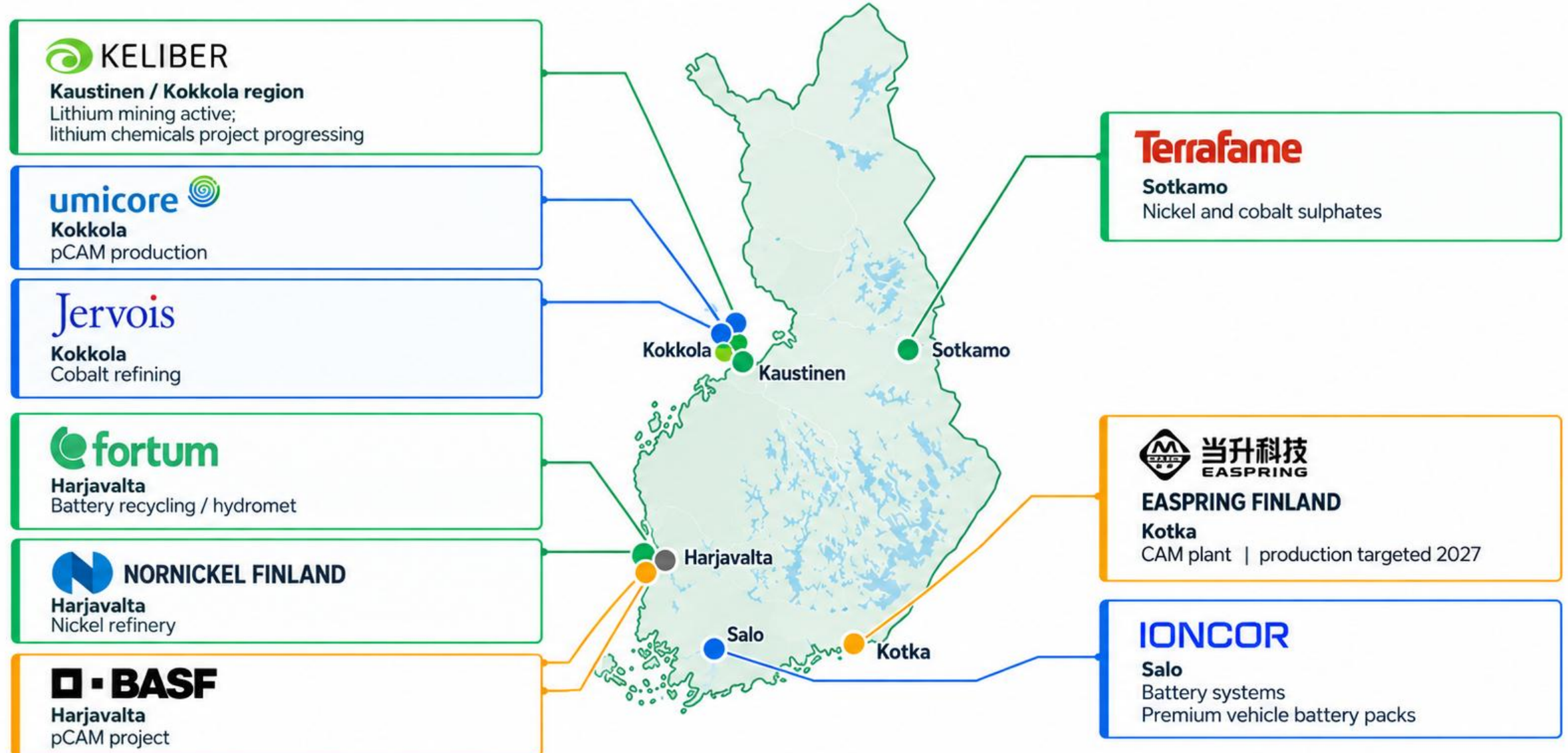
**BUSINESS
FINLAND**

Juha Kokko,
Fortum Battery Recycling Oy
Kaupallinen Päälikkö, 22.10.2026 Tampere

Closed loop



Finland's battery value chain | 2026



EV battery recycling: cells and other valuable material

Dismantling separates the battery pack into modules, cells and multiple recyclable material streams



OTHER RECYCLABLE COMPONENTS RECOVERED DURING DISMANTLING



Electronics / WEEE

Cables & connectors

Plastics

Cooling components

Structural metals

Connectors / plugs

Battery dismantling enables recovery of both battery materials and non-battery components.

