



Vähähiilisen alumiinituotannon klusteriselvitys

Kokkolan kaupunki

Raportti 13.11.2025

SISÄLLYS

1.

Tiivistelmä

Johdanto

- Selvityksen tausta ja tavoitteet
- Arctialin investointi
- Toteutus ja toimeksianto

2.

Alumiinituotannon ja klusterikehityksen lähtökohdat

- Kansainvälinen toimintaympäristö
- Kokkolan toimintaympäristö ja teollinen perusta
- Kokkolan kilpailuetu ja potentiaali vähähiilisen alumiinin kansainvälisenä keskittymänä

3.

Arvoketjunäkökulma vähähiiliseen alumiinituotantoon Kokkolassa

- Vähähiilisen alumiinin arvoketju
- TKI-arvoketju

4.

Klusterin ja arvoketjun analyysi

- Alumiiniarvoketjuun liittyvät haasteet ja mahdollisuudet
- TKI-toiminnan haasteet ja mahdollisuudet
- Osaamiseen ja kyvykkyyksiin liittyvät havainnot

5.

Johtopäätökset ja suositukset

- Klusterin keskeiset tavoitteet ja kehittämistarpeet



SELVITYKSEN TILAAJA

Kokkolan kaupunki,
KIVKIR -hanke (Sitra)

SELVITYKSEN TOTEUTUS

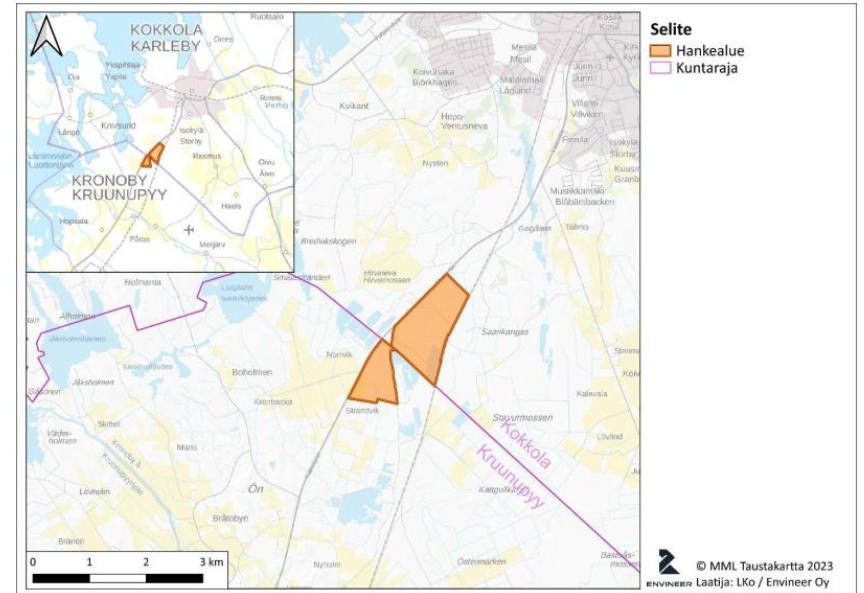
MDI Public, FCG Finnish Consulting
Group Oy

Valtteri Laasonen, Henri Helve,
Kaisu Kolehmainen ja Juho Nyman

Tiivistelmä

Kokkola ja vähähiilisen alumiinitehtaan investointi

- » Kokkolan ja Kruunupyyn rajalla sijaitsevalle **Kruunuportin teollisuusalueelle on suunnitteilla Arctial MidstreamCO Oy:n toimesta primäärialumiinitehdas**. Tehdas olisi toteutuessaan 30 vuoteen ensimmäinen Euroopassa.
- » Tehtaan tuotantokapasiteetti olisi n. 550 000 tonnia vuodessa valssattuja sekä valettuja tuotteita. Lisäksi tehtaalle suunnitellaan alumiininkierrätystä 50 000 tonnin vuosikapasiteetilla. Alumiinitehtaan suunnitellaan olevan vähähiilinen alumiinituotannossaan tuottaen 40% pienemmät hiilidioksidipäästöt kuin eurooppalaiset alumiinitehtaat ja 75% kuin globaalisti.
- » **Kokkolassa on jo ennestään vahva teollinen perusta.** Kokkola Industrial Parkista on muodostunut kemianteollisuuden, prosessiteollisuuden ja metallurgian osaamisen keskittymä sen 80-vuotisen historiansa aikana.
- » Kokkolan Satama, eli Kantasatama, Syväsatama ja Hopeakiven satama muodostavat tehokkaan kokonaisuuden. Kyseessä on Suomen suurin bulk-satama ja suurin raideliikennesatama. Kokkola Industrial Park (KIP) sijaitsee sataman yhteydessä ja on noin 80 toimijan ja 2500 työpaikan teollinen keskittymä.



Alumiiniklusterin kehittämisessä merkittävää potentiaalia

- » Kokkolalla on vahvat lähtökohdat vähähiilisen alumiinituotannon ja siihen liittyvän klusterin kehittämiseen. KIPin (Kokkola Industrial Park) ja Kruunuportin teollisuusalueen muodostama **teollinen kokonaisuus** tarjoaa perustan **Euroopan mittakaavassa ainutlaatuiselle alumiinikeskittymälle, jossa voidaan yhdistää primäärinen vähähiilinen tuotanto, kierrätys ja jatkojalostus**. Arvoketjun vahvuus rakentuisi investoinnin toteutuessa hiilineutraalin energian saatavuuteen, logistiikan ja jatkojalostusmahdollisuuksien ja paikallisten teollisten symbioosien ympärille.
- » **KIP toimii vahvana teollisena ekosysteeminä**, jossa kemian, metallurgian ja energiateollisuuden yritykset muodostavat vahvan keskittymän ja valmiin kiertotalous- ja resurssisymbioosin. Tämä mahdollistaa energian, sivuvirtojen ja prosessikemikaalien tehokkaan hyödyntämisen myös alumiinituotannossa.
- » **Alumiini on Euroopan vihreän siirtymän kriittinen raaka-aine**, jonka kysyntä kasvaa etenkin sähköistymisen ja energiatehokkuuden myötä. Eurooppa tuo suurimman osan käyttämästään primäärialumiinista. Tämä luo vahvan perustan EU:n omalle tuotannolle. Kokkolasta tuotettavan vähähiilisen alumiinin **potentiaalisia loppumarkkinoita** ovat mm.:
 - Auto-, vene- ja sähköajoneuvoteollisuus (rakenteet, akut, komponentit)
 - Rakentaminen ja infrastruktuuri (julkisivut, profiilit, energiatehokkaat ratkaisut)
 - Pakkaus- ja kulutustavarat (kierrätettävät pakkaukset)
 - Sähkö- ja energiateknologia (sähköverkot, tuuli- ja aurinkovoimaloiden komponentit)
 - Puolustusteollisuus, joissa alumiinin keveys ja mm. korroosionkesto ovat kriittisiä ominaisuuksia (Naton kriittinen raaka-aine)

Alumiiniklusterin kehittämisessä merkittävää potentiaalia

- » Vähähiilisen alumiinituotannon sijoittuminen Kruunuportin alueelle olisi luonnollinen jatkumo alueen teolliselle perinnölle ja vuosikymmenten työlle kestävä teollisuuden kehittämiseksi. Se olisi samalla **merkittävä askel Suomen teollisuuden kehityksessä ja Euroopan omavaraisuuden vahvistamisessa kriittisten materiaalien osalta.**
- » Kokkolan nykyinen TKI-ekosysteemi on jo nyt vahva – sen juuret ovat pitkässä yhteistyössä teollisuuden, koulutustoimijoiden ja tutkimuslaitosten välillä. **Centria-ammattikorkeakoulu, Kokkolan yliopistokeskus Chydenius ja Keski-Pohjanmaan koulutusyhtymä (kpedu)** tarjoavat prosessiteollisuuden ja kemian aloille kattavaa koulutusta ja tutkimusvalmiuksia, ja esimerkiksi **akkumateriaalien tutkimus sekä testaus- ja kehitysympäristö** on noussut yhdeksi merkittäväksi osaamisalueeksi Kokkolassa.
- » Vähähiilisen alumiinin investointi voisi toimia katalysaattorina Kokkolan **TKI-keskittymän seuraavalle vaiheelle**, joka kokoaisi yhteen vähähiilisen alumiinituotannon ja teollisuuden ja tutkimuksen vahvuudet:
 - **Kiertotalouden ja materiaalien kierron ratkaisut**
 - **Vetyteknologiat ja energian varastointi**
 - **Hiilidioksidin talteenotto ja hyödyntäminen**
 - **Prosessien sähköistäminen ja automaatio**
- » Tämä edellyttää kuitenkin **TKI-toimijoiden yhteistyön tiivistämistä ja yhteisen rakenteen vahvistamista** Kokkolassa sekä laajaa, kansallista yhteistyötä erityisesti **teknillisten ja luonnontieteellisten korkeakoulujen** kanssa (mm. Oulun yliopisto, Tampereen yliopisto, LUT-yliopisto ja Aalto yliopisto).
- » Tällä hetkellä investointiin liittyvät alumiinituotannon arvoketjun toimijat ja virrat ovat vielä osittain hahmottumassa, mutta potentiaali on selvä: **tuotannollisten prosessien, automaation ja kiertotalouden TKI-toiminnan systemaattinen kehittäminen** voi nostaa Kokkolan yhdeksi Suomen ja Euroopan tärkeimmistä vähähiilisen teollisuuden tutkimusalueista.

Suuntaviivat alumiiniklusterin kehittämiseen

1. RAKENNA **YHTEINEN YMMÄRRYS JA TARINA**

- » Varhainen ja avoin viestintä ja yhteisöfooromit: yritykset, koulutusorganisaatiot, asukkaat mukaan.
- » Kaupunki koordinoi klusterin yhteistä viestintää Arctialin kanssa. Korostetaan hankkeen merkitystä Kokkolalle ja sen ”100 vuoden elinkaarta”.

2. ENNAKOI – RAKENNA VERKOSTO

- » Varmistetaan investoinnin tekniset ja taloudelliset edellytykset (energia, logistiikka, luvitus, KIP–Kruunuportti-yhteys) sekä **benchmarkataan alan muita keskuksia** (Norja, Kanada).
- » Vahvistetaan **suurhankkeiden hallinnan osaamista ja EU-rahoitusosaamista** (erit. tuleva EU-rahoituskausi).
- » Vahvistetaan TKI-toimijoiden kyvykkyyttä ja yhteistä ymmärrystä hankkeesta ja mahdollisuuksista TKI-ympäristön vahvistamiseksi (vrt. AluQuébec). Käynnistetään **alumiiniosaamiskeskuksen konseptointi ja suunnittelu** Arctialin kanssa yhteistyönä.

3. RAKENNA **HOUKUTTELEVA TOIMINTAYMPÄRISTÖ**

- » Kehitetään **asumisen, palveluiden ja vapaa-ajan kokonaisuutta**.
- » Panostetaan **kansainvälisten osaajien veto- ja pitovoimaan**: englanninkieliset koulutus- ja palvelupolut, perheiden kotoutuminen, kilpailukykyiset ehdot tulla ja jäädä Suomeen.

4. **VAHVISTA EDUNVALVONTAA** JA VAIKUTTAMISTA

- » Kootaan **alueen toimijat yhteiseen vaikuttamistyöhön** (kaupunki, maakuntaliitto, yritykset, koulutusorganisaatiot) ja nostetaan hanke kansalliseksi vihreän siirtymän kärkihankkeeksi.
- » Varmistetaan **toteutusedellytykset** (sähköverkko ja siirtokapasiteetti; luvitusprosessien sujuvoittaminen; satama-, raide- ja tieyhteydet).

1. Johdanto

SELVITYSTYÖN TAUSTA

Kokkolan kaupunki on solminut valtion kanssa innovaatiotoiminnan ekosysteemisopimuksen 2021–2027. **Ekosysteemisopimuksen strategisina painopistealueina ovat akkukemia sekä kiertotalous ja teollisuutta tukevat älykkäät ratkaisut.** Syntyvän innovaatiotoiminnan ekosysteemin kehittämiseksi on saatu rahoitusta Sitralta hankkeelle Kokkolan innovaatioekosysteemin vaikuttavuuspolkujen kirkastaminen ja innovaatioekosysteemin resilienssi. Teollisuuspuistot linkittyvät vahvasti Kokkolan pääpainopisteisiin. Kansallisesti teollisuuspuistojen merkitys on kasvava globaalin teollisuuden kilpailun sekä vihreän teollisuuden investointiaallon myötä. Investointien toteutuminen edellyttää strategista ja pitkäjänteistä teollisuuspuistojen kehittämistä, tiivistä yhteistyötä valtion, kuntien ja aluetoimijoiden välillä sekä eri politiikkasektoreiden synergiaa.

Kokkolan alueella on jo nykyisellään vahva teollinen keskittymä ja ekosysteemi Kokkola Industrial Parkissa (KIP). Aluetta kuvaillaan maailman toimivimmaksi teolliseksi ekosysteemiksi, jossa n. 700 ha alueella työskentelee n. 2 400 henkilöä 80 eri toimijan palveluksessa. Kokkolassa ja KIPin alueella on tehty pitkään vahvaa **kolmikantayhteistyötä yritysten sekä tutkimus- ja julkisten toimijoiden välillä.** Alueen välittömässä läheisyydessä on Suomen suurin *bulk*-satama, joka syväväylän kera pystyy palvelemaan alueen kehittyvää teollisuutta ja puhdasta siirtymää. Satamaan on investoitu runsaasti mm. 2020 valmistuneen 14,2 metriä syvän syväväylän ja syvälaiturin myötä, joka mahdollistaa Panamax ja Cape Size -luokan alusten liikennöinnin satamassa. Satamaan kulkee raideliikenteen yhteys, joka sivuaa Kruunuportin teollisuusalueetta.

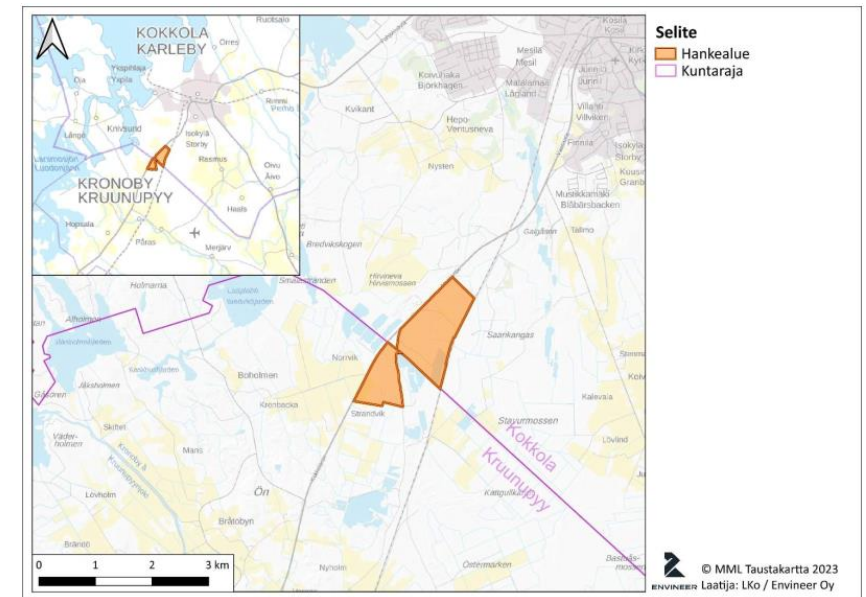
Arctial Oy suunnittelee Kruunuportin teollisuusalueelle vähähiilistä primäärialumiinitehdasta. Tuotanto kattaa myös tuotannossa tarvittavien anodien mahdollisen valmistuksen sekä alumiiniromun vastaanottoa ja valssaamista. Kruunuportin alue sijaitsee Kokkolan ja Kruunupyyn kuntien rajalla, noin 5 km lounaaseen Kokkolan keskustasta. Alueen koko on 170 hehtaaria. Jos tehdas päätetään rakentaa (päättös vuosina 2026-2027), olisi alumiinitehdas Manner-Euroopan ensimmäinen primäärialumiinia valmistava uusi tuotantolaitos yli 30 vuoteen, mikä parantaisi vähähiilisen eurooppalaisen alumiinin saatavuutta merkittävästi. Tehtaan työllistäväksi vaikutukseksi arvioidaan suoraan n. 1 500 henkilöä ja epäsuorasti n. 3–5 kertaisesti suoraan työllistettyjen määrä, eli n. 4 500–8 000. Kokkolan ja Kruunupyyn valikoituminen hankkeen mahdolliseksi toteuttamispaikaksi korostaa alueen strategista sijaintia, joka soveltuu hyvin vähähiiliselle alumiinin valmistukselle. Merkittäviä hyötyjä ovat muassa hiilineutraalin sähkön saatavuus, alueen vahva teollisuushistoria, laadukkaat satamatoiminnot sekä optimoitu infrastruktuuri ja logistiikka.

