



Kriittisistä raaka-aineista Suomen kestävän talouskasvun ajuri

– tarvittavat toimenpiteet

VTT, Aalto-yliopisto & Geologian tutkimuskeskus GTK



Sisältö

1.	Johdanto	3
2.	Tiivistelmä	4
3.	Mineraalien kova kysyntä näkyy niiden riittävyydessä	5
4.	Suomen asema Euroopan mineraalituottajana	7
5.	Suomen kilpailukyvyn vahvistaminen on välttämätöntä	8
6.	Kansallinen mineraalistrategia	9
7.	Toimenpiteet, joilla Suomi nostetaan mineraalitalouden edelläkävijäksi	10
	Toimenpide 1.	
	Suomalaisen mineraalisektorin kilpailukyvyn parantaminen	11
	Toimenpide 2.	
	Yhteistyö mineraalialan innovaatioiden kaupallistamiseksi	12
	Toimenpide 3.	
	Monialaisen mineraaliosaamisen kehittäminen	13
	Toimenpide 4.	
	Fennoskandian raaka-aine- ja resilienssiyhteistyön vahvistaminen	14
8.	Loppusanat: kokonaisturvallisuuden tarve on kasvussa	15



1. Johdanto

VTT, Aalto-yliopisto ja Geologian tutkimuskeskus (GTK) ovat valmistelleet käytännön toimenpiteitä, jotta Suomen on mahdollista nousta mineraalitalouden edelläkävijäksi kriittisten raaka-aineiden osa-alueella kansallista mineraalistrategiaa edistään.

Suomen talouskasvun ja huoltovarmuuden kannalta kriittisten mineraalien merkitys kasvaa nopeasti vihreän siirtymän, sähköistymisen ja puolustusteollisuuden tarpeiden vuoksi. Ilman nikkeliä, kobolttia, litiumia ja harvinaisia maametalleja ei synny akkuja tai päästöttömiä teknologioita.

Geopoliittiset jännitteet, teknologiset murrokset, ilmastoriskit ja toimitusketjujen haasteet eivät ole enää poikkeuksia, vaan uusi normaali. Muuttuva toimintakenttä heijastuu suoraan mineraalien riittävyyteen sekä eurooppalaisen mineraalisektorin omavaraisuuteen, jota EU pyrkii kasvattamaan kriittisten raaka-aineiden asetuksen (CRMA) kautta. Kehittyvä lainsäädäntö vaikuttaa yritysten toimintaan ja tarpeisiin – luoden myös uusia teknologia-kehitysmahdollisuuksia.

Suomalaisella mineraalisektorilla on jo vahvoja toimijoita. Tämä luo hyvän pohjan sille, että ehdotetut toimenpiteet vauhdittavat sekä olemassa olevien yritysten uudistumista että synnyttävät uusia tuotteita, startup-yrityksiä ja työpaikkoja. Yhdessä näillä tekijöillä on suora vaikutus Suomen talouskasvuun.

Tutkimusorganisaatioilla ja yrityksillä on tulevaisuudessa entistä keskeisempi rooli yhteiskunnan kokonaisturvallisuuden vahvistajina. Vaikka Suomella on vankka asema Euroopan merkittävänä mineraalien tuottajana ja jalostajana, on kilpailukyky ja huoltovarmuus kyettävä turvaamaan myös muuttuvassa toimintaympäristössä. Se edellyttää pitkäjänteisiä toimia ja rohkeita päätöksiä.

Tarvitsemme tekoja ja innovaatioita kokonaisten arvoketjujen iskunkestävyyden parantamiseksi: aina malminetsinnästä louhintaan, mineraalien ja metallien prosessointiin ja jatkojalostukseen, laitteiden ja komponenttien valmistukseen sekä niiden jakeluun, käyttöön ja ylläpitoon – sekä kierrätykseen ja sivuvirtojen hyödyntämiseen.

Mineraalit, metallit ja metallien käyttöön perustuva teollisuus muodostavat keskeisen perustan Euroopan kokonaisturvallisuudelle, huoltovarmuudelle sekä Suomen kestäväälle talouskasvulle. VTT:n, Aalto-yliopiston ja Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) ehdottamilla toimenpiteillä vahvistetaan tätä perustaa.

2. Tiivistelmä

VTT:n, Aalto-yliopiston ja Geologian tutkimuskeskus (GTK) ovat yhteistyössä muodostaneet käytännön toimenpiteitä, jotka kehittävät Suomen kilpailukykyä ja kasvattavat Euroopan huoltovarmuutta ja kokonaisturvallisuutta kansallisen mineraalistrategian mukaisesti.