Where will recycling feedstock come from?

A transition from manufacturing scrap to end-of-life batteries

2026

EOL & Production scrap

Cell manufacturing scrap, off-spec materials and early EV battery returns are key sources.

2027–2028

Collection networks expand

More batteries enter collection and dismantling channels; quality, logistics and traceability remain critical.

2029–2035

End-of-life volumes rise

EV battery returns increase, but manufacturing scrap remains an important part of the feedstock mix.

Secure reliable feedstock partnerships early — with flexibility across scrap and end-of-life flows.

Chemistry mix is shifting

A changing battery market will reshape future recycling economics

LFP / LMFP

Growing share in new batteries

Lower nickel and cobalt value increases the importance of efficient processing and lithium recovery.

NMC / NCA

Remains strategically relevant

Nickel- and cobalt-bearing batteries continue to provide valuable hydrometallurgical feedstock.

LITHIUM

Common value driver

Lithium recovery becomes increasingly important across battery chemistries.

Today's new battery chemistry mix reaches recycling streams with a delay due to battery lifetimes.

EU rules create demand for recycled battery metals

Two distinct obligations: recycled content in NEW batteries and recovery performance at recycling plants.

MINIMUM RECYCLED CONTENT IN NEW BATTERIES

	2031		2036
COBALT	16%	→	26%
LITHIUM	6%	→	12%
NICKEL	6%	→	15%

EU Batteries Regulation, Article 8 • EV batteries and applicable industrial / SLI batteries

METAL RECOVERY TARGETS

2027		2031
90%	→	95%
Ni, Co,		
Li: 50% → 80%		

PROPOSED EU RECYCLING INCENTIVE

1.3×

Accounting factor for eligible EU-recycled Ni, Co & Li

Draft measure — not yet adopted

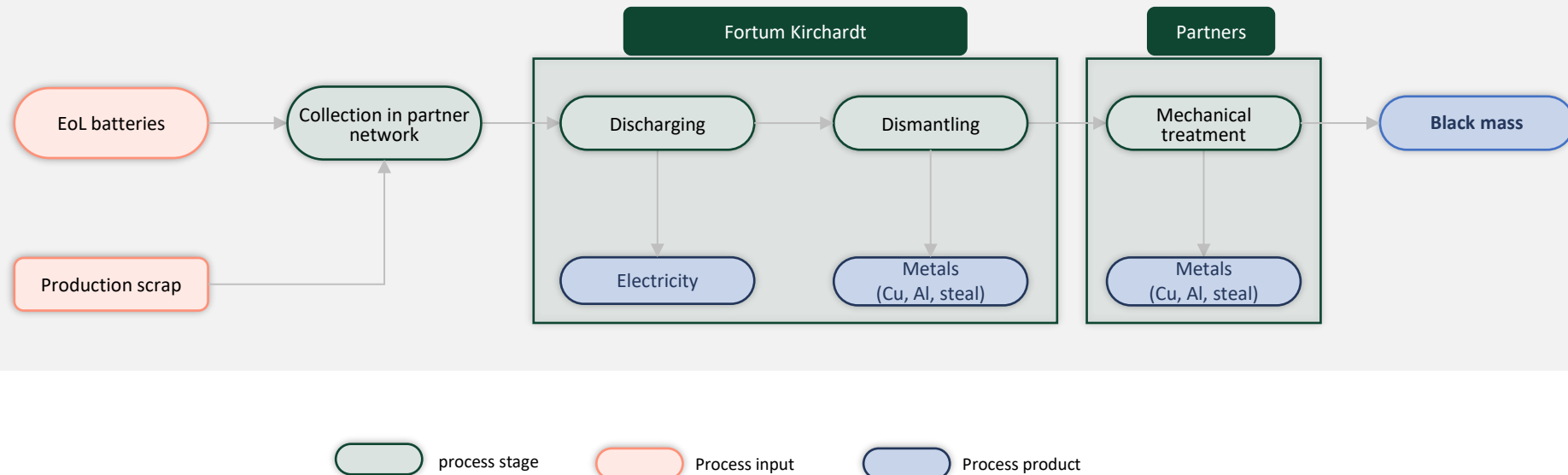
WHY IT MATTERS Recycled Ni, Co and Li need traceable, battery-grade supply chains — not only high metal recovery.