ARCTIALIN INVESTOINTI

Arctial MidstreamCo Oy:n omistajia ovat ABB, Fortum, Mitsubishi Corporation, Rio Tinto, Siemens Financial Services, Teollisuussijoitus ja Vargas, jotka toimivat myös yhtiön rahoittajina. Arctial suunnittelee vähähiilisen alumiinin tuotantolaitosta Kruunuportin teollisuusalueelle .

Tehtaan rakentamisesta on meneillään kannattavuusselvitys. Varsinainen päätös tehtaan rakentamisesta tehdään vuosien 2026-2027 aikana, ja jos tehdas päätetään rakentaa, tehdas rakentuisi arviolta vuosina 2027-2030.

Kruunuportin alue sijaitsee Kokkolan ja Kruunupyyn kuntien rajalla, noin 5 km lounaaseen Kokkolan keskustasta. Alueen koko on 170 hehtaaria. Suunniteltu laitos olisi Euroopan ensimmäinen integroitu vähähiilisen alumiinin tuottaja, joka tukee EU:n vihreän kehityksen ohjelman ja kriittisiä raaka-aineita koskevan direktiivin tavoitteita. Tehtaan tuotantoteknologian suunnitellaan perustuvan elektrolyysiin, jonka toteutuksessa hyödynnettäisiin Rio Tinton AP60-teknologiaa.



ARCTIALIN INVESTOINTI

Jos tehdas päätetään rakentaa, on tehtaan kokonaiskapasiteetiksi esitetty suunnitteluvaihtoehdossa VE1 enintään 550 000 tonnin vuotuinen tuotantokapasiteetti. **Kapasiteetti kattaa alumiinin valmistuksen elektrolyysillä, valimon sekä mahdollisen tuotannossa tarvittavien anodien valmistuksen.** Anodien valmistusmäärä on enintään 300 000 tonnia vuodessa.

Edellä mainittujen toimintojen lisäksi toimintaan voi sisältyä myös enintään 150 000 tonnin **alumiinin jatkojalostus valssaamossa.** Valssaamon toiminnot sijoittuvat hankealueen Kruunupyyn alueelle. Hanke sisältää kahden erillisen, noin kilometrin pituisen 400 kV:n ilmajohdon rakentamisen Hirvisuon sähköasemalta tehtaalle. Suunnitellut voimajohdot sijoittuvat jo rakennetun johtokäytävän yhteyteen.

Toiminta sisältää lisäksi yhteensä enintään 50 000 tonnin vuotuista ulkoisista lähteistä peräisin olevaa **alumiiniromun vastaanottamista valssaamon raaka-aineeksi.** Hankkeen toteuttamissuunnitelmissa vaihtoehdossa VE2 on muutoin sama kuin vaihtoehto VE1, mutta ilman anodien valmistusta paikan päällä. Tässä vaihtoehdossa anodit ostetaan niitä tuottavalta osapuolelta ulkomailta ja tuodaan sataman kautta työmaalle yhdessä kaikkien muiden raaka-aineiden kanssa.

Alumiinitehtaan tuotannossa käytetään hiilidioksidipäästötöntä sähköä, ja suunnittelussa tavoitellaan kunnianhimoisempia päästötavoitteita verrattuna nykyisiin alumiinitehtaisiin. Tarkoituksena on kehittää vähähiilinen alumiinitehdas. **Toiminnan arvioitu hiilijalanjälki on 40 prosenttia alhaisempi kuin alumiinituotannon keskiarvo Euroopassa ja 75 prosenttia alhaisempi kuin maailmanlaajuinen keskiarvo.**

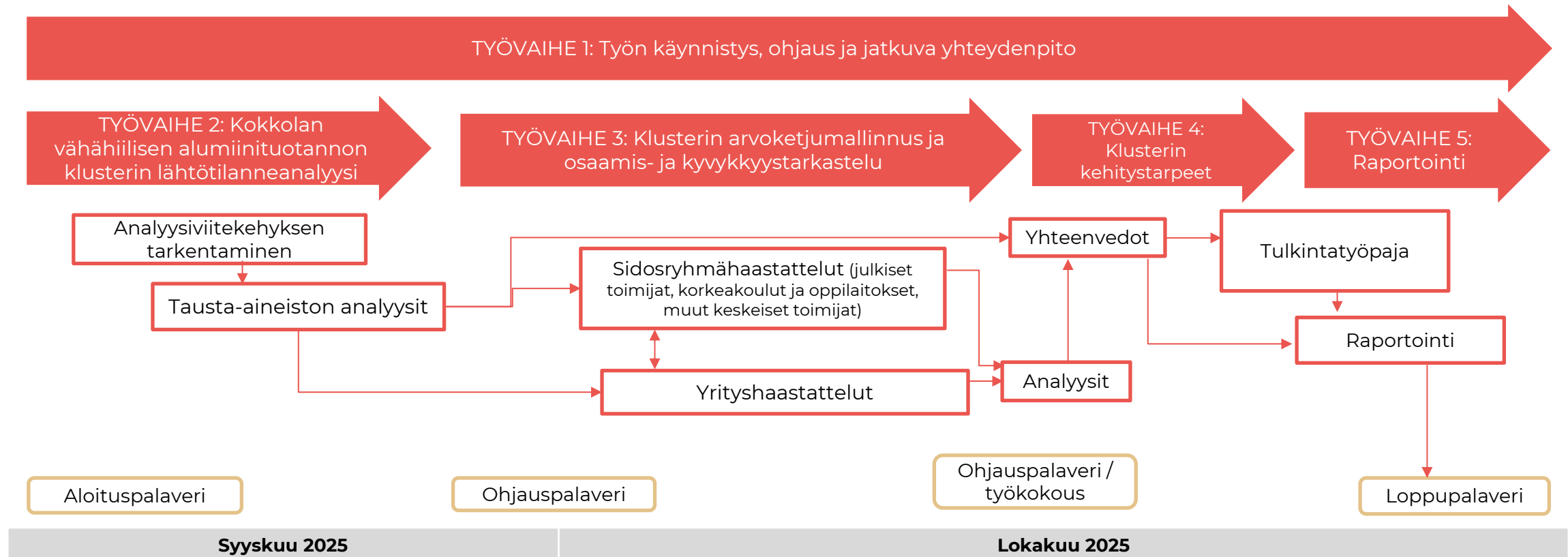
SELVITYSTYÖN TAVOITTEET

Tämän selvityksen tavoitteena oli:

- 1. Tuottaa lähtötilanneanalyysi Kokkolan vähähiilisen alumiinituotannon klusterista** painottaen jo olemassa olevia tietoja ja aineistoja Kokkolan alueen toimijoista ja toiminnasta, joihin vähähiilinen alumiinin tuotanto olisi mahdollisesti tulevaisuudessa kytkeytymässä.
- 2. Kuvata klusterin arvoketjuja ja tunnistaa osaamiset ja kyvykkyydet**, miten eri toimijat asemoituvat arvoketjuun ja millaisia osaamisia ja resursseja tarvitaan klusterin vahvistumiseksi.
- 3. Tunnistaa ja priorisoida klusterin kehitystarpeet** sekä muodostaa yhteinen ymmärrys keskeisistä vahvuuksista, kapeikoista ja toimenpiteiden suunnasta.

SELVITYSTYÖN TOTEUTUS

Selvityksen tavoitteet huomioiden työ on toteutettu viiden työvaiheen kautta: 1) Työn käynnistys, ohjaus ja yhteydenpito, 2) Viitekehys ja taustamateriaalin aineistoanalyysit, 3) Haastatteluaineiston kerääminen, 4) Analyysit ja yhteenvedot, 5) Raportointi. Työvaiheet on toteutettu syyskuun ja lokakuun 2025 välisenä aikana.



TYÖN VIITEKEHYS JA LÄHESTYMISTAVAT

Selvityksen toteuttamiseksi ja aineiston kokoamiseksi ja jäsentämiseksi työn viitekehyksessä tunnistettiin kolme eri näkökulmaa:

Klusteri- ja ekosysteeminäkökulma on relevantti näkökulma siitä syystä, että on tärkeä tunnistaa kokonaiskuva Kokkolan vähähiilisen alumiinituotannon ympärille muodostuvasta kokonaisuudesta ja toimintaympäristöstä. Tarkastelun kohteena ovat ekosysteemin keskeiset toimijat – yritykset, tutkimus- ja koulutusorganisaatiot sekä julkiset toimijat – sekä niiden väliset suhteet ja roolit. Tarkoituksena on myös tunnistaa Kokkolan vähähiilisen alumiinituotannon klusterin profiili, kilpailukykytekijät ja vahvuudet.

Arvoketjunäkökulma puolestaan jäsentää vähähiilisen alumiinituotannon kokonaisuutta prosessuaalisesti raaka-aineista ja logistiikasta tuotantoon, jatkojalostukseen ja kiertotalouteen. Sen rinnalla on tärkeää analysoida ja tunnistaa myös TKI-toiminnan näkökulma ja ne toimijat, jotka tukevat TKI-arvoketjua. Näin voidaan tunnistaa, millaisia uusia liiketoimintamahdollisuuksia vähähiilinen alumiinituotanto synnyttää ja millaisia riippuvuuksia tai pullonkauloja arvoketjussa voi esiintyä. Tämä auttaa kokonaisuutena hahmottamaan verkostot, alihankintaketjut ja liiketoimintamahdollisuudet, joita uusi klusteri voi synnyttää.

Kyvykkyyksien ja osaamisen tarkastelu keskittyy siihen, mitä tietoa, osaamista ja kyvykkyyksiä tarvitaan alumiiniklusterin rakentumiseen ja kehittymiseen Kokkolan alueella ja miten nämä kyvykkyydet voidaan varmistaa. Lähestymistavan tavoitteena on tunnistaa vähähiilisen alumiinituotannon näkökulmasta sellaiset osaamiset ja kyvykkyydet, jotka on olennaista kytkeä valmisteluun tässä vaiheessa mukaan.

Selvitykseen haastatellut toimijat

Selvityksessä toteutettiin yhteensä 23 haastattelua painottuen elinkeinoelämään, TKI-toimijoihin ja muihin sidosryhmiin. Alla olevassa taulukossa on esitetty haastattelut tahot ja organisaatiot. Osasta organisaatioita haastateltiin useampia henkilöitä. Ja esimerkiksi Arctialin projektikonsortioista selvitykseen ja sen eri näkökulmiin kysyttiin huomioita ja näkemyksiä useammalta henkilöltä.

Organisaatiot:	
TKI-toimijat	Kokkolan yliopistokeskus Chydenius
	Oulun yliopisto / Kokkolan yliopistokeskus Chydenius
	Centria ammattikorkeakoulu
	Keski-Pohjanmaan koulutusyhtymä (2 haastattelua)
	GTK (2 haastattelua)
Muut sidosryhmät	Tampereen yliopisto / Aalto yliopisto / Valimoteollisuus ry
	Keski-Pohjanmaan liitto
	Business Finland
Elinkeinoelämä	ELY
	Arctial, projektikonsortio (4 haastattelua)
	Metalliteollisuus ry
	Venealan Keskusliitto Finnboat ry
	Mäkelä Alu Oy
	Kongsberg Maritime Finland Oy
	Pohjanmaan kauppakamari
	Keski-Pohjanmaan yrittäjät
	Boliden Kokkola Oy
	Stena Recycling Oy

2. Alumiinituotannon ja klusterikehityksen lähtökohdat

VÄHÄHIILISEN ALUMIININ MERKITYS GLOBAALISSA VIHREÄSSÄ SIIRTYMÄSSÄ

- » Alumiini on kriittinen raaka-aine **energiasiirtymän infrastruktuurille ja teknologioille**, koska se on kevyt, korroosionkestävä ja hyvin sähköä johtava. EU:n komissio luokittelee alumiinin *strategiseksi raaka-aineeksi* osana **Critical Raw Materials Actia (CRMA)**. Lisäksi Vähähiilinen alumiini on EU:n strategisen autonomia- ja kilpailukykyagendan ytimessä (EU:n strateginen tavoite: “green metal sovereignty”).
- » Alumiinin elinkaarta ei voida verrata muiden metallien elinkaareen. **Sitä voidaan kierrättää yhä uudelleen ja uudelleen murto-osalla siitä energiasta**, joka kuluu primäärimetallin valmistukseen. Sen ansiosta alumiini on erinomainen rakennusmateriaali – sitä voidaan muokata ja käyttää eri tarkoituksiin vastaamaan tilanteiden ja tuotteiden tarpeita ja haasteita.
- » **Kysyntä vähähiiliselle alumiinille kasvaa nopeasti** – samalla kun päästörajoitteet ja kuluttajapainetta lisäävät regulaatiot sulkevat pois korkean hiilijalanjäljen vaihtoehtoja.
- » Käyttökohteita vihreässä siirtymässä ovat mm. sähköautot (rungot, moottorikotelot, akut, johdotukset), uusiutuva energia (sähköverkot ja siirtojohdot, tuuliturbiinien osat) sekä rakennettu ympäristö (kiertotaloutta tukevat, kevyemmät ja energiatehokkaammat rakenteet).

VÄHÄHIILISEN ALUMIININ MERKITYS GLOBAALISSA VIHREÄSSÄ SIIRTYMÄSSÄ

» Sääntely ja politiikka tukevat matalahiilistä tuotantoa:

- Eurooppa-neuvosto hyväksyi vuoden 2024 maaliskuussa kriittisten raaka-aineiden asetuksen, CRMA:n, joka pyrkii vahvistamaan ja monipuolistamaan kriittisten raaka-aineiden toimitusketjua ja samalla edistämään kiertotaloutta ja kestävyttä raaka-aineiden hankinnassa ja käsittelyssä (Euroopan komissio, 2023). Alumiini lukeutuu asetuksen piiriin, ja se on perusmetallina kriittinen osa Euroopan teollisia ekosysteemejä erityisesti uusiutuvan energian tuotannossa, sähkönsiirrossa, sähköajoneuvoissa ja akuissa.
- EU:n Green Deal, hiilitullit (CBAM), päästökauppajärjestelmät ja päästövähennysvelvoitteet lisäävät painetta tuoda markkinoille vihreämpiä materiaaleja. Näin alumiinin jalostajat ja komponenttivalmistajat voivat hyödyntää matalahiilisen alumiinin kilpailuetua.

» **Kasvava kysyntä EU:ssa:** European Aluminium -järjestön mukaan alumiinin kysyntä puhtaiden teknologioiden sovelluksissa EU:n alueella kasvaa selvästi: sähköt, sähköverkot, uusiutuva energia, sähköautosegmentti.

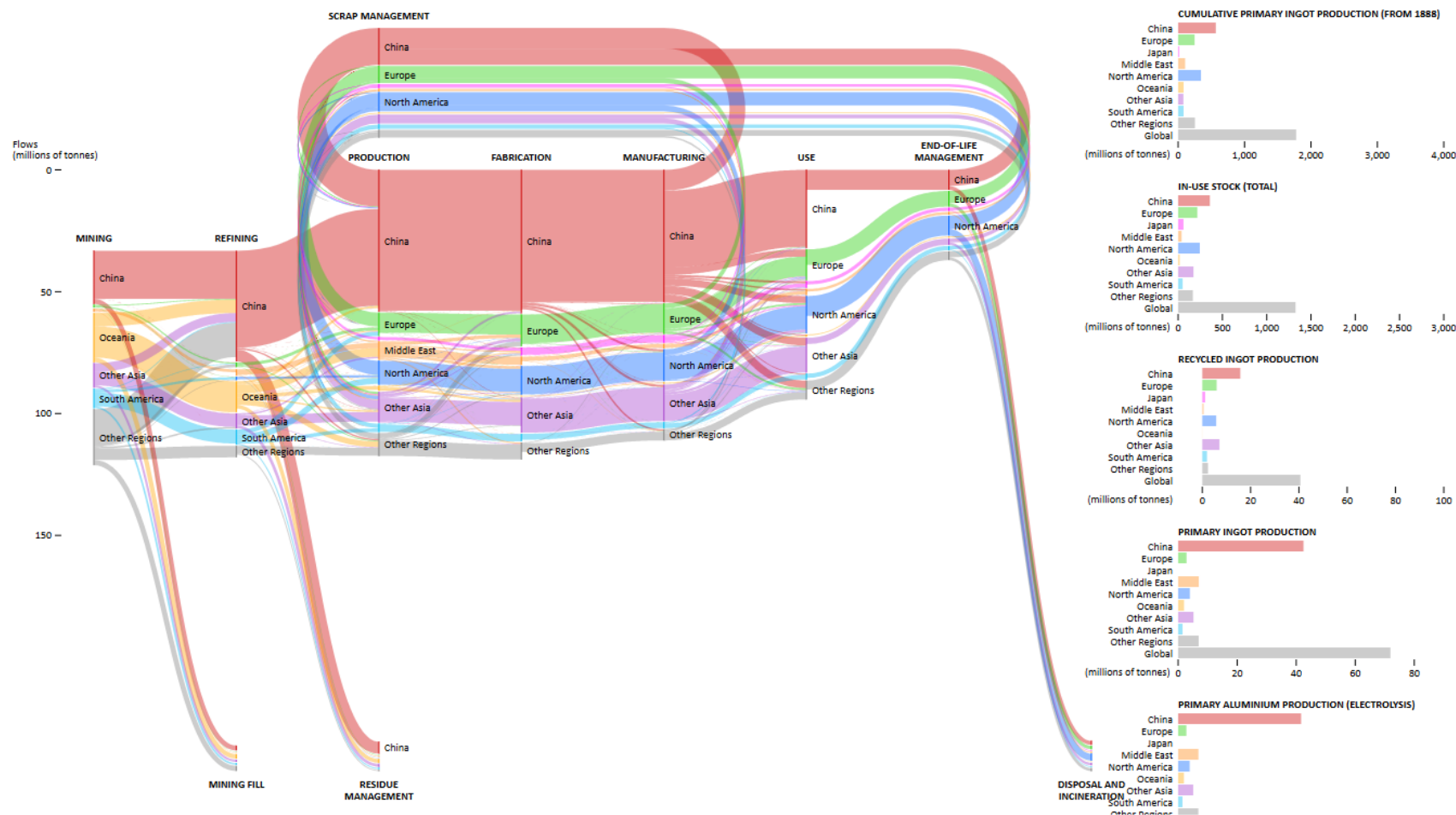
» **Hintapreemio ja markkinapotentiaali:** Matalahiilinen alumiini alkaa muodostua omaksi kauppatavaran luokaksi, johon liittyy preemioita. Kuluttajat, yritykset ja julkiset hankinnat voivat jatkossa vaatia alumiinilta tietyn päästöintensiteetin.