Mineraalisektorin teknologiakehitys on usein hidasta. Pk- ja startup-yritysten kaltaisia uusia toimijoita tarvitaan mukaan pitkäjänteiseen yhteistyöhön, jotta uudet teknologiat saadaan toteutettua ja nivottua kiertotalouteen tehokkaasti. Samalla koulutuksen on kehityttävä vastaamaan tulevaisuuden osaajatarpeisiin. Mineraalistrategian edistämiseen tarvitaan sen vuoksi kansallisia toimenpiteitä, yhteistyötä sekä pitkäjänteistä rahoitusta ja sitoutumista. Toimenpide-ehdotukset on muodostettu vastaamaan näihin tarpeisiin.

Vastaavilla ministeriöillä on tässä tärkeä ohjaava ja mahdollistava rooli. Oikein resursoituna tutkimuslaitokset ja yliopistot synnyttävät näitä ratkaisuja, tukevat niiden skaalautumista markkinoille ja kouluttavat osaajia mineraalisektorille. Kansainvälinen projektityö tuo samalla yhteen kaupallisia ja muita toimijoita EU:ssa ja sen ulkopuolella sekä avaa keskusteluita erityisesti pk-yrityksille.

Suomalaisen mineraalisektorin kilpailukyvyn parantaminen

- **Edellyttää:** Uusien geoaineistojen, teknologioiden, metallien jalostusprosessien ja työkalujen tuottamista koko mineraalisektorin tarpeisiin.
- **Ratkaisu:** Pitkäjänteinen mineraalitalouden tutkimus- ja innovaatio-ohjelma sekä kansainvälinen tutkimustoiminta.
- **Hyödyt:** Vahvistaa raaka-aineresilienssiä ja kilpailukykyä, edistää uusien innovaatioiden kehittämistä ja kaupallistamista.

Monialaisen mineraaliosaamisen kehittäminen

- **Edellyttää:** Korkeakoulutettuja, tietoa ja tieteenaloja joustavasti yhdisteleviä osaajia, joilla on vankkaa teknologiaosaamista.
- **Ratkaisu:** Uuden monitieteisen kriittisten mineraalien tutkijakoulun perustaminen.
 - Geotiedon, kaivos- ja mineraalien jalostusteknologioiden sekä uusien ratkaisujen monialaisen kehittämisen opetus.
- **Hyödyt:** Osaava ja monialainen työvoima on edellytys alan kilpailukyvyille ja investointien houkuttelulle Suomeen.

Yhteistyö mineraalialan innovaatioiden kaupallistamiseksi

- **Edellyttää:** Tutkimusorganisaatioiden ja yritysten vahvaa yhteistyötä sekä teknologioiden ja osaamisen yhdistämistä.
- **Ratkaisu:** Vahvojen teknologiahubien toiminta ja yhteiskäyttöisten tutkimusinfrastruktuurien hyödyntäminen.
- **Hyödyt:** Uusien teknologioiden, työkalujen ja menetelmien kehittäminen, pilotointi ja kaupallistaminen. Eri toimijoiden osaamisen ja infrastruktuurien yhdistäminen.

Fennoskandian raaka-aine- ja resilienssiyhteistyön vahvistaminen

- **Edellyttää:** Alueen synergioiden tunnistamista ja hyödyntämistä sekä koko Fennoskandian laajuista yhteistoimintaa.
- **Ratkaisu:** Yhteinen kriittisten raaka-aineiden synergiaselvitys sekä alueellisen varautumis- ja toimitusketjumallin kehittäminen.
- **Hyödyt:** Fennoskandian puolustuskyvykkyyksien ja teollisen resilienssin vahvistaminen. Pohjoismaisten varantojen tietokanta. Maitaan suurempi strateginen kokonaisuus.



3. Mineraalien kasvava kysyntä haastaa niiden saatavuutta

Mineraalien ja niiden sisältämien metallien merkitys kasvaa yhä suuremmaksi yhteiskunnan toiminnan ja turvallisuuden kannalta keskeisillä aloilla, kuten energiantuotannossa ja -varastoinnissa, tieto- ja viestintäsovelluksissa sekä puolustussektorilla.