Fortum Battery Recycling's operations positioned to play a critical role in the European battery ecosystem



Kirchart, Germany From Battery Waste to Black Mass

- Central pretreatment and consolidation hub in Germany for end-of-life batteries and production waste
- European wide handling of EOL batteries available for all chemistries



- Strategic location close to European automotive and battery clusters
- Safe, compliant and industrialized operations for hazardous battery materials

Dismantling



Discharging



Shredding



Black Mass



Ni 15%
Co 5%
Mn 5%
Li 3,5%
Cu 1-2 %
Graphite 35%



Mandatory
respiratory tract
protection



Mandatory hand
protection



Mandatory face
protection



Mandatory complete
body protection



Mandatory foot
protection

UN 3077



Designed for Resource Efficiency and a Low Carbon Footprint

Minimized External Chemicals

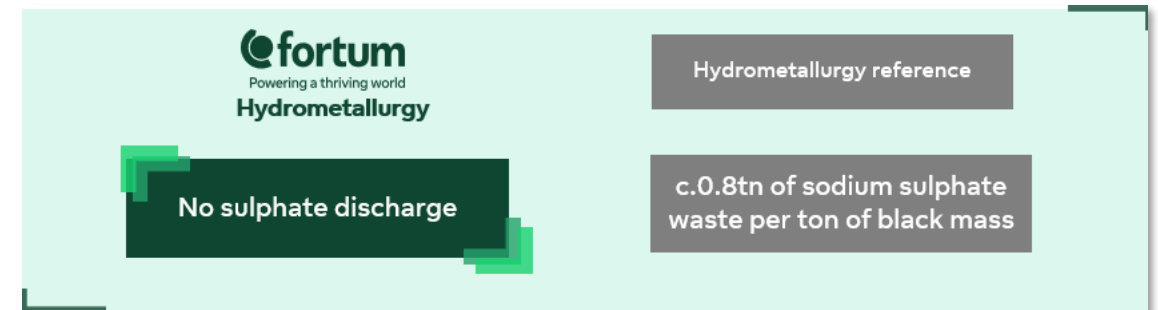
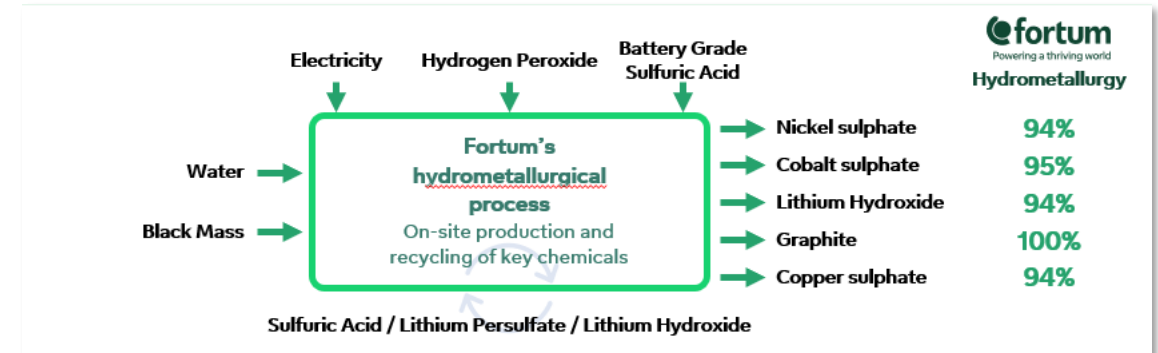
The process minimizes external chemical use by maximizing internal reagent recycling, lowering costs and environmental impact.

Avoidance of Sodium Sulphate By-product

Eliminating sodium sulphate production reduces waste management challenges and simplifies environmental compliance.