» **Primäärituotanto + kierrätys:** Primäärituotanto on energiateensiivistä, ja sen ohella suuri potentiaali on sekundaarialumiinissa (kierrätys), jossa on matalampi energia-/hiilijalanjälki.

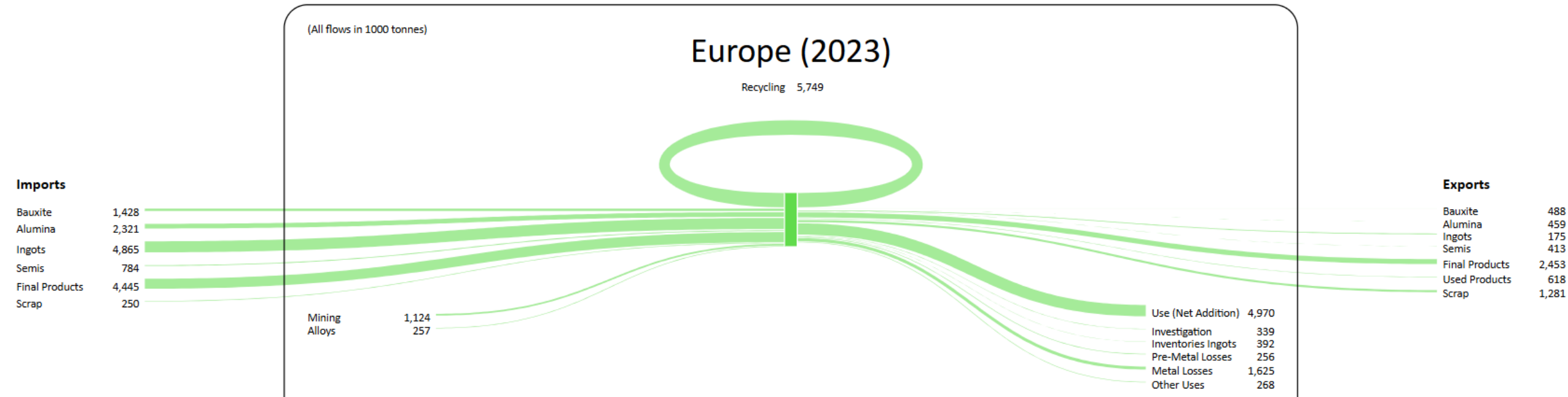
Arctialin projekti vahvistaisi EU-alueen huoltovarmuutta ja voisi vastata kasvavaan kysyntään kestävästä alumiinista, esimerkiksi auto- ja kuljetusteollisuudessa sekä rakennus- ja pakkausteollisuudessa, joissa ympäristövastuu ja hiilijalanjälki ovat yhä useammin tärkeä tekijä.

Alumiini globaalisti – Euroopan merkitys

- » Globaalisti **EU on suhteellisen pieni alumiinin jalostaja** ja käsittelijä.
- » Euroopan suhteellinen osuus elektrolyysi-valmisteisesta alumiinista on vähäinen - vain **n. 2,7 milj. tonnia** (vs. Globaalisti 70 milj. tonnia).
- » Alumiinin **kierrätyksen osuus on kasvanut** globaalisti ja on nykyisellään n. 40 milj. tonnia vuosittain (**EU n. 5,7 milj. tonnia**).



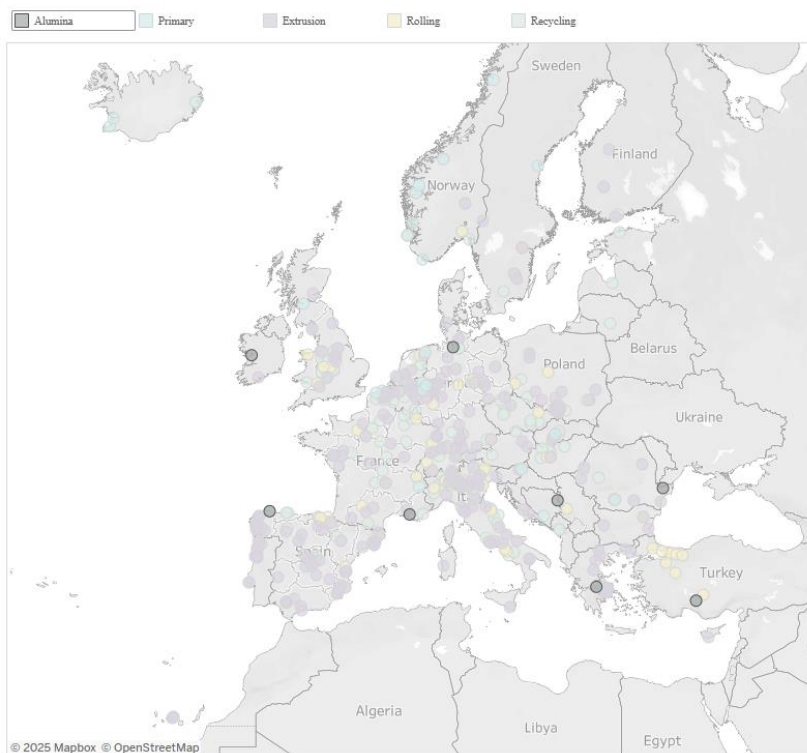
Alumiinituotanto Euroopassa



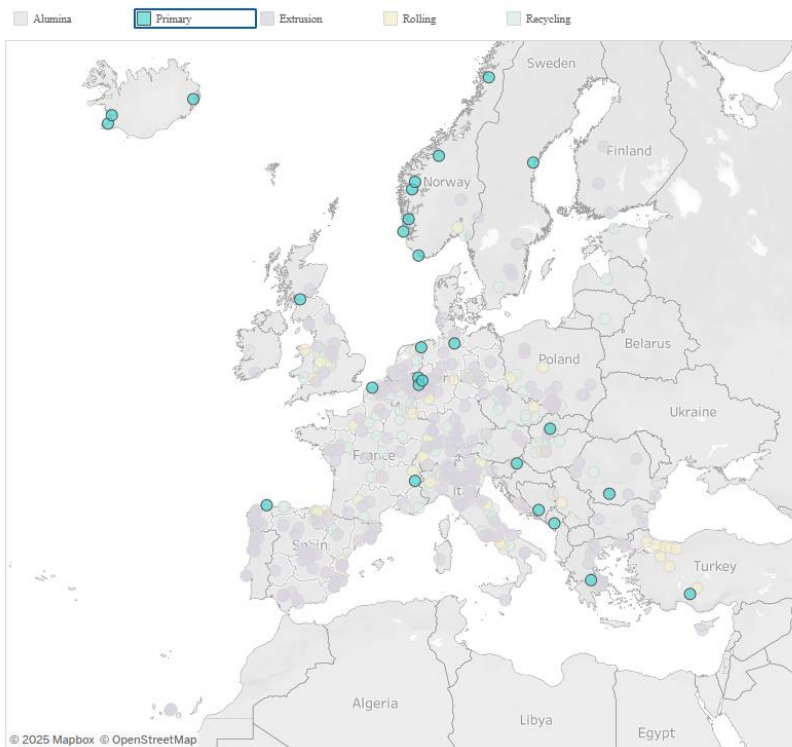
- » Euroopassa tuotetaan maailman alumiinista vain n. **8 %**, mutta se edustaa **vain 3 % alan CO₂-päästöistä**.
- » Sähköntuotannon päästöt määrittävät 60–70 % koko hiilijalanjäljestä.
- » Energiatehokkuus parantunut 20 vuodessa noin **30 %**.
- » Kierrätysosuus maailmanlaajuisesti kasvaa: 2023 → 2050 **32 % → 50 %** tuotannosta.
- » Vähähiilisen alumiinin tuotantokustannus on n. **20–40 % korkeampi** kuin perinteisen, mutta erot tasoittuvat, jos hiilen hinnoittelu (ETS/CBAM) kiristyy.

Alumiinitehtaat Euroopassa

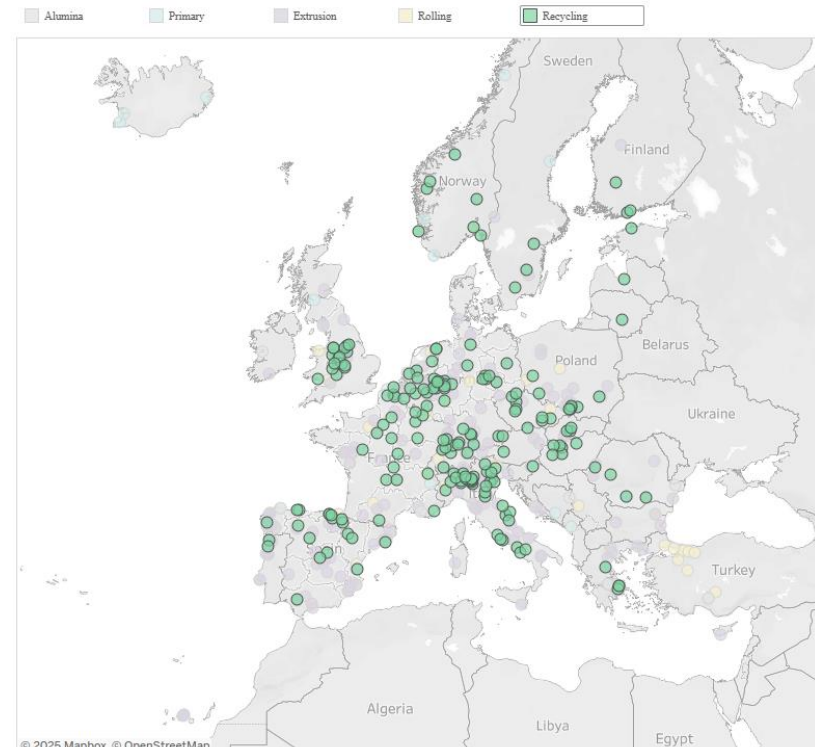
Alumina (bauksiitista alumiinioksidiksi)



Primäärituotanto (sulatto -> alumiinioksidista alumiiniksi)



Kierrätys (alumiiniromun kierrätys)



Alumiiniklustereita globaalisti

Globaalisti erilaisia alumiinin ympärille keskittyneitä klustereita on useita. Haastattelujen perusteella esimerkkejä vertailtavista klustereista ovat **AluQuebec** (Kanada), **Alba** (Aluminium Bahrain), **Sohar Aluminium** (Oman) sekä **KIZAD** (Abu Dhabi).

- » **AluQuebec** – Kanadan Quebecissa vuodesta 2013 saakka toiminut alumiiniklusteri. Klusterin jäseninä ovat a) rahoituskumppanit kuten, aluehallinto paikallishallinto, alumiinikattojärjestö Kanadassa (Aluminium Association of Canada) sekä yrityksiä b) asiantuntijakumppanit yliopistot ja tutkimuskeskus, c) toimialakohtaiset kumppanit, kuten verkostot ja järjestöt (esim. Teknologiateollisuus) sekä kansalliset "Alumiini Excellence" toimijat.
- » **Alba** – Bahrainin ensimmäinen ja jo 50 vuotta toiminut alumiinitehdas, joka valmistaa vuosittain 1,62 milj. tonnia alumiinijalosteita. Alban alueella toimii oma kampus, jonka ympärille ollaan kehittämässä "*Aluminium Downstream Parkia*", jonka tavoitteena on nostaa tehtaalta valmistuvan alumiinin jalostusastetta eri tuotteiden ja jalosteiden valmistuksella.
- » **Sohar** – Omaninissa sijaitsevan tehdaskokonaisuuden kapasiteetti on 390 000 tonnia alumiinijalosteita. Tehtaan yhteydessä on neljä jatkojalostuksen toimijaa Oman aluminium processing Industries SPC (alumiinitangot ja johtimet), Oman aluminium rolling Company LLC (alumiinilevyt), Oman aluminium Cast LLC (harkot), sekä Synergies (alumiinivanteet).
- » **KIZAD** – Abu Dhabissa vuodesta 2009 toiminut alumiinisulattamo, jonka kapasiteetti on 1,5 milj. tonnia vuodessa. Tuotanto on keskittynyt erityisesti "premium" alumiinin valmistukseen, ja alueen yhteydessä on useampia toimijoita, jotka jatkojalostavat alumiinia erilaisiksi valmisteiksi ja jatkojalosteiksi. Tehtaan kierrätyskapasiteetti on 170 000 tonnia vuodessa. Tehtaan yhteydessä on innovaatio-osasto, joka on verkostoitunut sekä paikallisten että kansainvälisten yliopistojen kanssa. Tehtaalla on myös oma innovaatioiden edistämisen suunnitelma, jossa kannustetaan kaikkia toiminnassa mukana olevia kehittämään ja edistämään alumiinin tuotannon, jalosteiden ja prosessien innovaatioita.