Erityisesti päästöttömät teknologiaratkaisut ja yhteiskunnan sähköistäminen rakentuvat kriittisille raaka-aineille, joita ovat esimerkiksi akuissa käytettävät nikkeli, ko boltti ja litium sekä harvinaiset maametallit (REE; kestopagneetit). Myös kuparin merkitys vihreässä siirtymässä näkyy sen luokittelussa [EU:lle kriittiseksi raaka-aineeksi](#).

Mineraalien saatavuuteen ja riittävyyteen voidaan vaikuttaa malminetsinnän, kaivannaisteollisuuden, metallien jalostuksen ja kierrätyksen sekä sivuvirtojen hyödyntämisteknologioiden kehittämisen kautta. Tuotteiden materiaalisuunnittelulla, käyttöiän pidentämisellä ja kulutuksen vähentämisellä on myös merkittävä vaikutus riittävyyden takaamisessa.

Kysynnän ennustetaan kasvavan nopeasti

Kansainvälisen energiajärjestö IEA:n mukaan litiumin kysyntä kaksinkertaistui vuosien 2021–2023 aikana, ja ilmastotavoitteet voivat kasvattaa kysyntää jopa 40-kertaiseksi vuoteen 2040 mennessä. Tämä korostaa mineraalien etsintätöiden sekä kaivannaisalan merkityksen tunnustamista ja alan tutkimus- ja kehitystyöhön panostamisen tarkeyttä lähivuosina.

Kierrätyksen vaikutukset näkyvät viiveellä

Alkutuotannon lisäksi metallien kierrätys ja korvaavien materiaalien kehittäminen ovat keskeisessä asemassa raaka-aineiden kysyntään vastaamisessa. IEA:n mukaan kierrätys hillitsee erityisesti nikkelin, koboltin, litiumin ja kuparin uuden tuotannon kasvupaineita.

Haasteena on, että kierrätyksen myönteiset vaikutukset mineraalien saatavuuteen alkavat näkyä selvästi vasta vuoden 2040 jälkeen, kun materiaali palautuu käyttösyklistä kiertoon. Siksi myös mineraalien ja metallien alkutuotantoa on kyettävä lisäämään.

Geopolitiikka haastaa saatavuutta, lainsäädäntö turvaamaan omavaraisuutta

Tiettyjen strategisten mineraalien ja niistä jalostettujen tuotteiden tuotanto on keskittynyt vain muutamaan maahan, kuten Kiinaan. Ei-toivotut riippuvuussuhteet ja puolustussektorin raaka-ainetarpeen nopea kasvu ovat nostaneet omavaraisuuden ja toimitusketjujen varmuuden keskeisiksi arvoiksi ja kilpailukykytekijöiksi teollisuudessa. Myös Suomen metallinjalostusteollisuus nojaa vahvasti ulkomaisiin raaka-aineisiin. Viime vuosina rikasteita on tuotu Suomeen jalostettavaksi noin 3 miljardin euron edestä vuosittain.

EU:n kriittisten raaka-aineiden asetus (CRMA) pyrkii vähentämään riippuvuutta kolmansista maista ja kasvattamaan raaka-aineiden jalostusarvoa EU-alueella. Se asettaa selkeät tavoitteet kaivostoiminnan, metallien jalostuksen ja raaka-aineiden kierrätyksen kasvattamiselle ja omavaraisuusasteen nostolle EU-alueella. Lisäksi asetus edellyttää jäsenmaita toteuttamaan kansallisen etsintäohjelman, jolla lisätään malminetsintää edistävän geotiedon tuottamista ja tulkintaa.



EU:n kriittisten raaka-aineiden asetuksen (CRMA) tavoitteet vuoteen 2030 mennessä:

- **Kaivostuotanto:** vähintään 10 % EU:n vuotuisesta kulutuksesta tuotetaan unionin alueella.
- **Jalostus:** vähintään 40 % EU:n vuotuisesta kulutuksesta jalostetaan unionin alueella.
- **Kierrätys:** vähintään 25 % EU:n vuotuisesta kulutuksesta katetaan kierrätetyistä materiaaleista.
- **Riippuvuuden rajoittaminen:** enintään 65 % mistään yksittäisestä kriittisestä raaka-aineesta saa olla peräisin yksittäisestä maasta EU:n ulkopuolelta.

Lisäksi vuonna 2023 voimaan tullut EU:n akkuasetus asettaa vaatimuksia akkumateriaalien kierrätysasteille ja uusien akkukomponenttien alkuperälle. Kahdeksan vuoden kuluttua asetuksen voimaantulosta kierrätettyjen materiaalien osuus on oltava vähintään 16 % koboltin, 85 % lyijyn sekä 6 % litiumin ja nikkelin käytöstä.