Low CO₂ Footprint Design

Battery recycling operations prioritize reducing CO₂ footprint using green electricity and energy-efficient



Product	Partial CFP of hydromet. process vs. primary production
CoSO ₄	4%
CuSO ₄	5%
LiOH	18%
MnSO ₄	10%
NiSO ₄	16%

Thank You!

Juha.kokko@fortum.com

+358 40 182 5107



kiertotalouden
green deal

Paneelikeskustelu

Panelisteina:

Sari Tasa, työ- ja elinkeinoministeriö

Pirjo Jantunen, Tyrsky Consulting

Ilkka Aaltio, Green Net Finland

Juha Kokko, Fortum Battery Recycling

Moderaattorina Paula Eskola, Motiva

Tuuli- ja aurinkovoimaloiden kierrätys nyt ja näkymiä tulevaisuuteen

Heidi Paalatie, operatiivinen johtaja, Suomen uusiutuvat



**Suomen
uusiutuvat**

**Tuuli- ja aurinko-
voimaloiden kierrätys nyt
ja näkymiä tulevaisuuteen**

Heidi Paalatie

Operatiivinen johtaja
Suomen uusiutuvat ry

Iso kuva kunnossa

- Sekä tuuli- että aurinkovoimaloiden kierrätettävyys korkea
- Volyymit meillä vielä pieniä, mikä on etu ja haaste
- Tulevaisuus näyttää monin osin vielä paremmalta





Aurinkopaneelit kierrätettävissä
siinä missä muukin
elektroniikkaromu, mutta meillä
kyse nyt yksittäisistä
paneeleista

- Murskaus
- Erottelu
- Poltto



Aurinkopaneelit SER-jätettä, tuottajavastuusääntelyn piirissä

Suomessa ei ole erillistä
käsittelyjärjestelmää paneeleille,
massat vähäisiä ennen 2050-lukua

Volyymien pienuus haasteena:

- Automatisoitu kierrätyslaitos vaatisi isoja investointeja
- Pilottihankkeita ja testejä on
- Arvo vielä vahvasti negatiivinen



Aurinkopaneelit

- Kehikot alumiinia
- Johdot ja kaapelit, esim. kuparia ja alumiinia
- Invertterit (SER)
- Piihin perustuvat kenno-osat
- Lasia



Tuulivoimassa vaikeimmin
kierrätettävä osa *ovat olleet*
lavat

Romumetallin myynti
kattaa osan
purkukustannuksista



Betoni



- Tuulivoimaloiden perustuksissa on paljon betonia
 - Määrä vaihtelee perustustyypin mukaan
 - Laadultaan puhdasta ja lujaa
 - Maanrakennuksessa purkumateriaali korvaa neitseellistä maa-ainesta ja vähentää tarvittavan aineksen määrää
- Perustukset puretaan tai maisemoidaan paikoilleen
- Raudoituksissa on myös metalleja