Vähähiilisen alumiinituotannon kilpailukykytekijät

Vähähiilisen alumiinituotantolaitoksen sijoittumisen kannalta keskeiset kilpailukykytekijät ovat **edullinen vähähiilinen sähkö, nopeat lupaprosessit, logistinen sijainti ja infra sekä vahva TKI-ekosysteemi.**

- » **Uusiutuva energia / vähähiilinen sähkö** on ratkaiseva tekijä – se määrittää pitkälti kilpailukyvyn, sillä alumiinin tuotannossa hintakilpailukyky on tärkeä osa.
- » **Prosessien sähköistäminen ja TKI-yhteistyö** (laatu) ovat keskeisiä klusterin kasvun ajureita.
- » **Korkean puhtauden kierrätysmateriaali** on rajallinen resurssi ja edellyttää alueellisia ratkaisuja.
- » **Säätely- ja markkinapaine** nostavat vähähiilisen alumiinin arvoa – ja tarjoavat mahdollisuuden erottautua (ETS - päästökauppa, CBAM - hiilitullijärjestelmä, EU-taksonomia - kestävän rahoituksen luokitusjärjestelmä -> päästöintensiteetti jää alle määrätyn raja-arvon (n. 4,5 tCO₂/t Al))

Vastaavasti **keskeisiä kyvykkyyksiä alumiinituotannossa ovat erityisesti:**

- » Suuri kapasiteetti ja huippuluokan tuotanto-osaaminen
- » Operatiivinen kyvykkyys: turvallinen, luotettava ja kustannustehokas toiminta
- » Energiatehokkuus ja vähähiilinen tuotanto

Arctialin vähähiilinen primäärialumiinin tuotantolaitos Kokkolaan ja Kruunupyyhyn

- » Kruunuporttiin sijoittuvan laitoksen suunnitellaan toteutuessaan tuottavan ulkomailta tuodusta alumiinioksidista 99,7 %:n puhdasta alumiinia.
 - Suomen kallioperässä on alumiinia, mutta se ei ole toistaiseksi kannattavasti hyödynnettävissä alumiinjalostuksen tarpeisiin.
- » Alumiinin jatkojalostuksen kapasiteetit n. **9 % Euroopan alumiinituotannosta** (8 213 kt 2023)
 - Valssaamon levytuotteita 150 000 t/a
 - Valimon alumiinituotteita 550 000 t/a
 - Kierrätys 50 000 t/a
- » **Kierrätyksessä mahdollistuu 50 t/a ulkoisen alumiiniromun vastaanotto** (erit. asiakasarvoketjuromun koneistus ja leikkausjätteet sekä mahdollisesti kuluttajajäte kuten juomapakkaukset), sekä tehtaan ja valssaamon oman alumiinijätteen käsittely.
 - Kuluttajamateriaalien kierrätys toteutetaan aikaisintaan laitoksen päätoimintojen käynnistyttyä.
- » **Tehtaan tuotteet on tarkoitettu teollisuuden tarpeisiin.** Jatkojalostuksen tuotteita ei ole määritelty.
 - Valssaamo kykenee tuottamaan 0,0008 mm - 2,5 mm litteitä tuotteita. (käypiä esim. autoteollisuus, akut, pakkaukset, rakentaminen/infra, elektroniikka ja additive manufacturing)

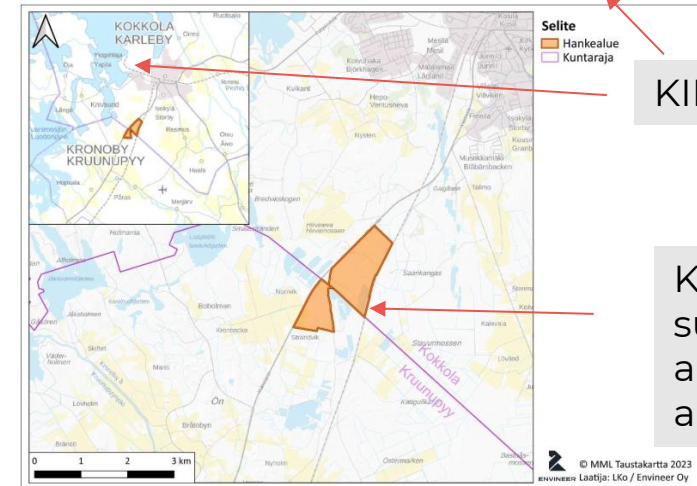
Kokkolan vahvuudet

- » **Energia.** Puhdas ja kilpailukykyinen energia on kriittisin menestystekijä ja vähähiilisyys luo kilpailuetua. Alueella on saatavilla kilpailukykyistä ja vähähiilistä sähköä. Kestävän kehityksen painotus nähdään selkeänä kilpailuetuna. Fortumin mukanaolo projektissa on erityisen tärkeä, sillä sähkön merkitys alumiinituotannossa on ratkaiseva.
- » **Logistiikka ja infrastruktuuri.** Satama, rautatie, maantiekuljetukset ja lentokenttä – hyvä saavutettavuus teollisille virroille. Kaupungilla on toimiva satama ja valmiuksia suuriin materiaalivirtoihin, mutta parannuksia tarvitaan edelleen etenkin verkostoihin ja logistiikkaan. Näihin liittyy myös puolustusteollisuuden kytkeytyviä investointeja.
- » **Teollinen perusta ja osaaminen.** Metallien, kaivosten ja kemian alan pitkä historia ja vahva osaamispohja. Kokkola erottuu pitkän teollisen historian, osaamisen ja perinteiden ansiosta. Päivittäinen toiminta vaatii erittäin ammattitaitoista työvoimaa. Kokkola Industrial Park on toimiva malli teollisesta yhteistyöstä ja kiertotaloussymbioosista. Alueella on vahvaa kemian, metallurgian ja prosessiteollisuuden osaamista sekä koulutusorganisaatioita, joilla on kyky vastata yritysten tarpeisiin.
- » **Saatavilla oleva maa ja teollisuusalueet.** Pitkät teolliset perinteet ja maankäyttövalmius uusille investoinneille.
- » **Yhteiskunnallinen tuki.** Alueen väestön ja julkisten toimijoiden myönteinen suhtautuminen investointeihin. Paikallisyhteisön myönteinen suhtautuminen, tonttien saatavuus ja viranomaisten yhteistyövalmius.
- » **Kestävän kehityksen painotus.** Kokkola on aktiivinen kiertotaloudessa ja vastuullisuudessa – hyvä maine vihreän siirtymän edelläkävijänä.

Kokkolan toimintaympäristö ja teollinen perusta

Kokkolan ja Kokkola Industrial Parkin (KIP) alueella on pitkä teollinen historia. Kokkola on ollut satamakaupunki jo 1500-luvulta. 1940-luvulta alkaen Kokkolan suurteollisuusalue (KIP yhdistyksenä perustettu 2006) on rakentunut kemianteollisuuden, metallinjalostusteollisuuden sekä prosessiteollisuuden keskittymäksi. Taustalla oli ajatus turvallisuudesta ja turvallisesta toimintaympäristöstä tärkeiden teollisuuslaitosten sijoittamisessa.

- » KIP sijaitsee Ykspihlajan kaupunginosassa noin viisi kilometriä Kokkolan kaupungin keskustasta luoteeseen. KIP on pinta-alaltaan 700 hehtaarin kokoinen alue. Alueella toimii 16 tuotannollista yritystä ja noin 60 palveluyritystä, yhteensä noin 80 toimijaa. Näissä yrityksissä työskentelee yhteensä 2 400 henkilöä. Palveluyritykset tarjoavat erilaisia tuotteita ja palveluja tukemaan alueen tuotantolaitoksien ydintoimintoja.
- » KIP:n alueen valmiudet ovat laajat. Alueelta löytyy palveluyhtiöiden toimesta kattava hyödyke- ja palvelutarjonta muun muassa viemäriverkostot, putkisillat, rautatiet, tehdaspalokunta ja vartiointi. Suurteollisuusalueen välittömässä läheisyydessä toimii Kokkolan Satama. Alueen infrastruktuuria tukee laaja tieverkosto, rautatiet, toimitilat, teollisuudelle kaavoitettu tonttimaa, putkisillat, kuituliittymät sekä viemärointi.
- » KIP:n alueen rautatieyhteys tulee alueen ytimeen Kokkolan keskustan kautta, joka on pääradan varrella. Raideleveys on sama Kiinan rajalle saakka. Kokkolassa risteävät Eurooppatie E8 sekä valtatie 13 ja 28. Kokkola-Pietarsaaren lentoasemalle on 15 minuutin matka, josta on suorat lennot Helsinkiin. Logistiikan erinomaisuuden alleviivaa huippuvarusteltu satama, jossa on joka sään terminaalit (AWT), 14 metrin syvyinen syväväylä sekä säännöllinen konttiliikenneyhteys Eurooppaan.

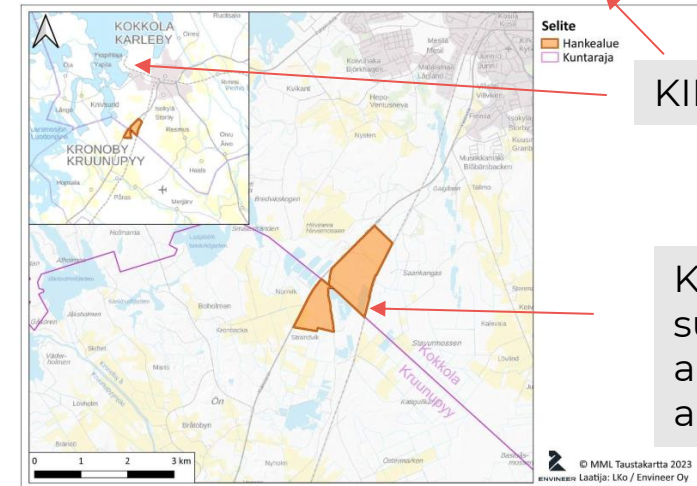


KIP:n teollisuusalue

Kruunuporttiin suunnitellun alumiinitehtaan alue

Kokkolan toimintaympäristö ja teollinen perusta

- » KIP:lla on heti saatavana runsaasti eri hyödykkeitä teollisuuden käyttöön: meri-, pinta-, talous- ja ionivaihdettuavettä, ammoniakkia, argonia, happea, höyryä, kalkkia, kaukolämpöä, paineilmaa, raskasta polttoöljyä, rikkihappoa, suolahappoa, typpeä, vetyä sekä varmistettua sähkönsyöttöä. KIP:n alueella on myös saatavilla teollisuuden tukipalveluita.
- » KIP Service Oy auttaa mm. tonttimaan että toimitilojen, hyödykkeiden, ammattilaisien ja yhteistyökumppaneiden, lakisääteisten turvallisuus- ja ympäristöasioiden hoidon, koulutuksien sekä huolto- ja kuljetuspalveluiden hankinnassa. Kaikki KIP:n alueella tarjottavat palvelut ovat yrityksen tarpeiden mukaan räätälöitävissä.
- » KIP:n alueella tehdään laajasti yhteistyötä turvallisuus- ja ympäristöasioissa. Yhteistyötä tehdään laajasti muun muassa kulunvalvonnassa, vartiointissa ja muissa turvallisuuspalveluissa, palo- ja pelastustehtävissä sekä lakisääteisissä ympäristötarkkailuissa ja muissa seurantajärjestelmissä, joihin uudet yritykset voivat liittyä mukaan. Kustannustehokas yhteistyö helpottaa sekä alueella toimivien yritysten omaa toimintaa että uusien toimijoiden sijoittumista.
- » KIP:n alueen ja suunnitellun Kruununportin alumiinitehtaan välistä yhteyttä tukee niin maantieteellinen läheisyys, kulkuyhteydet, tavaravirrat sekä osaamispohja. Alueiden TKI-toimijat voisivat tukea TKI-toiminnan kehittymistä, alueiden välistä synergiaa sekä teollisen osaamisen kehittymistä.



KIP:n teollisuusalue

Kruununporttiin
suunnitellun
alumiinitehtaan
alue

Investointiin liittyvä laajempi potentiaali alueella

- » Arctialin investoinnin toteutuminen olisi erittäin merkittävää **aluetaloudellisesta näkökulmasta**. Tehtaan työllistäväksi vaikutukseksi arvioidaan suoraan n. 1 500 henkilöä ja epäsuorasti n. 3–5 kertaisesti suoraan työllistettyjen määrä, eli n. 4 500–8 000.
- » Työllisyysvaikutukset merkittäviä koko arvoketjuun. Investointi tuo osaajia alueen ulkopuolelta ja yritystoiminnan lisääntyessä työnkierto voimistuu.
- » **Potentiaali on vieläkin merkittävämpi, jos jatkojalostusketjua saadaan muodostumaan paikallisesti.**

Esimerkkinä Rio Tinton primäärialumiinitehtaiden kokonaisuus Kanadassa, Quebecissä

Alumiiniteollisuus käynnistyi alueella jo 1900-luvun alussa. Vuonna 2007 Rio Tinto osti kanadalaisen Alcan Incorporated -yhtiön ja 2010–2013 Rio Tinto käynnisti uuden teknologian “AP60” pilottilinjan alueella. Rio Tinto kuvaa Saguenay–Lac-Saint-Jeania tärkeäksi keskuksesi ja kertoo olevansa suurin yksityinen investoija alueella (päivittäinen ylläpito- ja kilpailukykyinvestointi > 1 M C\$ / vrk). Tuotanto vastaa lähes puolesta yhtiön globaalista alumiinituotannosta (Rio Tinto raportoi 1,5 Mt alumiinia 2024). Alueella on

- **5 primäärialumiinisulattoa:** Alma, Laterrière, Grande-Baie, Arvida ja Vaudreuil
- **1 alumiinioksidijalostamo** (Vaudreuil Refinery, Jonquière),
- **6 vesivoimalaitosta** (Saguenay-joen laitosketju; yhtiö käyttää alueella 100 % uusiutuvaa vesivoimaa)
- **Rautatieverkosto** ja **satama**,
- **Aluminium Operations Centre (AOC)**, joka ohjaa koko Kanadan tuotantoa
- **Aluminium Valley Society (AVS)** kokoaa yhteen yli 100 OEM-valmistajaa ja jatkojalostajaa (ekstruusio, valssaus, komponentit, konepajateollisuus)
- **Arvida Research and Development Centre (ARDC)** ja **Aluminium Operations Centre (AOC)**. Arvida R&D Centre on pitkän linjan T&K-laitos (per. 1946), joka patentoi seoksia ja tuottaa satoja tieteellisiä julkaisuja. AP60-teknologiatekeskus kehittää kennotekniikkaa, joka tuottaa ~40 % enemmän metallia per solu kuin perinteiset linjat.
- Alueellinen TKI-ekosysteemi: **CQRDA** (Centre de recherche et de développement de l'aluminium) rahoittaa ja sparraa alan TKI-hankkeita; viime vuosina julkista rahoitusta on vahvistettu, ja organisaatio on tukenut huomattavia määriä projekteja Québecissä
- Yhtiön **Regional Economic Development (RED)** -ohjelma on kanavoinut vuodesta 2004 alkaen lähes C\$70 M alueen elinkeinoin ja kumppanuuksiin (mm. innovaatiot, kiertotalous, digitalisaatio).

Lähde: [Rio Tinto Saguenay–Lac-Saint-Jean | Canada](#)

Alumiinitehtaan investointiin liittyvät haasteet Suomen ja Kokkolan näkökulmasta

- » **Alumiinioksidin ja romu/kierrätysalumiinin saatavuus.** Sekundäärisen raaka-aineen virrat painottuvat Keski-Eurooppaan ja lähialueiden saatavuus raaka-aineelle rajallinen nykyisellään.
- » **Infrastrukturi ja sähkökapasiteetti.** Sähköverkon ja kapasiteetin riittävyys ja energia nousivat huolenaiheiksi haastatteluissa.
 - **Sähköverotus ja sähkönsiirtomaksut** ja niiden tasa-arvoisuus ovat kriittinen kysymys, joka vaatii valtion toimia.
- » **Osaajat ja demografinen kehitys.** Alumiinispesifinen osaaminen, sähkö- ja automaatiotekniikka sekä prosessityöntekijät ovat kriittisiä, joiden riittävyys alueella tulevaisuudessa on tärkeä varmistaa.
- » **Säätely ja luvitus.** Pitkät lupaprosessit ja ennakoitavuuden puute (kansallinen ja EU-politiikka sekä globaalit kysymykset) voivat hidastaa investointeja.
- » **Arvoketjun hajanaisuus.** Suomessa ei ole perinteisesti ollut metallien loppujalostusta – tarvitaan parempaa toimijoiden verkottumista ja arvoketjun kokonaiskuvaa.

3. Arvoketjunäkökulma vähähiiliseen alumiinituotantoon Kokkolassa

Arvoketjujen tarkastelu

Työssä on ollut olennaista tunnistaa ja avata tarkemmin vähähiilisen alumiinituotannon arvoketjua, ja mitkä tekijät ovat kriittisiä sen kehittymisen kannalta. Arvoketjua on lähestytty kahdella rinnakkaisella “polulla” eli toisaalta 1) materiaalin tuotantoon liittyvän arvoketjun sekä 2) arvoketjun ja liiketoiminnan uudistamisen eli TKI-toiminnan näkökulman kautta.

Ensimmäinen näkökulma on alumiinituotannon perinteinen arvoketju, joka kuvaa materiaalivirtojen kulkua aina raaka-aineiden hankinnasta loppuasiakkaille. Tämän ketjun kriittisiä vaiheita ovat esimerkiksi:

- » Raaka-aineet ja komponentit sekä energia: materiaalien ja teknologisten ratkaisujen saatavuus ja vastuullisuus.
- » Tuotanto ja valmistus: prosessien vähähiilisyys, tehokkuus ja turvallisuus.
- » Myynti, jakelu ja logistiikka: alueen infrastruktuuri ja kansainväliset yhteydet.
- » Loppuasiakkaat ja elinkaari: käyttöönotto, huolto, suunnittelu- ja kiertotalousratkaisut.

Tarkastelu tuo näkyviin sen, mitkä toimijat ja resurssit ovat keskeisiä Kokkolan klusterin kilpailukyvyllä, ja missä kohdissa voi syntyä pullonkauloja tai uusia liiketoimintamahdollisuuksia.

Toinen näkökulma keskittyy tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoimintaan. Tämän arvoketjun kriittisiä vaiheita ovat

- » Edellytysten luominen: strategiset investoinnit, osaamispohjan vahvistaminen, vaikuttaminen
- » Tutkimus ja tiedontuotanto: korkeakoulut, tutkimuslaitokset, yritysten oma TKI
- » Soveltaminen ja pilotointi: yritysten ja TKI-toimijoiden yhteiskehittäminen ja testialustat
- » Kaupallistaminen ja skaalaus: liiketoimintamallien uudistaminen ja laajamittainen käyttöönotto

Tässä näkökulmassa on tunnistettu erityisesti TKI-toimijat, jotka mahdollistavat osaamisen uudistamisen ja uusien ratkaisujen kehittämisen vähähiilisen alumiinituotannon klusterin vahvistamiseksi. Näin varmistetaan, että klusteri ei ainoastaan tuota alumiinia, vaan myös luo uusia innovaatioita ja kilpailuetua.