4. Suomen strateginen asema Euroopan mineraalitaloudessa

Suomi on tärkeässä roolissa Euroopan mineraalituottajana ja -jalostajana. Maa tunnetaan kyvystään kehittää, innovoida ja soveltaa uusia teknologioita mineraalialan tarpeisiin kestävällä ja vastuullisella tavalla.

Yli puolet globaalista kuparista tuotetaan suomalaisella teknologialla ja noin 10 % maailman kobolttia jalostetaan Suomessa. Suomalainen teräksen valmistus on tärkeä osa huoltovarmuutta esimerkiksi energian ja liikunnan infrastruktuureissa sekä puolustustarviketeollisuudessa.

Teknolוגiateollisuuden mukaan elektroniikka- ja sähköteollisuuden, kone- ja metallituoteteollisuuden sekä metallien jalostuksen toimialoilla kertyi liikevaihtoa Suomessa kaikkiaan noin 75 miljardia euroa vuonna 2023. Malminetsintä on Suomessa vireää ja yritykset käyttivät tähän toimintaan vuonna 2023 jopa 94 M€.

Malminetsinnässä, kaivostoiminnassa ja mineraaliarvoketjun jalostusteknologioissa ja tuotteissa on Suomelle selkeä talouskasvun mahdollisuus. Tulevan vuosikymmenen aikana voimakasta kasvua on odotettavissa erityisesti kestävästä akkuarvoketjun ja vihreän teräksen ympärillä; Boston Consulting Group on arvioinut näiden kasvupotentiaaliksi jopa 27–29 miljardia euroa vuoteen 2035 mennessä.

Kilpailukyky syntyy mineraalivarannoista ja korkeasta osaamisesta

Suomen kallioperästä löytyvien harvinaisten maa-metallien sekä litiumin, koboltin, kuparin, nikkelin ja platinaryhmän metallien varannot ja niiden jalostukseen liittyvä teknologiaosaaminen ovat merkittäviä kilpailukyky- ja huoltovarmuustekijöitä Suomelle ja koko Euroopalle.

Suomessa on vahvaa kaivostoimintaan, mineraalien rikastukseen ja metallien jalostukseen liittyvää teknologiaosaamista: liuotus- ja erotusprosesseja, joilla metallit saadaan talteen malmista tai kierrätysmateriaaleista, mikrobipohjaisia bioliuotusteknologioita, tarkkoja elektrolyysi- ja puhdistusmenetelmiä sekä niiden ohjausta reaaliaikaisella automaatiolla ja prosessimallinnuksella.

Euroopan unionille kriittiset raaka-aineet

Tärkein arvoaine

- Antimoni (Sb)
- Beryllium (Be)
- Fosfaatti (PO₄)
- Grafiitti (C)
- Koboltti (Co)
- Kupari (Cu)
- Litium (Li)
- Maasälpä
- Nikkeli (Ni)
- Niobium (Nb)
- Platina, palladium (Pt, Pd)
- Harvinainen maametalli, REE
- Skandium (Sc)
- Titaani (Ti)
- Vanadiini (V)
- Volframi (W)