Muovikomposiitit



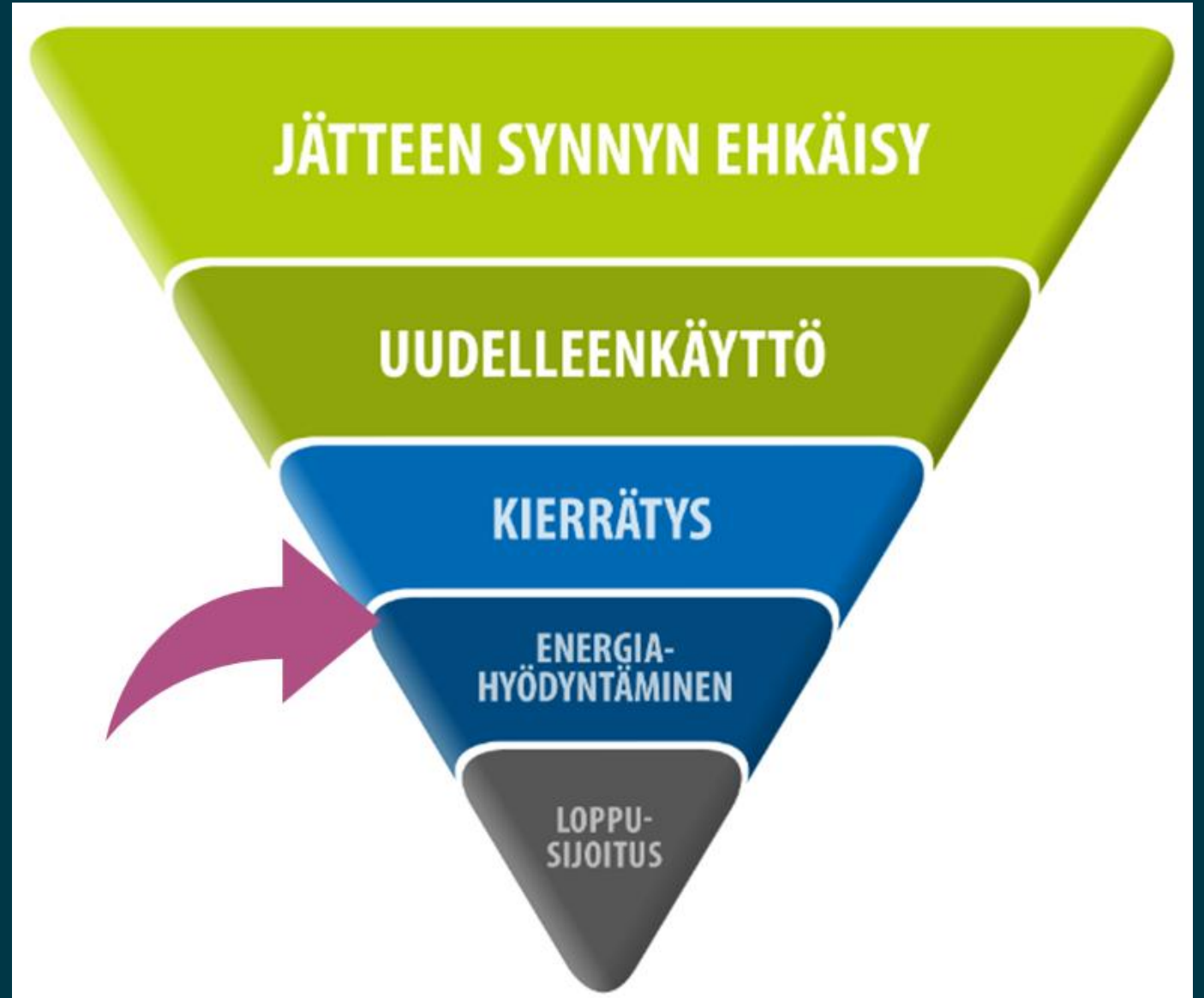
Kuva: Ville Suorsa

- Lujaksi ja sitkeäksi kehitettyä materiaalia
 - Lavoissa, veneissä, säiliöissä, putkissa, urheiluvälineissä...
- Näiden kierrätys on yleisesti ollut haaste
- Suomi edelläkävijä
- Ratkaisu löytyi KiMuRa-projektin kautta



Rinnakkaisprosessointi
sementtitehtaalla

Rinnakkais- prosessointi



KiMuRa

- Alun perin YM:n rahoittama, Muoviteollisuus ry:n vetämä hanke
- Keräys- ja käsittelyverkosto muovikomposiittijätteelle
- Hyvinkään keräyspiha → Murskaus → Finnsementin Lappeenrannan tehdas



Tulevaisuuden näkymiä

- Kierrättäminen ja kierrätettävyys kehittyvät
 - Esim. 100 % kierrätettävät lavat
 - Solvolyyysiin perustuvat prosessit
 - Harvinaisten maametallien kierrätys?
- Kierrätysratkaisuilla on aikaa kehittyä ennen suurempia volyymeja
- Sääntelykentällä aktiivisuutta
 - Tärkeää turvata esim. rinnakkaisprosessointi





Suomen uusiutuvat

LinkedIn **suomenuusiutuvat**

X **uusiutuvat_ry**

Instagram **@suomen_uusiutuvat**

Facebook **Suomenuusiutuvat**

www.suomenuusiutuvat.fi



kiertotalouden
green deal

Kiitokset mukana olosta ja hyvää kotimatkaa!