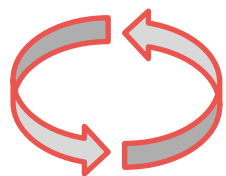
ALUMIINITUOTANNON ARVOKETJU

1. RAAKA-AINEET JA KOMPONENTIT, ENERGIA: materiaalien ja teknologisten ratkaisujen saatavuus ja vastuullisuus

2. VALMISTUS / JALOSTUS: prosessien vähähiilisyys, tehokkuus ja turvallisuus

3. MYyntI, JAKELU JA LOGISTIIKKA: alueen infrastruktuuri ja kansainväliset yhteydet

4. LOPPUASIAKKAAT JA ELINKAARIPALVELUT: käyttöönotto, huolto, suunnittelu- ja kiertotalousratkaisut



ALUMIINITUOTANTOON LIITTYVÄ TKI-TOIMINNAN ARVOKETJU

0. EDELLYTysten LUOMINEN JA MAHDOLLISTAMINEN: strategiset investoinnit, osaamispohjan vahvistaminen, vaikuttaminen

1. TUTKIMUS & TIEDONTUOTANTO: korkeakoulut ja oppilaitokset, tutkimuslaitokset, yritysten oma TKI

2. SOVELTAMINEN & PILOTOINTI: yritysten ja TKI-toimijoiden yhteiskehittäminen ja testialustat

3. KAUPALLISTAMINEN JA SKAALAUS: laajamittainen käyttöönotto

Arvoketjunäkökulma jäsentää vähähiilisen alumiinituotannon kokonaisuutta prosessuaalisesti raaka-aineista tuotantoon, jatkojalostukseen ja kiertotalouteen. Sen rinnalla on tärkeää analysoida ja tunnistaa myös TKI-toiminnan näkökulma ja ne toimijat, jotka tukevat TKI-arvoketjua. Näin voidaan tunnistaa, millaisia uusia liiketoimintamahdollisuuksia vähähiilinen alumiinituotanto synnyttää ja millaisia riippuvuuksia tai pullonkauloja arvoketjussa voi esiintyä.

HUOM! Seuraavaksi esitettävät kuvaukset ovat lähinnä esimerkkejä ja tausta-analyysin ja aineiston perusteella tehtyjä nostoja arvoketjuihin liittyvistä huomioista ja mahdollisuuksista. Selvitystä tehdessä ei ole vielä varmuutta investoinnin toteutumisesta ja todellisista arvoketjuista. Siten arvoketjut eivät kuvaa (välttämättä) Arctial suunnitelmia tai vastaa toteutuvan investoinnin kokonaisuutta, vaan tuovat esille siihen liittyviä erityisiä piirteitä.

1. RAAKA-AINEET JA KOMPONENTIT, ENERGIA: materiaalien ja teknologisten ratkaisujen saatavuus ja vastuullisuus

2. VALMISTUS / JALOSTUS: prosessien vähähiilisyys, tehokkuus ja turvallisuus

3. MYYNTI, JAKELU JA LOGISTIIKKA: alueen infrastruktuuri ja kansainväliset yhteydet

4. LOPPUASIAKKAAT JA ELINKAARIPALVELUT: käyttöönotto, huolto, suunnittelu- ja kiertotalousratkaisut

Keskeiset huomiot arvoketjusta:

Raaka-aineiden ja materiaalien saatavuus

- **Primääriraaka-aineet:**
 - Alumiinioksidi tuodaan pääosin Brasiliasta ja Australiasta, joissa CO₂-jalanjälki on alhaisempi kuin muilla tuottajamailla. Suomen kallioperän alumiinivarat eivät ole nykyteknologialla kannattavasti hyödynnettävissä, joten **tuontiriippuvuus** säilyy merkittävänä.
 - Tämä lisää painetta **kotimaisen ja pohjoismaisen materiaalikierron** kehittämiseen sekä korvaavien mineraalien tutkimukseen (esim. zeoliittisivutuotteet Kaustisen Keliber-hankkeesta).
- **Sekundääriraaka-aineet (kierrätys):**
 - Kierrätysalumiinin käyttö nähdään keskeisenä vähähiilisyyden tekijänä, sillä se vaatii vain noin **5 % primäärivalmistuksen energiasta**.
 - Haasteina ovat **korkealaatuisen romun saatavuus, laatu ja lajittelu**, ja tarve on luoda alueellinen toimitusketju kierrätysmateriaalille.
 - Ehdotettuja ratkaisuja ovat **purkamon tai romuttamon** perustaminen alueelle sekä **primäärin ja sekundäärin raaka-aineen sekoittaminen** korkealaatuisten tuotteiden valmistamiseksi.
- **Sivuvirrat ja korvaavat materiaalit:**
 - KIP-alueen metallien ja kemianteollisuuden sivuvirrat, kuten metallioksidipölyt ja suolat, voivat toimia **raaka-aineina tai prosessikemikaaleina** alumiinituotannossa.

ALUMIINITUOTANNON ARVOKETJU

1. RAAKA-AINEET JA KOMPONENTIT, ENERGIA: materiaalien ja teknologisten ratkaisujen saatavuus ja vastuullisuus

2. VALMISTUS / JALOSTUS: prosessien vähähiilisyys, tehokkuus ja turvallisuus

3. MYyntI, JAKELU JA LOGISTIIKKA: alueen infrastruktuuri ja kansainväliset yhteydet

4. LOPPUASIAKKAAT JA ELINKAARIPALVELUT: käyttöönotto, huolto, suunnittelu- ja kiertotalousratkaisut

Keskeiset huomiot arvoketjusta:

Energia ja infrastruktuuri

- **Energiaintensiivisyys ja sähkö:**

- Alumiinin valmistus on erittäin sähköintensiivistä, ja kilpailukyky riippuu vähähiilisen sähkön hinnasta ja saatavuudesta.
- Fortumin ja Fingridin mukanaolo varmistaa hiilineutraalin sähkön ja 400 kV liittynnän.
- Sähköverkon kapasiteetti ja siirtomaksut tunnistetaan kriittisiksi tekijöiksi.

- **Energiaratkaisut ja kestävyys:**

- Energian lähteet ovat pääosin uusiutuvia ja hiilineutraaleja; maakaasun käyttö rajoittuu anodien valmistukseen. Biokaasun tuottajat voivat korvata prosesseissa fossiilista maakaasua
- KIP-alueen yhteinen energiajärjestelmä (sähkö, höyry, paineilma) ja hiilidioksidin talteenotto tarjoavat mahdollisuuksia teolliseen symbioosiin ja hukkalämmön hyödyntämiseen

ALUMIINITUOTANNON ARVOKETJU

**1. RAAKA-AINEET JA
KOMPONENTIT, ENERGIA:**
materiaalien ja teknologisten
ratkaisujen saatavuus ja vastuullisuus

2. VALMISTUS / JALOSTUS:
prosessien vähähiilisyys, tehokkuus ja
turvallisuus

**3. MYynti, JAKELU JA
LOGISTIIKKA:** alueen
infrastruktuuri ja kansainväliset
yhteydet

**4. LOPPUASIAKKAAT JA
ELINKAARIPALVELUT:** käyttöönotto, huolto,
suunnittelu- ja kiertotalousratkaisut

Keskeiset huomiot arvoketjusta:

Toimija:

Arctial MidstreamCo Oy

Rio Tinto

Mitsubishi Corporation

ABB

Fortum

KIP-yritykset

Rooli arvoketjussa:

Hankekokonaisuuden vetäjä, integroitu vähähiilisen alumiinin tuotanto.

Alumiinivalmistus ja AP60-elektrolyysiteknologia ja vähähiilisen prosessin osaaminen.

Kansainvälinen toimitusketju- ja markkinakokemus, energia- ja vetytalouden integraatiot.

Sähköistys- ja automaatoratkaisujen toteutus, prosessiturvallisuus ja energiatehokkuus.

Hiilineutraalin sähkön toimitus.

Kiertotalouden ja CO₂-hyödyntämisen alusta, symbioosit ja pilotointi.

ALUMIINITUOTANNON ARVOKETJU

1. RAAKA-AINEET JA KOMPONENTIT, ENERGIA: materiaalien ja teknologisten ratkaisujen saatavuus ja vastuullisuus

2. VALMISTUS / JALOSTUS: prosessien vähähiilisyys, tehokkuus ja turvallisuus

3. MYYNTI, JAKELU JA LOGISTIIKKA: alueen infrastruktuuri ja kansainväliset yhteydet

4. LOPPUASIAKKAAT JA ELINKAARIPALVELUT: käyttöönotto, huolto, suunnittelu- ja kiertotalousratkaisut

Keskeiset huomiot arvoketjusta:

KIP on Pohjoismaiden suurin epäorgaanisen kemian keskittymä ja toimii **teollisen symbioosin alustana**, jossa alumiiniteollisuus voisi liittyä muihin prosessivirtoihin:

Sivuvirtojen hyödyntäminen:

- Metallien ja kemianteollisuuden sivuvirrat (metallioksidit, suolat, lietteet) voivat tarjota mahdollisuuksia alumiinituotannon raaka-aineiksi ja prosessikemikaaleiksi.

Energia- ja vesikierto:

- KIP:n yhteinen höyry-, sähkö- ja vedenjakelujärjestelmä mahdollistaa resurssien tehokkaan ja turvallisen käytön.
- Hukkalämpö ja hiilidioksidi voidaan hyödyntää alueen Power-to-X -laitoksissa tai kaukolämpöverkossa.

CO₂-talteenotto ja hyödyntäminen:

- Tehtaan järjestelmä mahdollistaa hiilidioksidin erottamisen ja talteenoton prosessipäästöistä. Arctialin suunnitelmissa CO₂ ei ole pelkkä jätevirta vaan **resurssi**, joka voidaan hyödyntää **vetytalouden ja Power-to-X -prosessien** raaka-aineena.
- Talteen otettua hiilidioksidia voidaan jatkojalostaa **synteettiseksi metanoliksi, metaaniksi ja ammoniakiksi** yhdistämällä se vihreään vetyyn, jota suunnitellaan tuotettavaksi Kokkolan seudun teollisuudessa. Näin muodostuu **suljettu hiilikierto**, jossa päästö muuttuu raaka-aineeksi.

ALUMIINITUOTANNON ARVOKETJU

**1. RAAKA-AINEET JA
KOMPONENTIT, ENERGIA:**
materiaalien ja teknologisten
ratkaisujen saatavuus ja vastuullisuus

2. VALMISTUS / JALOSTUS:
prosessien vähähiilisyys, tehokkuus ja
turvallisuus

**3. MYyntI, JAKELU JA
LOGISTIIKKA:** alueen
infrastruktuuuri ja kansainväliset
yhteydet

**4. LOPPUASIAKKAAT JA
ELINKAARIPALVELUT:** käyttöönotto, huolto,
suunnittelu- ja kiertotalousratkaisut

Keskeiset huomiot arvoketjusta:

Sijainti ja saavutettavuus

- Kruunuportin teollisuusalueella on erinomainen yhteys satamaan, rautatieverkkoon ja lentokenttään. Tämä yhdistelmä tekee alueesta hyvin saavutettavan teollisuuspaikan Pohjois-Euroopassa.
- **Kokkolan Satama** on Suomen suurin **bulk-satama**, suurin **raideliikenne- ja transitoliikennesatama** sekä kolmanneksi suurin yleissatama. Sataman syväväylä (14,2 m) mahdollistaa Panamax- ja Capesize -luokan alusten liikennöinnin, mikä tukee tehokasta vientiä globaaleille markkinoille. Sataman kautta kulkevat myös **alumiinioksidin ja muiden raaka-aineiden tuontivirrat** sekä valmiiden tuotteiden vienti.
- **Vientiosaaminen** ja **kansainväliset logistiikkaketjut** ovat alueen vahvuuksia myös muiden merkittävien teollisuustoimijoiden ansiosta, jotka toimivat samoissa virroissa ja tukevat verkottunutta teollista toimintaa

ALUMIINITUOTANNON ARVOKETJU

1. RAAKA-AINEET JA KOMPONENTIT, ENERGIA: materiaalien ja teknologisten ratkaisujen saatavuus ja vastuullisuus

2. VALMISTUS / JALOSTUS: prosessien vähähiilisyys, tehokkuus ja turvallisuus

3. MYYNTI, JAKELU JA LOGISTIIKKA: alueen infrastruktuuri ja kansainväliset yhteydet

4. LOPPUASIAKKAAT JA ELINKAARIPALVELUT: käyttöönotto, huolto, suunnittelu- ja kiertotalousratkaisut

Keskeiset huomiot arvoketjusta:

Loppumarkkinat ja asiakassegmentit

- Pohjoismaat eivät ole suuria loppumarkkinoita; päämarkkinat ovat Keski-Euroopassa, erityisesti auto-, rakennus- ja kuljetusteollisuudessa. Kokkolassa tuotettavan vähähiilisen alumiinin keskeinen kilpailuetu on materiaalin alhainen hiilijalanjälki, korkea puhtaus ja jäljitettävyyys. Näitä ominaisuuksia arvostavat erityisesti ne toimialat, jotka ovat itse siirtymässä kohti hiilineutraalia tuotantoa ja kiertotaloutta. Euroopassa ja Suomessa kysyntä on kasvussa etenkin sektoreilla, joissa korostuvat vähähiilisyys ja kierrätettävyyys.

Auto- ja vene-/laivateollisuus:

- Vähähiilinen alumiini on kriittinen kevytrakenteiden, sähköautojen runkorakenteiden ja moottorilohkojen valmistuksessa. Alumiini veneiden runkomateriaalina on yleistymässä. Tulevaisuudessa yli puolet runkomateriaaleista voi olla alumiinia. Tällä hetkellä veneissä käytetty alumiini tulee ulkomailta ja venealan yritykset ostavat sitä valmiiksi leikattuna. Kotimainen materiaali kiinnostaa, mutta venealalla tarkat laatuvaatimukset (särmättävyys, pinnan laatu) ja tuotteiden tulisi olla spesifisti räätälöityjä.

Esimerkkitoimijoita Suomessa:

- Oy Kewatec AluBoat Ab, Kongsberg Maritime Finland Oy, Inhan Tehtaat Oy Ab – meriteollisuuden ja venevalmistuksen toimijat, joille keveys ja korroosionkesto ovat keskeisiä.
- Loncor Oy ja Valmet Automotive – sähköajoneuvojen komponentit ja akkumoduulit, joissa alumiini toimii sekä rakenteellisena että lämpöä johtavana materiaalina.
- Škoda Transtech Oy – raideliikennekalusto, jossa alumiiniprofiilit ja levyrakenteet ovat keskeisiä energiatehokkuuden ja painonsäästön vuoksi.

ALUMIINITUOTANNON ARVOKETJU

1. RAAKA-AINEET JA KOMPONENTIT, ENERGIA: materiaalien ja teknologisten ratkaisujen saatavuus ja vastuullisuus

2. VALMISTUS / JALOSTUS: prosessien vähähiilisyys, tehokkuus ja turvallisuus

3. MYYNTI, JAKELU JA LOGISTIIKKA: alueen infrastruktuuri ja kansainväliset yhteydet

4. LOPPUASIAKKAAT JA ELINKAARIPALVELUT: käyttöönotto, huolto, suunnittelu- ja kiertotalousratkaisut

Keskeiset huomiot arvoketjusta:

Rakennusteollisuus ja arkkitehtuuri:

- Alumiini on keskeinen materiaali energiatehokkaassa rakentamisessa ja kiertotalouden mukaisissa rakennusratkaisuissa. Keskeinen asiakasryhmä on rakennusmateriaalien ja julkisivuratkaisujen valmistajat (ikkunat, ovet, profiilit, kattorakenteet, julkisivut, aurinkosuojat ja sisätilaratkaisut jne.)

Esimerkkitoimijoita Suomessa:

- MäkeläAlu ja Purso – kotimaiset alumiiniprofiilien ja rakennusjärjestelmien valmistajat, jotka vievät tuotteitaan laajasti Eurooppaan.
- Inlook Colortech Oy ja Promeco Group Oy – erikoisprofiilit ja sisätilaratkaisut (esim. väripinnoitetut alumiinit, modulaariset rakenteet).
- Tibnor Oy ja Turun Sarjatuote Oy – metallituotteiden ja rakennuskomponenttien toimittajat, jotka hyödyntävät korkealaatuisia levy- ja profiilimateriaaleja.

Elektroniikka ja uusiutuva energia:

- Sähkö- ja elektroniikkateollisuudessa vähähiilinen alumiini on tärkeä johtomateriaalina ja rakenteissa, joissa tarvitaan keveyttä ja lämmönjohtavuutta. Keskeinen asiakasryhmä on sähköverkkojen, kaapeloinnin ja uusiutuvan energian komponenttien valmistajat.

Esimerkkitoimijoita Suomessa:

- Prysmian – globaali sähkökaapeleiden ja energiaratkaisujen valmistaja, joka painottaa hiilineutraaleja raaka-aineita.
- Promeco Group Oy – sähkö- ja elektroniikkakomponenttien sekä sähkökaapeliratkaisujen valmistaja, jonka toiminta liittyy myös uusiutuvan energian sektorille.