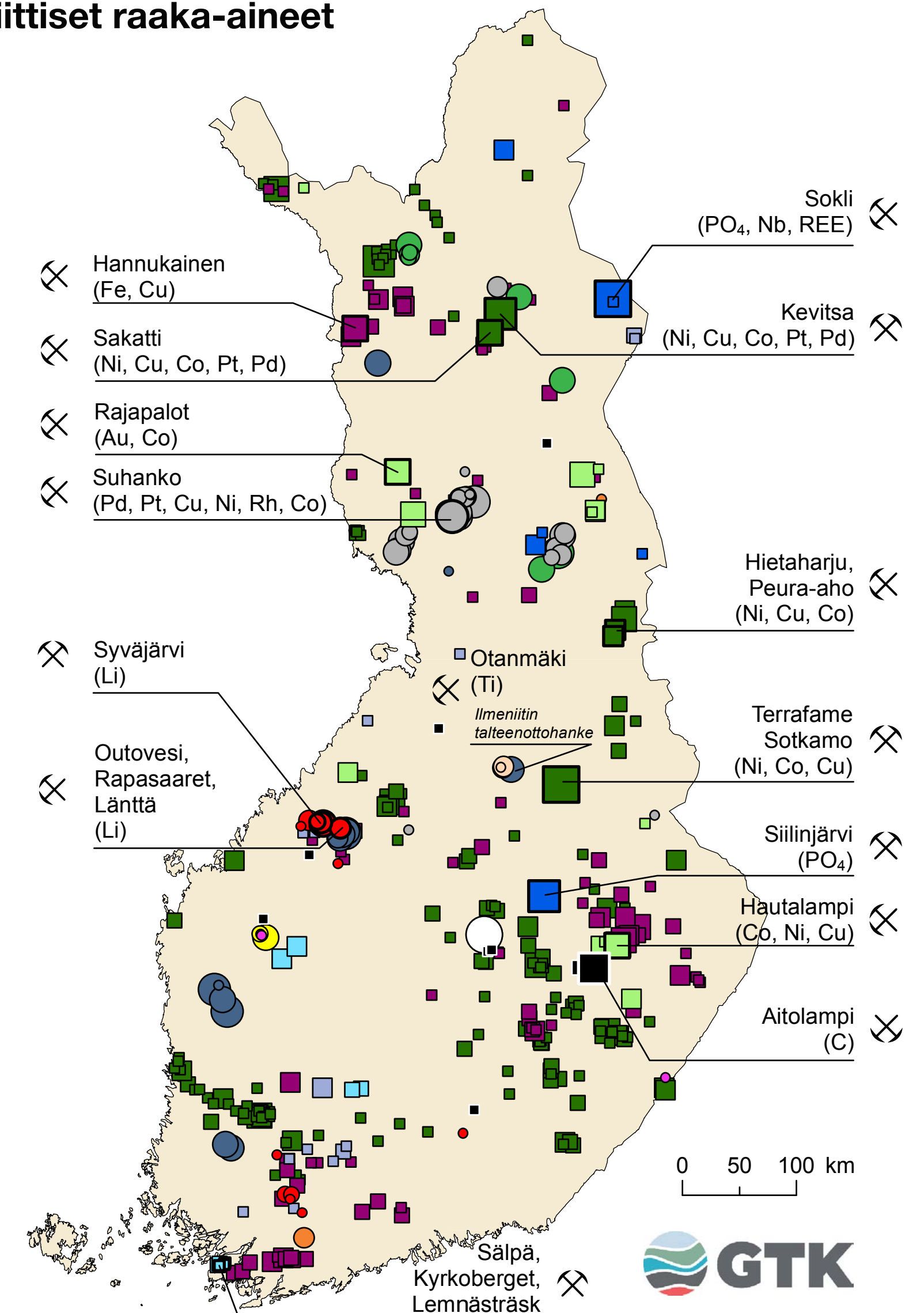
Esiintymän koko*

- Hyvin suuri
- Suuri
- Keskikokoinen
- Pieni
- Hyvin pieni
- Ei tiedossa

*Arvoaineen jäljellä oleva määrä + pois louhittu määrä

- Kaivos
- Kaivoshanke
- Pitkälle edennyt malminetsintähanke

7.8.2025



5. Suomen kilpailukyvyn vahvistaminen on välttämätöntä

Suomen kilpailukyvyn vahvistamiseksi on tärkeää kehittää kotimaisia arvoketjuja, nostaa raaka-aineiden jalostusarvoa ja edistää arvometallien, perusmetallien sekä epäpuhtausmetallien tuotteistamista prosessi- ja sivuvirroista.

Uudenlaista liiketoimintaa ja uusia toimijoita, erityisesti pk-yrityksiä, tarvitaan mukaan luomaan kaivannais- ja mineraalialan innovaatioita koko arvoketjussa. Myös mineraalien arvoketjuun liittyvän datan kilpailukykyinen ja innovatiivinen käyttö on avainroolissa, kun arvoketjuja kehitetään.

Lisäksi tarvitsemme päättäväisempiä toimia, jotka ehkäisevät hiilivuotoa Euroopasta sekä epäreilun kilpailun tuomia haittoja. Eurooppalaisten kestävästi tuotettujen tuotteiden kysynnän vahvistami-

seksi tämä tarkoittaisi muun muassa hiilirajamekanismin kiertämisen estämistä sekä polkumyynnin suojatullien käyttämistä matalammalla kynnyksellä.

Edelläkävijöiden kilpailuetu on turvattava kestävyteen tähtäävien investointien toteutumiseksi. Raaka-aineiden kokonaisvaltainen ja kestävä hyödyntäminen hyödyttää erityisesti tulevia sukupolvia. Suomalaista arvonlisää syntyy vain kestävästä ratkaisusta.

Mineraalipotentialin kartoitus ja geotietoaineistot luovat pitkäjänteistä pohjaa kilpailukyvyille

Kestävän, kotimaisen raaka-ainevarannon turvaaminen ja omavaraisuusasteen nostaminen jalostustoiminnan käyttöön edellyttää jatkuvaa uusien, hyödynnettävissä olevien malmiesiintymien tunnistamista.

Suomessa on pitkä kokemus malminetsinnän ja kaivostoiminnan jatkuvuutta turvaavien geotietoaineistojen tuottamisesta, ylläpitämisestä ja tulkinnasta. Mineraalipotentialin kartoitus on tässä olennaista, sillä sitä eivät yritykset tee. Tähän myös CRMA:n edellyttämä kansallinen etsintäohjelma osaltaan vastaa.



6. Kansallinen mineraalistrategia

Työ- ja elinkeinoministeriön käynnistämä kansallinen mineraalistrategia valmistui vuoden 2024 lopussa. Mineraalistrategia toimeenpanee osaltaan teollisuuspoliittista strategiaa ja tukee Suomen vahvuuksien kehittämistä.

Mineraalistrategia nostaa esiin lähes 30 toimenpidettä eri aihealueilta. Näistä tutkimusyhteisön ja elinkeinoelämän yhteistyönä voidaan edistää erityisesti uuden teknologian konseptointia, kehittämistä ja skaalausta mineraaliprosessointiin, malminetsintään ja kaivostoimintaan, sekä uusien tuotteiden ja aineistohallinnan kehitystyötä. Tutkimusyhteisöllä on myös tärkeä rooli koulutuksessa ja osaamisen kehittämisessä.

Mineraalisektorin teknologiakehitys on usein hidasta ja yritykset ja muut toimijat tarvitaan pitkäjänteisesti mukaan yhteistyöhön, jotta uudet konseptit saadaan toteutettua ja tehokkaasti nivottua kiertotalouteen. Mineraalistrategian kehittämiseen tarvitaan sen vuoksi kansallisia toimenpiteitä, yhteistyötä sekä pitkäjänteistä rahoitusta ja sitoutumista.