ALUMIINITUOTANNON ARVOKETJU

1. RAAKA-AINEET JA KOMPONENTIT, ENERGIA: materiaalien ja teknologisten ratkaisujen saatavuus ja vastuullisuus

2. VALMISTUS / JALOSTUS: prosessien vähähiilisyys, tehokkuus ja turvallisuus

3. MYYNTI, JAKELU JA LOGISTIIKKA: alueen infrastruktuuri ja kansainväliset yhteydet

4. LOPPUASIAKKAAT JA ELINKAARIPALVELUT: käyttöönotto, huolto, suunnittelu- ja kiertotalousratkaisut

Keskeiset huomiot arvoketjusta:

Pakkaus- ja kuluttajateollisuus:

- Vähähiilinen alumiini on kasvava materiaali kierrätettävissä kuluttajapakkauksissa ja elintarvikepakkauksissa (esim. juoma- ja ruokapakkaukset, kosmetiikkateollisuuden tuotteet, kuluttajatuotteiden suoja-pakkaukset).

Esimerkkitoimijoita Suomessa:

- Mäkelä Alu Oy ja Purso Oy – kotimaiset alumiiniprofiilien ja rakennusjärjestelmien valmistajat, jotka vievät tuotteitaan laajasti Eurooppaan.
- Inlook Colortech Oy ja Promeco Group Oy – erikoisprofiilit ja sisätilaratkaisut (esim. väripinnoitetut alumiinit, modulaariset rakenteet).
- Tibnor Oy ja Turun Sarjatuote Oy – metallituotteiden ja rakennuskomponenttien toimittajat, jotka hyödyntävät korkealaatuisia levy- ja profiilimateriaaleja.

Puolustus-, ilmailu- ja avaruusteollisuus:

- Näillä aloilla vähähiilinen alumiini nähdään strategisena materiaalina keveyden, korroosionkeston ja lujuuden vuoksi (ajoneuvorakenteet, lentokoneiden ja satelliittien osat, panssarointi ja varustekomponentit).

Esimerkkitoimijoita Suomessa:

- Oy Kewatec AluBoat Ab, Patria Oyj, Kongsberg Maritime Finland Oy – toimijoita, jotka valmistavat (sotilas)veneitä, ajoneuvoja ja asejärjestelmiä; vähähiilinen ja kotimainen alumiini parantaa huoltovarmuutta ja kestävän hankinnan profiilia.

Muut alat ja esimerkkitoimijoita Suomessa:

- Fiskars Finland Oy Ab – kuluttajatuotteet, joissa alumiinin visuaalisuus ja kierrätettävyyys ovat osa brändin vastuullisuusviestiä.
- Konepajateollisuus ja mekaaninen valmistus – alumiinia käytetään komponentteihin, runkorakenteisiin ja koneiden osiin, joissa vaaditaan lujuuden ja painon tasapainoa.

ALUMIINITUOTANNON ARVOKETJU

1. RAAKA-AINEET JA KOMPONENTIT, ENERGIA: materiaalien ja teknologisten ratkaisujen saatavuus ja vastuullisuus

2. VALMISTUS / JALOSTUS: prosessien vähähiilisyys, tehokkuus ja turvallisuus

3. MYYNTI, JAKELU JA LOGISTIIKKA: alueen infrastruktuuri ja kansainväliset yhteydet

4. LOPPUASIAKKAAT JA ELINKAARIPALVELUT: käyttöönotto, huolto, suunnittelu- ja kiertotalousratkaisut

Keskeiset huomiot arvoketjusta:

Alumiinin kiertotalous ja elinkaaripalvelut

Edellä mainittujen markkinasegmenttien rinnalla Kokkolan alumiiniklusteri tarjoaa yrityksille mahdollisuuden integroida:

- **Kiertotalousratkaisut**, joissa tuotannon ja käytön sivuvirrat palautuvat raaka-aineiksi.
- **Elinkaaripalvelut ja kunnossapito**, joissa paikalliset alihankkijat ja palvelutuottajat voivat tarjota tehtaalle ja huoltoa, kunnossapitoa, prosessien seuranta ja kehittämistä sekä suunnitteluratkaisuja.
- **CO₂-hyödyntämisen ja vetytalouden yhteydet**, joiden avulla loppuasiakas saa aidosti hiilineutraalin tuotteen osana laajempaa teollista kiertoa

Tehtaan ydinalue

Esim.

- Tuotannolliset toiminnot, sulatto- ja elektrolyyssitoiminnot jne.
- Teknologiset ratkaisut ja prosessien optimointi jne.
- Porttien sisäpuolella tapahtuva liikenne- ja palvelutoiminta (esim. vartiointi ja muu ravintola jne. palvelutoiminta)

Välittömässä läheisyydessä oleva yritys-, logistiikka- ja palveluvyöhyke

Esim.

- Alihankkija- ja kunnossapitopalvelut sekä automaatio- ja ym. yritykset, jotka tukevat tehdasta ja sen operointia.
- Alueellinen teollinen symbioosi ja infrastruktuuri; ml. KIPin alueen kytkeytyminen. Kierrätys- ja sivuvirtojen käsittely.
- Logistiikkakeskukset, varastointi ja kuljetuspalvelut lähellä tuotantoyksikköä (ml. satama, ratapihat, tieliikenne)

ALUMIINITUOTANTOON LIITTYVÄ TKI-TOIMINNAN ARVOKETJU

0. EDELLYTysten LUOMINEN JA MAHDOLLISTAMINEN: strategiset investoinnit, osaamispohjan vahvistaminen, vaikuttaminen

- **Kokkolan kaupunki, Kruunupyyn kunta** (sekä Kaustisen seutu) ja **Keski-Pohjanmaan liitto**: strateginen aluekehittäminen ja investointien edistäminen.
- **Business Finland, ELY-keskus**: EU:n rahoitusinstrumentit, investointien ja TKI-rahoituksen mahdollistajia.
- **Työ- ja elinkeinoministeriö, Ympäristöministeriö**: teollisuus- ja energiapolitiikka
- **Muut rahoittajat** (esim. Tesi, yksityiset sijoittajat, Koneen Säätiö, Svenska kulturfonden)
- **KOSEK**: TKI-toiminnan fasilitointi, yrityskehitys
- **KIP, KIP Service ja KIP Infra**: teollisuuspuiston alusta/infra
- **Pohjanmaan kauppakamari, Yrittäjät (Keski-Pohjanmaa), MTK**: edunvalvonta, verkostot

Alueen koulutusorganisaatiot:

- **Centria-ammattikorkeakoulu ja Kokkolan yliopistokeskus Chydenius**: korkeakoulutus
- **KPEDU** (Keski-Pohjanmaan koulutuskuntayhtymä) sekä **Jokilaaksojen koulutuskuntayhtymä JEDU**: koulutuspolut, käytännön oppimisympäristöt, ammatillinen perus- ja lisäkoulutus, valmentava ja oppisopimuskoulutus; Prosessiteollisuuden, logistiikan, sähkö-/automaatio- ja kunnossapidon työvoimapolut.
- **KIP Academy** (osaamispohjan vahvistaminen)

1. TUTKIMUS & TIEDONTUOTANTO: korkeakoulut ja oppilaitokset, tutkimuslaitokset, yritysten oma TKI

- **Kokkolan yliopistokeskus Chydenius (Jyväskylän yliopisto, Oulun yliopisto, Vaasan yliopisto)**: alueellinen korkeakoulutoimija, Yliopistotaso: tutkimus, maisteri-/tohtorikoulutus, Prosessi-/materiaalikemia, dataratkaisut, osaamisen kehitys. Soveltava kemia, informaatioteknologia, kasvatus- ja yhteiskuntatieteet, kauppatieteet; yksiköissä mm. soveltavan kemian tutkimus ja tietotekniikan maisterikoulutus (aikuiskoulutuksena).
- **Centria-ammattikorkeakoulu**: soveltava tutkimus ja pilotointi (TKI-teemat mm. Prosessi- ja energiatehokkuus, automaatio, (bio)anodioiden kehittäminen, datavetoinen tuotanto, kiertotalous (kemia ja biotalous, tuotantoteknologia, digitalisaatio, robotiikka ja tekoäly, yrittäjyys/liiketoiminta, hyvinvointi/terveys); kymmeniä käynnissä olevia hankkeita ja laboratorioita.
- **Kpedu ja JEDU**: soveltava kehittäminen (erit. opetuksen kautta)
- **Novia AMK**: Tekniikan alat, merenkulku ja energia
- **Geologian tutkimuskeskus (GTK)**: mm. mineraalien, maaperän ja kallioperän tutkimus
- **Luke**: biomassojen ja teollisuuden sivuvirtojen hyödyntäminen, biokaasu ja kiertotalousratkaisut
- **VTT**: prosessitekniikan kehitys ja vähähiilisyysratkaisut
- **Tampereen yliopisto**: materiaalitekniikka
- **Vaasan yliopisto, VAMK, LUT**: energia-alan ja kiertotalouden osaaminen
- **Yritysten oma TKI; KIP:n ja Kokkolan alueella jo toimivat yritykset esim.:**
 - **Kewatec** – Meri- ja puolustusteollisuus
 - **Kongsberg** – meriteollisuuden laitteet
 - **Boliden** – energiatehokas sulatto-kemia
 - **Keliber** – puhtaat kemikaalivirrat
 - **Umicore** – kiertotalous, materiaalivirrat
 - **Yara** – prosessikaasut, kemia
 - **CABB** – liuottimet/prosessikemikaalit
 - **Jervois** – kriittiset metallit
 - **Huld** – suunnittelu & simulointi
 - **Apex Automation** – ohjaus, mittaust
 - **Caverion** – teollisuusjärjestelmät

2. SOVELTAMINEN & PILOTOINTI: yritysten ja TKI-toimijoiden yhteiskehittäminen ja testialustat

- **Centria-ammattikorkeakoulu** (testialustat, pilotointi) sekä **yliopistokeskuksen laboratoriot**
- **Vaasan yliopisto ja VAMK** (VEBIC, Tecnobotnia)
- **KIP / KIP Service / KIP Infra** (teollinen koeympäristö + **KIP Testbed** – Kokkolan suurteollisuusalueen kehitteillä oleva testialusta kiertotaloudelle ja energiaratkaisuille.
- **KOSEK** (pilotointien fasilitointi)
- **Yritysten TKI-yksiköt** – esimerkiksi Boliden ja Freeport Cobalt tekevät tuotekehitystä materiaalien kierrätyksessä.
- **Kokkola Energia** sekä **Port of Kokkola**, (energia- ja logistiikkapilotit),

3. KAUPALLISTAMINEN JA SKAALAUS: laajamittainen käyttöönotto

- **Kansainväliset alumiinin käyttäjät** avainroolissa kaupallistamisen veturina, koska markkinakysyntä ohjaa investointeja.
- **KIP** – tuotannon ja kiertotalouden skaalaus.
- **Alueelliset, kansalliset ja kansainväliset ekosysteemit**: Teknolוגiateollisuuden alumiiniverkosto (vrt. sama myös Ruotsissa), Valimoteollisuus ry, Finnish Minerals Group, Circular Economy -hankkeet, European Aluminium, European Battery Alliance jne.

ALUMIINITUOTANTOON LIITTYVÄ TKI-TOIMINNAN ARVOKETJU

0. EDELLYTysten LUOMINEN JA MAHDOLLISTAMINEN:
strategiset investoinnit, osaamispohjan vahvistaminen, vaikuttaminen

1. TUTKIMUS & TIEDONTUOTANTO:
korkeakoulut ja oppilaitokset, tutkimuslaitokset, yritysten oma TKI

2. SOVELTAMINEN & PILOTOINTI: yritysten ja TKI-toimijoiden yhteiskehittäminen ja testialustat

3. KAUPALLISTAMINEN JA SKAALAUUS: laajamittainen käyttöönotto

Keskeiset huomiot arvoketjusta:

Vähähiilisen alumiiniklusterin TKI-toiminnan **edellytysten luominen ja mahdollistaminen Kokkolassa** edellyttää strategisia infrastruktuuri-investointeja, vahvan perusosaamisen ja TKI-ympäristön vahvistamista sekä kansainvälistä verkottumista ja pitkäjänteistä politiikkayhteistyötä:

- **Kruunuportin teollisuusalueen ja KIP:n (Kokkola Industrial Park) yhteys:** Kehittämisen painopisteenä on tärkeä varmistaa alueiden **teollinen ja logistinen kytkeytyminen**, mukaan lukien tie-, rata- ja energiayhteydet sekä yhteinen infrastruktuuri (energia, vesi, jätevedet, logistiikka).
- **Teollisuusalueiden saatavuus ja maankäytön ennakointi:** Alueiden suunnittelussa on tärkeä korostaa riittävien teollisuustonttien varaamista pk-yrityksille ja alihankkijoille Kruunuportin läheisyydessä. Ennakointia on tehtävä yhteistyössä maankäytön suunnittelun kanssa, jotta syntyville toiminnoille (kierrätys, kunnossapito, materiaalinkäsittely, palveluyritykset) on tilaa.
- **Energia- ja sähköverkon kapasiteetti:** Energian saatavuus ja siirtokapasiteetti ovat kriittisiä kilpailutekijöitä, mikä edellyttää yhteistyötä paikallisten ja kansallisten toimijoiden kesken (mm. Fortum, Fingrid ja Kokkola Energia).
- **Yhteinen alumiinialan osaamiskeskuksen perustaminen** voisi yhdistää TKI:n, koulutuksen ja teollisuuden (vrt. AluQuébec Kanadassa).
- **Kansainvälistyminen ja verkottuminen:** Yhä suurempi merkitys tulee olemaan toimijoiden yhteisessä kyvykkyydessä hyödyntää EU:n rahoitus- ja teollisuusohjelmia ja instrumentteja (Horizon Europe, IPCEI).
- **Osaajapolkujen rakentaminen:** perus-, ammatillinen ja korkeakoulutaso on tärkeä linkittää klusterin yritysten tarpeisiin.
- **Viestintä ja vaikuttavuus:** klusterin johtamiseen ja rahoituksen varmistamiseen tarvitaan selkeä koordinaatorakenne,

ALUMIINITUOTANTOON LIITTYVÄ TKI-TOIMINNAN ARVOKETJU

0. EDELLYTYSTEN LUOMINEN JA MAHDOLLISTAMINEN:
strategiset investoinnit, osaamispohjan vahvistaminen, vaikuttaminen

1. TUTKIMUS & TIEDONTUOTANTO:
korkeakoulut ja oppilaitokset, tutkimuslaitokset, yritysten oma TKI

2. SOVELTAMINEN & PILOTOINTI: yritysten ja TKI-toimijoiden yhteiskehittäminen ja testialustat

3. KAUPALLISTAMINEN JA SKAALAUS: laajamittainen käyttöönotto

Keskeiset huomiot arvoketjusta:

Vähähiilisen alumiiniklusterin tutkimus- ja tiedontuotantovaiheessa Kokkolan vahvuudet ovat

- monialainen TKI- ja koulutusrakenne (Centria, KPEDU, KIP Academy, yliopistokeskus ja -verkosto),
- teollinen testausalusta ja KIP:n symbioosit sekä
- yritysvetoinen innovaatiotoiminta (yrityksillä omaa TKI-toimintaa ja TKI-hankkeita, joissa myös alueen korkeakoulut ovat mukana).

Kokkolan alueella toimii **tutkimus- ja koulutusverkosto**, jota voidaan laajentaa alumiiniteollisuuden TKI-tarpeisiin:

- **Centria-ammattikorkeakoulu ja Yliopistokeskus Chydenius:** soveltava tutkimus, materiaaliteknologia, prosessien digitalisaatio ja kiertotalousratkaisut. Centrialla on valmiuksia toimia pilotointi- ja testausalustojen ylläpitäjänä ja hankkeiden koordinaattorina.
- **KPEDU ja JEDU:** käytännön oppimisympäristöt ja työvoimapolut prosessiteollisuuteen, logistiikkaan, sähköautomaatioon ja kunnossapitoon.
- **KIP Academy:** toimii teollisen osaamisen ja jatkuvan koulutuksen alustana Kokkola Industrial Parkin sisällä; mahdollistaa nopeat osaajapolut yritysten tarpeisiin.
- **KOSEK:** Fasilitoi TKI-hankkeita ja yritysten kehitystä sekä rahoituksen koordinointia (Business Finland, ELY, Keski-Pohjanmaan liitto).
- **Yliopistoverkosto:** yhteistyö **Oulun yliopiston, LUT-yliopiston, Tampereen yliopiston ja Aalto-yliopiston** kanssa tuo metallurgian, materiaalitekniikan, sähköistuksen ja energiateknologian tutkimusosaamisen myös Kokkola-alueelle

ALUMIINITUOTANTOON LIITTYVÄ TKI-TOIMINNAN ARVOKETJU

0. EDELLYTYSTEN LUOMINEN JA MAHDOLLISTAMINEN:
strategiset investoinnit, osaamispohjan vahvistaminen, vaikuttaminen

1. TUTKIMUS & TIEDONTUOTANTO:
korkeakoulut ja oppilaitokset, tutkimuslaitokset, yritysten oma TKI

2. SOVELTAMINEN & PILOTOINTI: yritysten ja TKI-toimijoiden yhteiskehittäminen ja testialustat

3. KAUPALLISTAMINEN JA SKAALAUS: laajamittainen käyttöönotto

Tunnistettuja tutkimusteemoja ja painopistealueita:

Kaikkineen tärkeänä teemana on koota yhteistyöverkostoa vähähiilisen alumiinituotannon kannalta olennaista tutkimustoimintaa yhteen ja kehittää samalla tutkimuslaitosten työnjakoa ja vahvistaa vähähiiliseen metallien tuotantoon ja jalostamiseen liittyvää tutkimustoiminnan koordinaatiota.