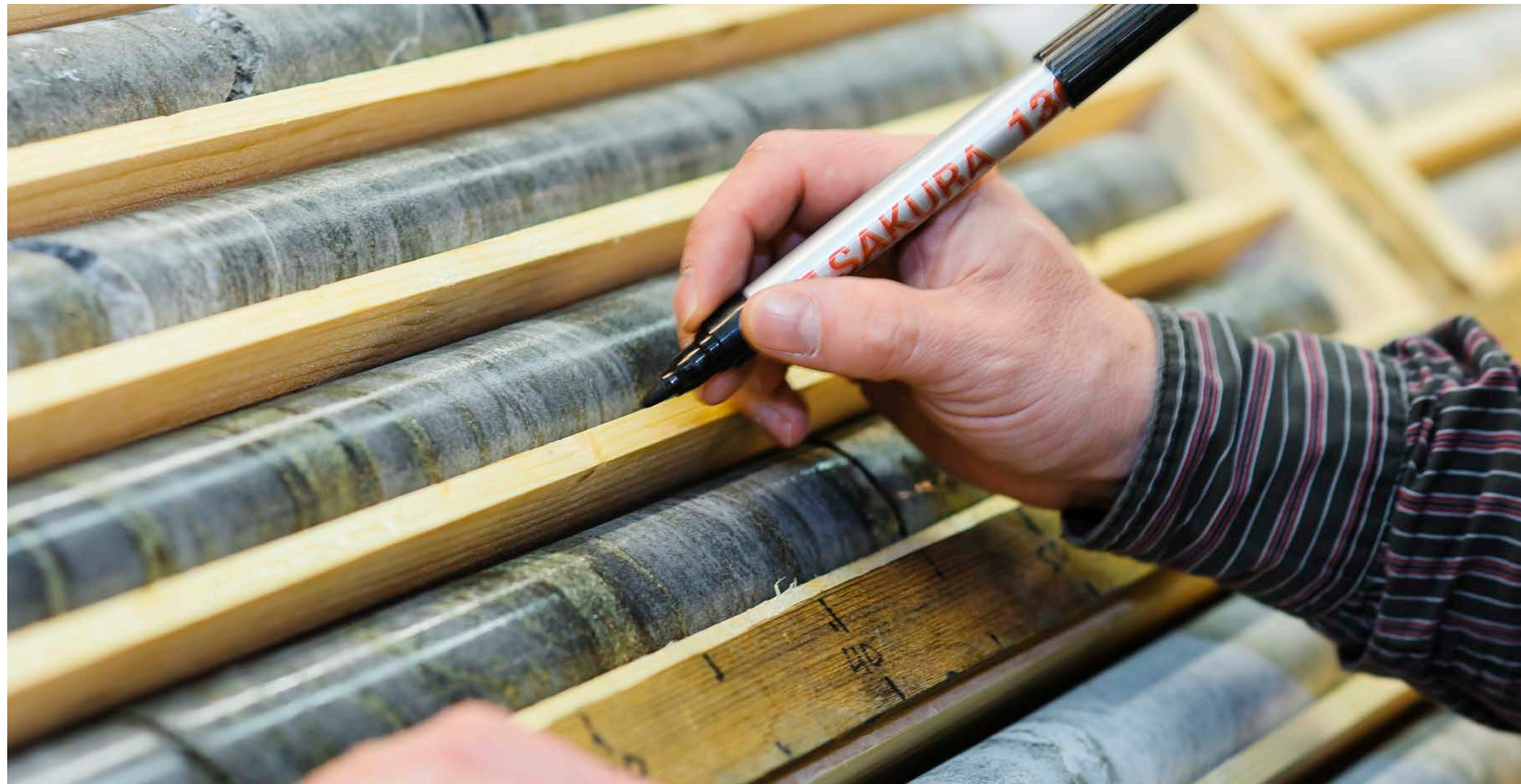
Vastaavilla ministeriöillä on tässä tärkeä ohjaava ja mahdollistava rooli. Oikein resursoituna tutkimuslaitokset ja yliopistot synnyttävät näitä ratkaisuja, tukevat niiden skaalautumista markkinoille ja kouluttavat osaajia sektorille. Kansainvälinen projektityö tuo samalla yhteen kaupallisia ja muita toimijoita EU:ssa ja sen ulkopuolella sekä avaa keskusteluja erityisesti pk-sektorin yrityksille

Mineraalistrategiassa nimetään edellä mainittuihin tavoitteisiin liittyviä toimenpiteitä:

- Varmistetaan kallioperän ja mineraalipotentialin riittävä kartoitus.
- Suunnitellaan kannusteet parhaiden teknologioiden ja kiertotalousratkaisujen käyttöönottoon.
- Tehdään skenaariotyö tulevista teknologioista ja raaka-ainetarpeista.
- Perustetaan mineraalisektorin tutkijakoulutuksen verkosto.
- Kehitetään uusia ratkaisuja mineraalisektorin arvoketjuissa.
- Edistetään vientiä ja suomalaisten toimijoiden integroitumista kansainvälisiin hankkeisiin.
- Vaikutetaan kansainvälisillä foorumeilla ja edistetään kumppanuuksien syntymistä.



7. Toimenpiteet, joilla Suomi nostetaan mineraalitalouden edelläkävijäksi



VTT, Aalto-yliopisto ja Geologian tutkimuskeskus (GTK) ovat valmistelleet käytännön toimenpiteitä, jotta Suomen on mahdollista nousta tulevaisuuden edelläkävijäksi kriittisten raaka-aineiden osa-alueella kansallista mineraalistrategiaa edistään.

Kansallisen mineraalistrategian toteuttamisessa ja toimeenpanossa avainasemassa ovat uusi tieto ja osaaminen sekä ajanmukaisten teknologioiden

hyödyntäminen, jatkokehittäminen ja skaalaaminen. Tutkimuslaitokset ja yliopistot ovat tässä keskeisiä toimeenpanijoita.

Ehdotamme seuraavia toimenpiteitä:

1. Suomalaisen mineraalisektorin kilpailukyvyn parantaminen

- Pitkäjänteinen mineraalitalouden tutkimus- ja innovaatio-ohjelma sekä kansainvälinen tutkimustoiminta

2. Yhteistyö mineraalialan innovaatioiden kaupallistamiseksi

- Vahvojen teknologiahubien toiminta ja yhteiskäyttöisten tutkimusinfrastruktuurien hyödyntäminen

3. Monialaisen mineraaliosaamisen kehittäminen

- Uuden monitieteisen kriittisten mineraalien tutkijakoulun perustaminen

4. Fennoskandian raaka-aine ja resilienssiyhteistyön vahvistaminen

- Fennoskandian maiden yhteisen kriittisten raaka-aineiden synergiaselvityksen sekä alueellisen varautumis- ja toimitusketjumallin kehittäminen

Toimenpide 1.