1. Raaka-aineet, materiaaliteknologia ja kiertotalous

- Primäärin ja sekundäärin alumiinin yhdistäminen (hybridialumiinit). Tuontiriippuvuus korostaa tarvetta kehittää kotimaista ja pohjoismaista materiaalkiertoa sekä tutkia korvaavia mineraaleja.
- Sivuvirtojen ja jätteiden hyödyntäminen (KIP:n metallien ja kemianteollisuuden jakeet).
- Kierrätysmateriaalien laadun parantaminen ja analytiikka.

2. Prosessien sähköistäminen ja vähähiilisyyys

- Energiatehokkuus, automaatio ja datan hyödyntäminen prosessinohjauksessa.
- ”Ekovalimo” yhdessä Suomen valimoteollisuuden kanssa
- Energia- ja ilmastoratkaisut ja fossiilisten raaka- ja polttoaineiden korvaaminen alumiinin valmistuksen eri prosesseissa: anodien tuotanto ei-fossiilisista materiaaleista, CO₂-päästöjen vähentäminen, hukkalämmön ja sivuvirtojen hyödyntäminen.
- Biopohjaiset hiilimateriaalit (biohiili): mahdollisuus korvata fossiilinen petrokoksi anodeissa
- Biokaasun hyödyntäminen osana alumiinivalmistusprosessia
- CO₂:n talteenotto ja hyödyntäminen (Power-to-X) teollisen symbioosin näkökulmasta.

3. Digitalisaatio tuotannossa ja kemian- ja prosessiteollisuudessa

- Tekoäly, automaatio ja reaaliaikainen dataseuranta tuotannossa.
- Ennakoiva kunnossapito ja laite-elinkaaren hallinta.

ALUMIINITUOTANTOON LIITTYVÄ TKI-TOIMINNAN ARVOKETJU

0. EDELLYTysten LUOMINEN JA MAHDOLLISTAMINEN:
strategiset investoinnit, osaamispohjan vahvistaminen, vaikuttaminen

1. TUTKIMUS & TIEDONTUOTANTO:
korkeakoulut ja oppilaitokset, tutkimuslaitokset, yritysten oma TKI

2. SOVELTAMINEN & PILOTOINTI: yritysten ja TKI-toimijoiden yhteiskehittäminen ja testialustat

3. KAUPALLISTAMINEN JA SKAALAUS: laajamittainen käyttöönotto

Keskeiset huomiot arvoketjusta:

Kokkolan alumiiniklusterin menestyksen kannalta on olennaista, että yritykset, korkeakoulut ja julkiset toimijat kehittävät teknologioita yhdessä, ja pilotointi kytketään suoraan tuotannollisiin prosesseihin. Kokkolan osalta korostuu klusterin kyky yhdistää teolliset toimijat, koulutus- ja tutkimusorganisaatiot sekä kaupungin ja KIP-alueen infrastruktuuri kokeilualustaksi. KIPin ja Kruunuportin rakentuvan kokonaisuuden osalta on tärkeää rakentaa yhä vahvempaa yritys lähtöistä TKI-ympäristöä (Yritys lähtöiset kehitysprojektit, diplomityöt, TKI-yhteistyö ja kokeilut teollisessa ympäristössä).

Tunnistettuja pilotointiin liittyviä mahdollisuuksia investoinnin toteutuessa:

1. Materiaalivirtojen, kiertotalouden ja energiatehokkuuden pilotointi

- Primäärin ja sekundäärin alumiinin sekoitusratkaisut. Metallien ja kemianteollisuuden sivuvirtojen hyödyntäminen alumiiniprosesseissa.
- Jätteiden ja kierrätysvirtojen hallinnan testaus KIP Testbedissä. Tavoitteena rakentaa suljettu materiaalikierto, jossa raaka-aine, energia ja CO₂ hyödynnetään tehokkaasti

2. CO₂-talteenotto ja hyödyntäminen

- Pilotointi CO₂:n keräämisestä, varastoinnista ja jatkojalostamisesta vetypohjaisiksi yhdisteiksi (metanoli, ammoniakki).
- CO₂:n hyödyntäminen yhteistuotannossa vetytalouden ja kemianteollisuuden kanssa – KIP tarjoaa tähän olemassa olevan infrastruktuurin

3. Automaation ja digitalisaation testaus

- Vähähiilisen alumiinituotannon ”digitaalinen kaksonen”: Kunnossapidon ja prosessiohjauksen data-alustat (ennakoiva huolto, reaaliaikainen analytiikka), prosessien sähköistämisen ja tekoälypohjaisen ohjauksen pilotointi

ALUMIINITUOTANTOON LIITTYVÄ TKI-TOIMINNAN ARVOKETJU

0. EDELLYTYSTEN LUOMINEN JA MAHDOLLISTAMINEN:
strategiset investoinnit, osaamispohjan vahvistaminen, vaikuttaminen

1. TUTKIMUS & TIEDONTUOTANTO:
korkeakoulut ja oppilaitokset, tutkimuslaitokset, yritysten oma TKI

2. SOVELTAMINEN & PILOTOINTI: yritysten ja TKI-toimijoiden yhteiskehittäminen ja testialustat

3. KAUPALLISTAMINEN JA SKAALAUS: laajamittainen käyttöönotto

Keskeiset huomiot arvoketjusta:

- **Kansainväliset alumiinin käyttäjät (autoteollisuus, elektroniikka, rakennus, puolustusteollisuus)** ovat kaupallistamisen vetureita, koska niiden **vähähiilisen raaka-aineen kysyntä ohjaa investointeja ja kapasiteetin kasvua.**
- **Markkinaohjaus ja vihreät hankinnat** – EU:n ja yritysten hiilineutraaliustavoitteet luovat jatkuvaa kysyntää vähähiiliselle alumiinille.
- Sääntelyyn liittyvä ennakkointi on tärkeää ja yritykset tarvitsevat **tukea regulaation seurantaan ja vaikuttamiseen** (mm. EU:n taksonomian ja hiilitullien (CBAM) soveltamiseen sekä vientimarkkinoiden vastuullisuusvaatimuksiin)
- Kaupallistamisen liittyvät haasteet eivät ole usein teknologisia, vaan investointien, energian ja logistiikan yhteensovittamiseen liittyviä.
- Kaupallistamiseen liittyvien **mahdollisuuksien tunnistaminen ja Kokkolan näkyvyys kytkeytyy myös alueellisiin, kansallisiin ja kansainvälisiin verkostoihin, joita on tärkeä hyödyntää** jo mahdollisuuksien tunnistamisessa ja yhteistyötunnusteluissa: Esim. Teknologiateollisuuden alumiiniverkosto ja Valimoteollisuus ry, Finnish Minerals Group ja Circular Economy -hankkeet, European Aluminium, European Battery Alliance ja EIT Raw Materials

4. Klusterin ja arvoketjujen analyysi

Alumiiniarvoketjuun liittyvät haasteet

- **Raaka-aineet:**

- **Tuontiriippuvuus:** Alumiinioksidin ja anodimateriaalien tuonti kaukaa kasvattaa logistista haavoittuvuutta. Bauksiittia ei esiinny Suomessa ja Suomen kallioperässä olevan alumiinin hyödyntäminen ei ole nykyisellään joko mahdollista tai kannattavaa. Siksi raaka-aine tuotava ulkomailta ja pääosin melko kaukaa päiväntasaajan vyöhykkeeltä.
- Raaka-aineiden (alumiinioksidi, koksi) tuonti pitkiltä etäisyyksiltä tekee toimitusketjusta riippuvaisen globaaleista markkinahäiriöistä ja kuljetuskustannuksista.
- Tuontiraaka-aineiden riippuvuus korostaa tarvetta kehittää kotimaista ja pohjoismaista materiaalikiertoa sekä tutkimukseen perustuvaa korvaavien mineraalien hyödyntämistä.
- **Korkealaatuisen kierrätysraaka-aineen puute:** Laadun, lajittelun ja toimitusketjun kehittäminen on välttämätöntä. Haasteena on erityisesti korkealaatuisen romun saatavuus, laatu, lajittelu ja toimitusketjun järjestäminen.

- **Logistiikka ja infrastruktuuri:**

- Sähköverkon kapasiteetti ja hinnan vakaus edellyttävät kansallista ratkaisua.
- Suunniteltu pistoraide Kruunuportin alueelle ei ole vielä varmistettu; sen puuttuminen voi lisätä raskaan tieliikenteen kuormitusta ja päästöjä.
- Sataman **kasvava liikenne** (metallit, kemikaalit, yms.) edellyttää varastotilan ja käsittelykapasiteetin lisäämistä, jotta uudet metallivirrat voidaan hoitaa tehokkaasti.
- Alumiinituotannon ja viennin kuljetusvirrat **kasvattavat ajoneuvo- ja laivaliikennettä; päästövähennykset** vaativat vähähiilisiä polttoaineita ja sähköistettyjä kuljetuksia.
- Infrastruktuuri-investointien (tie, rata, satama) **luvitukset ja aikataulut** voivat viivästyttää kokonaisuuden käyttöönottoa.

Alumiiniarvoketjuun liittyvät mahdollisuudet

Raaka-aineet, kiertotalous ja teolliset symbioosit

- **Kiertotalous ja energiasymbioosit** KIP-alueen kanssa.
 - Alumiinitehtaan investointi mahdollistaa yhteisiä mahdollisuuksia KIP-alueen kanssa kiertotalouden sivuvirtojen ja energia- ja lämpöjärjestelyjen osalta.
 - KIP:n toimijat voivat hyödyntää alumiinitehtaan sivuvirtoja (CO₂, hukkalämpö) ja tarjota vihreitä energiaratkaisuja (esim. vety, e-metanoli).
- **Suomen asema johtavana vähähiilisen alumiinin tuottajana ja kierrättäjänä** Euroopassa, kun energiajärjestelmä ja materiaalivirrat integroidaan vastuullisesti.
 - Primäärin ja sekundäärin tuotannon yhdistäminen korkealaatuisiksi tuotteiksi (esim. akku- ja sähköautokomponentit).
 - Euroopan autoteollisuus ja teknologiayhtiöt etsivät vähähiilisiä materiaaleja; Kokkolan tuotanto voi profiloitua “green aluminium” -brändillä ja saavuttaa lisäarvon vientimarkkinoilla.

Logistiikka ja infrastruktuuri

- Logistiikkaratkaisuilla on mahdollista parantaa merkittävästi raskaan liikenteen sujuvuutta ja vähentävät päästöjä. Tulevaisuudessa on yhä suurempi tarve siirtyä sähköisiin ja vetypohjaisiin kuljetuksiin.
- **Automaatioratkaisut** mahdollistavat logistiikan ja energiavirtojen älykkään hallinnan koko toimitusketjussa.

Alumiiniarvoketjuun liittyvät mahdollisuudet

Loppuasiakkaat, asiakasryhmät ja segmentit

- **Lopputuotteiden laatu ja korkean jalostusasteen tuotteet:** Korkealaatuiset tuotteet ja monipuoliset jalostusmahdollisuudet (sulatto, valssaamo) tuovat investoinnissa merkittävää lisäarvoa. Kokkolan kannattaa panostaa jatkojalostukseen. Tärkeä rakentaa tuotannon ympärille paikallisia jatkojalostusketjuja ja korkeamman lisäarvon tuotteita sekä mahdollisimman eurooppalainen toimitusketju. Tuotanto ei saisi jäädä vain raaka-aineen käsittelyyn ja vientiin, vaan jatkojalostukseen ja korkeamman tuotantoarvon tuotteiden valmistuksen kehittyminen alueelle tärkeä kysymys.
- **Elinkaaripalvelut:** Ennakoiva kunnossapito, automaation dataperusteinen ohjaus ja tuotteen jäljitettävyysspalvelut lisäävät lisäarvoa.
- **Hiilidioksidin talteenotto** ja hyödyntäminen on investoinnissa myös keskeisessä roolissa (esim. vedyntuotanto)
- Euroopassa ja Suomessa kysyntä on vahvaa – erityisesti **auto-, puolustus- ja rakennussektoreilla**. Erityisiä kasvunäkymiä:
 - **Autoteollisuus, sähköautot ja meriteollisuus**
 - **Alumiinijauhe** (esim. Vaasan alueella osaamista) – korkean teknologian niche, suuri kasvupotentiaali.
 - **Puolustusteollisuus** (alumiini on luokiteltu NATO:n strategiseksi materiaaliksi), **laivanrakennus ja kuljetuskalustoyritykset**

TKI-toimintaan liittyvät haasteet

- **Edellytysten luominen**
 - **TKI-toiminnan hajanaisuus:** Toimijoita on useita ja kokonaiskoordinaatiota erityisesti Arctialin investointiin ja siihen liittyviin sisältöihin liittyen on tärkeä vahvistaa.
 - **Pitkäjänteisen rahoituksen puute:** TKI-hankkeiden jatkuvuus ja pilotointien skaalaus riippuvat hankerahoituksesta, ei pysyvistä investointiraameista.
 - **Osaajien saatavuus:** Esim. sähköistuksen, automaation ja prosessimetallurgian osaajia puuttuu.
- **Tutkimus ja tiedontuotanto**
 - **Tutkimustoiminnan pirstaleisuus:** Korkeakoulut ja tutkimuslaitokset toimivat rinnakkain ilman yhteistä fokusta. Vähähiiliseen alumiinituotantoon liittyvää osaamista on, mutta se on kapeilla hartioilla. Siksi kokoamalla tutkimusta yhteen myös nykyiset alumiinitoimijat Suomessa hyötyisivät enemmän tutkimuksesta ja TKI-yhteistyöstä.
 - **Laboratoriokapasiteetin rajallisuus:** Kokkolassa nähdään tarvetta tutkimusalojen vahvistamiselle.
 - **Kansainvälisen verkottumisen puute:** EU-tason hankkeita (esim. Horizon Europe) hyödynnetään vähän.
 - **PK-yritysten TKI-investoinnit:** Pienet yritykset osallistuvat hankkeisiin harvoin, koska resursseja tutkimukseen on vähän.
- **Soveltaminen ja pilotointi sekä kaupallistaminen ja skaalaus**
 - **Rahoituksen pirstaleisuus:** Pilotointi- ja testialustojen rahoitus koostuu lyhytaikaisista hankkeista.
 - **Skaalaushaasteet:** Pilotista tuotantoon siirtyminen vaatii infrastruktuuria ja riskirahoitusta. Kokkolassa ei ole vielä mallia teollisen kokeilualustan operointiin (vrt. HYBRIT, AluQuébec).
 - **Markkinoiden epävarmuus:** Vihreän alumiinin hinnoittelu ja kysyntä ovat vielä kehittymässä.
 - **Investointien mittakaava:** Suurten pilottilaitosten ja täyden mittakaavan tehtaiden rahoitus haastaa julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyötä.

TKI-toimintaan liittyvät mahdollisuudet

TKI-toiminnan näkökulmasta on haastava rakentaa ymmärrystä mahdollisuuksista ilman, että lopullinen investointi varmistuu ja tietää teknologiasta ja raaka-aineista tarkemmin. On myös oletettavaa, että itse laitoksen teknologia ja tuotantoprosessi tulee ”valmiina” ja on pitkälti tulevan yhtiön omissa käsissä.

- **Edellytysten luominen**
 - **Yhteinen alumiinialan osaamiskeskuksen konseptointi** voisi koota TKI:n, koulutuksen ja yritykset yhteen (vrt. AluQuébec).
 - **KIP–Kruunuportti-yhteys:** Mahdollistaa teollisen symbioosin ja yhteiset pilotointi- ja TKI-investoinnit.
 - **Vahva perusinfra:** Satama, sähkö, logistiikka ja kemianteollisuus luovat valmiin alustan soveltavalle teolliselle tutkimukselle.
 - **Rahoitus ja verkostot:** EU:n IPCEI, Horizon Europe ja Business Finland -ohjelmat tarjoavat huomattavia mahdollisuuksia.
- **Tutkimus ja tiedontuotanto**
 - **Alueen korkeakoulutoimijoiden ja oppilaitosten ja laajemman korkeakouluverkosto kokoaminen:** Soveltava TKI, energia- ja materiaalitutkimus, kiertotalous ja automaatio. Tutkimusosaamista tarvitaan eri puolilta Suomea – tärkeää luoda yhteyksiä esimerkiksi teknillisille aloille, Oulun yliopisto (metallurgia), LUT (energia ja sähkökemian), Aalto ja Tampere (materiaalitekniikka) sekä Vaasassa energia-alan kokonaisuus. Tulevaisuuden tutkimus nostetaan myös (laaja-alaisesti tulkittuna) osaksi klusteriin liittyvää tutkimustoimintaa.
 - **TKI:n linkittyminen teollisuuteen ja yritysvetoisuus:** KIP:n ja Kruunuportin alueiden infrastruktuurit tarjoavat aidon ”elävän laboratorion”. Arctialin investointi ja nykyiset vahvat veturiyritykset voivat toimia TKI-hankkeiden vetureina.
- **Soveltaminen ja pilotointi sekä kaupallistaminen ja skaalaus**
 - **KIP Testbed ja Kruunuportin yhteys:** Kaksi toisiaan täydentävää pilotointiympäristöä: teolliset sivuvirrat ja vähähiilinen alumiinivalmistus. KIP:n infrastruktuurissa yhteinen energia-, höyry- ja vesi-infra mahdollistaa kokeilujen skaalauksen.
 - **Yritysten ja TKI-toimijoiden yhteiset pilotit:** Automaation, CO₂-hyödyntämisen ja energiatehokkuuden testaukset.

Osaamiseen ja kyvykkyyksiin liittyvät havainnot

1. TYÖVOIMAN HOUKUTTELU JA ELINVOIMA

Työvoiman saatavuus ja pysyvyys edellyttävät, että Kokkola on houkutteleva asuin- ja työskentelypaikka osaajille ja heidän perheilleen.

Keskeiset kehittämiskohteet

- » Kaupungin rooli: panostus **asuinympäristöön, palveluihin ja perheystävällisyyteen**.
- » Työperäisen maahanmuuton tukipalvelut. Erityishuomio myös kansainvälisten osaajien veto- ja pitovoimaan sekä kansalliseen vaikuttamiseen (ml. vero- ja työehdot erityisasiantuntijoille)
- » Osaajien **pitkäaikainen sitouttaminen** (koulutus, ura- ja perhepolut).

2. TYÖVOIMAN KOULUTUS, SKAALAUUS JA KOHDENTAMINEN

Kokkolan koulutusjärjestelmä on laaja ja monitasoinen: KPEDU, Centria ja Chydenius tuottavat osaajia kaikille koulutusasteille. Tämä on alueellinen vahvuus, mutta tulevaisuudessa koulutuksen ajoitus, painopisteet ja yhteensovittaminen teollisuuden tarpeisiin ovat kriittisiä.

Keskeiset huomiot

- » Työvoiman koulutus tulee **aikatauluttaa oikein** suhteessa investointien etenemiseen (rakennusvaihe – käynnistys – tuotanto).
- » **Alumiiniakatemia** tulee suunnitella ja käynnistää yhteistyössä tehtaan yrityksen (Arctial) kanssa, jotta sisältö tukee suoraan tuotantoa ja kunnossapitoa.
- » **Täsmäkoulutus ja räätälöidyt koulutusohjelmat** ovat välttämättömiä uuden teknologian käyttöönotossa.
- » Tarvitaan myös **ulkomaista työvoimaa**, etenkin rakennusvaiheessa ja erikoisosaamisessa.

Osaamiseen ja kyvykkyyksiin liittyvät havainnot

3. OSAAMISTARPEIDEN MUUTOKSEN ENNAKOINTI: KOHTI AUTOMAATIOTA JA DIGITAALISTA PROSESSIOHJAUSTA

Seuraavan 5–10 vuoden aikana alumiiniteollisuuden työ ja osaaminen muuttuvat merkittävästi. Prosessi, kunnossapito ja automaatio tulevat muuttumaan, kun sähköistäminen, dataohjaus ja älykkäät järjestelmät yleistyvät.

Esimerkkejä keskeisistä osaamisalueista

- » Prosessiautomaatio ja digiohjaus: prosessidatan analytiikka, tekoälypohjainen ennakointi, automaatiojärjestelmien hallinta.
- » Sähköistäminen ja energiateknologia: uusiutuvan sähkön, vety- ja lämmönhallinnan ratkaisut.
- » Turvallisuus ja kyberturva: automaation ja digitaalisten järjestelmien turvallisuus kriittisessä teollisuudessa.
- » Integroitu kunnossapito: ennakoiva huolto, robotiikka ja kunnossapidon digitalisaatio.

4. KEHITTÄMISYMPÄRISTÖJEN JA TUTKIMUSALUSTOJEN VAHVISTAMINEN

Jatkossa korostuu tarve lisätä Centrian Lab-toiminnan kaltaisia kehittämisympäristöjä, joissa yritykset ja koulutus voivat yhdessä testata ratkaisuja (yritysvetoiset vs. korkeakoulu ja oppilaitosvetoiset ympäristöt).

Esimerkkejä keskeisistä osaamisalueista

- » Laboratorio- ja testausympäristöt alumiinin, kierrätyksen, energiatehokkuuden ja CO₂-hyödyntämisen tutkimukselle.
- » Käytännön oppimisympäristöt, joissa yhdistyy koulutus ja tuotanto.
- » Mahdollisuus yritysten omiin pilotointeihin (automaatio, materiaalivirrat, energianhallinta).

Osaamiseen ja kyvykkyyksiin liittyvät havainnot

MUITA OSAAMISEEN JA KYVYKKYYKSIIN LIITTYVIÄ TUNNISTETTUJA TARPEITA

5. REGULAATIO- JA VASTUULLISUUSOSAAMINEN

Yritykset kokevat, että regulaation seuranta ja ymmärrys EU-tason vaatimuksista ovat vaikeasti hallittavia. Tämä osaaminen on nyt hajanaista, mutta se vaikuttaa suoraan rahoituksen, vientimarkkinoiden ja tuotannon kehittämisen edellytyksiin.

6. GREENFIELD- JA RAKENNUSVAIHEEN OSAAMINEN

Uuden alumiinitehtaan perustaminen on merkittävä greenfield-hanke, joka vaatii rakennus- ja käyttöönotto-osaamista. Kokkolassa on tärkeä varautua ja hakea oppeja muista yhtä merkittävistä greenfield-hankkeista ja niissä ennakoitavista asioista.

Rakennusvaiheessa merkittävää on myös työvoiman saatavuus laajassa yhteistyössä. Työvoimaa tarvitaan mm. merkittävästi asennus- ja hitsaustöihin, sähkö- ja prosessitekniikan käyttöönotot, logistiikka. Rakennusvaiheessa on olennaista varmistaa myös asuntojen riittävyys.

5. Johtopäätökset ja suositukset

TAVOITE

Kokkolasta johtava alumiiniosaamisen keskittymä Euroopassa: Vähähiilisen alumiinituotannon edelläkävijä ja esimerkki vihreän siirtymän teollisuudesta.

*“Make it big, make it real
— not just PowerPoint”*

VAIHE 1: FEASIBILITY STUDY (valmisteluvaihe)

Tavoite: Varmistaa investoinnin edellytykset, sitouttaa paikalliset toimijat ja rakentaa yhteinen ymmärrys ja tarina sekä vahva klusteri ja ekosysteemi investoinnin ympärille.

VAIHE 2: RAKENNUSVAIHE

Tavoite: Varmistaa teollinen investointi ja tukea siihen liittyvien toimintojen ja tukirakenteiden synnyttämisessä (ml. energia, logistiikka, koulutus, palvelut).

VAIHE 3: TOIMINTAVAIHE

(toiminnan käynnistäminen ja skaalaus)

Tavoite: Vahvistaa ja vakiinnuttaa Kokkolan asema Euroopan johtavana vähähiilisen alumiinin tuotanto- ja osaamiskeskuksena.

TOIMENPITEET

VAIHE 1: FEASIBILITY STUDY (valmisteluvaihe)

1. Rakenna yhteinen ymmärrys ja tarina

- » Kaupunki koordinoi klusterin yhteistä viestintää Arctialin kanssa – miksi hanke on tärkeä Kokkolalle ja mitä mahdollisuuksia siihen liittyy. Varmistetaan, että hanke on kokkolalaisille merkityksellinen ja pitkäjänteisesti kannattava – laitoksen elinkaari on seuraavat 100 vuotta, mikä edellyttää vahvaa paikallista omistajuutta ja yhteisön tukea.
- » Avoin viestintä ja foorumit: Järjestetään **yhteisöfoorumeita ja sidosryhmätilaisuuksia**, joissa paikalliset yritykset, koulutusorganisaatiot ja asukkaat osallistuvat.

2. Ennakoi ja rakenna verkostoa

- » Teknisten ja taloudellisten edellytysten varmistaminen ja tuki hankkeelle (energia, logistiikka, luvitus). Erit. **KIP–Kruunuportti-yhteyden toteutettavuus** (tie, rata, energia, data jne.). Arctial selvittää omalta osaltaan arvoketjua ja taloudellisia ja toiminnallisia edellytyksiä.
- » **Tiivistetään TKI-toimijoiden yhteisiä rivejä** ja käynnistetään **alumiiniosaamiskeskuksen suunnittelu ja konseptointi**:
 - Käynnistetään “Alumiiniakatemian ja osaamiskeskuksen” konseptointi ja suunnittelu Arctialin kanssa yhteistyönä (vrt. AluQuébec). Koulutuspolkujen kartoitus (ammatillinen – korkeakoulu – TKI) ja osaamis- ja koulutusennakointi (Centria, KPEDU, Chydenius).
 - Pilotointi- ja testialustojen roolin ja merkityksen tunnistaminen
 - Vahvistetaan TKI-toimijoiden kyvykkyyttä ja yhteistä ymmärrystä hankkeesta ja mahdollisuuksista TKI-ympäristön vahvistamiseksi (Kokkolan mahdollisuudet linkittyä EU-tason ja kansainvälisiin ohjelmiin ja verkostoihin)
 - Benchmarkataan Ruotsin, Norjan ja Kanadan alan keskuksiin.

TOIMENPITEET

VAIHE 1: FEASIBILITY STUDY (valmisteluvaihe)

3. Vahvista vetovoimaa ja houkutteleva alumiiniklusterin toimintaympäristö

- » Kehitetään asumisen, palveluiden ja vapaa-ajan kokonaisuutta. Tarkastellaan asumisen, palveluiden ja vapaa-ajan laadun kokonaisuutta merkittävän investoinnin näkökulmasta.
- » Panostetaan kansainvälisten osaajien veto- ja pitovoimaan (kansainvälisten osaajien ja heidän perheidensä houkuttelu ja juurtuminen)
 - englanninkieliset koulutuspolut ja palvelut
 - erityisasiantuntijoiden vero- ja työehtokilpailukyky
 - perheiden kotoutumispalvelut
- » Vahvistetaan EU-rahoitusosaamista, joka lisää alueen kykyä hakea ja hallinnoida suuria TKI- ja investointihankkeita.

4. Vahvista edunvalvontaa ja vaikuttamista

- » Yhdistetään alueen toimijat yhteiseen vaikuttamistyöhön. Kokkolan kaupunki, Kruunupyyn kunta ja Keski-Pohjanmaan liitto sekä kauppakamari, yritykset, oppilaitokset toimivat aktiivisina vaikuttajina valtion suuntaan – hanke nostetaan kansalliseksi vihreän siirtymän kärkihankkeeksi.
- » Varmistetaan investoinnin toteutumisen edellytykset kansallisella ja EU-tasolla
 - Fingridin ja TEM:n kanssa sähköverkon ja siirtokapasiteetin varmistaminen
 - ELY:n ja ympäristöministeriön kanssa luvitusprosessien nopeuttaminen
 - Liikenne- ja viestintäministeriön kanssa logistiikkaratkaisut (satama, raide, maantie)

Eväitä kohti vähähiilistä alumiinituotantoa Kokkolassa

Esimerkkejä tunnistetuista toimenpiteistä

Näkökulma	1. FEASIBILITY STUDY (valmistelu ja varmistus)	2. RAKENNUSVAIHE (investointi ja käyttöönotto)	3. TOIMINTAVAIHE (vakiinnuttaminen ja skaalaus)
Toimintaympäristö ja investoinnin edellytykset	• Paikallinen omistajuus ja yhteinen tarina: Avoin viestintä ja foorumien kokoaminen • Ennakointi ja tuki esiselvityksillä: Selvitetään energia-, logistiikka- ja luvitusedellytykset (KIP–Kruunuportti - yhteyden (tie, rata, energia, data) toteutettavuus); Arctial tekee omat taloudelliset ja toiminnalliset selvityksensä. • Edunvalvonta ja vaikuttaminen: Yhdistetään alueen toimijat yhteiseen vaikuttamistyöhön. Kaupunki, Keski-Pohjanmaan liitto, kauppakamari, yritykset ja oppilaitokset toimivat aktiivisina vaikuttajina	• Greenfield-hankkeen osaamisen vahvistaminen ja aktiivinen kaupungin rooli elinvoiman, asumisen, palveluiden ja maankäytön suunnittelussa investointia tukevaksi.	• Jatkuva vaikuttamistyö ja markkinointi: Kokkolasta “Green Aluminium Capital of Europe”, Kokkola mukana kansallisissa ja EU-verkostoissa vihreän teollisuuden mallialueena.
Klusterin toimintaedellytykset ja arvoketju	• Verkoston rakentaminen: Kootaan teollisuus, akatemia ja julkiset toimijat yhteen. Varmistetaan hankkeen linkitys kansallisiin ja kansainvälisiin verkostoihin. Käydään keskustelut mm. teknologiateollisuuden alumiinituotteiden toimialaryhmän, valimoteollisuuden ja Ruotsin Alumiiniyhdistyksen kanssa. • Tuetaan tarvittaessa Arctialin selvitystyötä paikallisten ja kansallisten arvoketjujen tunnistamisessa	• Arvoketjun paikallistaminen: Ympärilte rakentuvat alihankinta-, kunnossapito-, kierrätys- ja logistiikkayritykset. KIP:n integrointi: Teolliset palvelut, sivuvirtojen hyödyntäminen ja energiayhteistyö. Kaupungin tuki kaavoituksella, tonttivarannoilla ja yritysalueiden kehittäminen PK-yrityksille.	• Arvoketjun laajentaminen ja vienti: Uusien tuotteiden ja palveluiden liiketoimintamahdollisuudet vähähiilisen alumiinin ympärille.
TKI-toiminta	• Alumiiniosaamiskeskuksen ja -akatemian konseptointi: Suunnitellaan Arctialin kanssa mahdollista koulutus- ja tutkimusmallia (vrt. AluQuébec). Kartoitus: ammatillinen – korkeakoulu – TKI -ketju. Tunnistetaan pilotointi- ja testialustojen roolit sekä EU-tason linkit: Kokkolan mahdollisuudet liittyä Horizon Europe-, IPCEI- ja EIT-ohjelmiin. Benchmarkkaus: Ruotsi, Norja, Kanada. • EU-rahoitusosaaminen: vahvistetaan, jotta alue pystyy hallinnoimaan suuria TKI- ja investointihankkeita.	• Pilotointi ja soveltava tutkimus: Kruunuportin ja KIP Testbedin yhdistäminen (esim. CO₂-hyödyntäminen, energiatehokkuus, sähköistäminen ja automaatio). • Yritysten yhteiskehittämisen tuki ja startup-toiminnan vahvistaminen ja linkittäminen: tuki TKI-hankkeiden valmisteluun yhteishankkeissa (Business Finlandin Veturi-hanke / Horisontti-tutkimus)	• Laitoksen ja syntyneen ekosysteemin monialainen tutkimus (mm. teolliset symbioosit) • Tuotannon, teknologian, materiaalin ja menetelmien jatkuva tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoiminta.
Osaaminen ja työvoima	• Kansainväliset osaajat: Panostetaan houkutteluun ja juurtumiseen (englanninkieliset koulutuspolut, palvelut, työehdot, perheiden kotouttaminen). • Koulutus- ja osaamistarpeiden ennakointi (mm. Centria, KPEDU ja Chydenius) osaamistarpeiden kartoitus suhteessa investointiin.	• Rakennusvaiheen työvoima: Esim. rakennusinsinöörit, asennus-, hitsaus- ja kunnossapito-osaajat; ulkomaisen työvoiman hyödyntäminen. • Alumiiniakatemian pilotti: yrityslähtöinen koulutus ja oppisopimusmalli. Osaajapolut: KPEDU + Centria + yliopistot.	• Pitovoiman vahvistaminen “Live & Work in Kokkola” – alueesta houkutteleva teollisen osaamisen keskittymä.

Kiitos!



mdi.fi



@MDIfriends



Aluekehittämisen konsulttitoimisto MDI



MDI

Part of FCG.