Suomalaisen mineraalisektorin kilpailukyvyn parantaminen

Teknologian kehittyminen on mahdollistanut uudentyyppisen ja aiempaa tehokkaamman tiedonkeruun ja tiedonjalostuksen, jonka potentiaalia tulee hyödyntää uusien geoaineistojen, teknologioiden, prosessien ja työkalujen tuottamiseksi mineraalisektorin tarpeisiin.

Ehdotamme pitkäjänteisen mineraalitalouden tutkimus- ja innovaatio-ohjelman sekä kansainvälisen, mineraalistrategian edistämistä tukevan tutkimustoiminnan rahoittamista (Suomen Akatemia, Business Finland ja ministeriöt). Nykyiset lyhyet kampanjat eivät riitä tukemaan alan uudistumista: osaamisen kehittämistä, geotiedonkeruuta ja -tulkintaa, digitaalisia kyvykkyyksiä ja menetelmäkehitystä, käytännön ratkaisukehitystä yli arvoketjujen sekä teknologian skaalaimista markkinoille.

Tutkimus- ja innovaatio-ohjelma tulisi rakentaa siten, että siihen osallistuvien yritysten olisi mahdollista hyödyntää TKI-verovähennystä. Rahoituksen olisi mahdollistettava EU Innovation Action -tyyppinen kehitystyö kansallisella tasolla. Business Finlandin rahoitusehtoihin olisi syytä kirjata mahdollisuus tehdä hankepäättöksiä vientipotentiaaliksi lisäksi myös omavaraisuutta sekä jätteettömyyttä tai kiertotaloutta mittaavia indikaattoreita arvioiden.

Ilman pitkäjänteistä tutkimus- ja innovaatio-ohjelmaa monet tulevaisuuden kannalta kriittiset innovaatiot jäivät syntymättä. Tutkimuslaitokset ja yliopistot näkevät tarpeelliseksi kehittää myös omaa osaamista, lähestymistapoja, työkaluja ja prosesseja vastatakseen kestävyiden, vastuullisuuden ja arvonlisän luomisen haasteisiin niin, että ne ovat yhteiskunnan käytettävissä silloin, kun niille on tarvetta ja kysyntää.

Pitkäjänteisellä tutkimuksella ja mineraalialan kehittämisellä on valtava kansallinen arvo

Tekoälyn kaltaisia uusia teknologioita ja dataa hyödyntämällä voidaan nopeuttaa kehitystyötä, luoda uudenlaisia mahdollisuuksia ja tuottaa kilpailuetua markkinoilla. Kehitystyön kanssa rinnakkain tehtävä kestävyys- ja eettisten tarkastelujen toteutus mahdollistaa oikeasuuntaisen malminetsintä-, kaivos-, rikastus-, jalostus-, prosessi- ja tuotesuunnittelun.

Esimerkiksi tarkentuva geometallurginen tieto mahdollistaa malminetsinnän ja kaivostoiminnan optimoinnin läpi arvoketjun etsinnästä metallien kierrätykseen. Lisäksi laskennallisia ja kokeellisia menetelmiä yhdistämällä on mahdollista löytää uusia optimoituja prosessiratkaisuja mineraaliraaka-aineiden sekä kierrätysraaka-aineiden materiaali- ja energiatehokkaaseen hyödyntämiseen. Laskennallista materiaalitiedettä, data-analytiikkaa, tekoälyä ja kokeellista materiaalteknologiaa yhdistämällä on mahdollista suunnitella esimerkiksi tietoon pohjautuvia materiaaliratkaisuja kriittisiä raaka-aineita korvaamaan.



Toimenpide 2.

Yhteistyö mineraalialan innovaatioiden kaupallistamiseksi

Teknologiahubit tarjoavat alustan tutkimustulosten kaupallistamiseen ja uuden liiketoiminnan synnyttämiseen, sillä ne mahdollistavat teknologioiden ja osaamisen yhdistämisen uudella tavalla ja nopeuttavat kehityssykliä markkinaan.

Ehdotamme teknologiahubitoiminnan ja yhteiskäyttöisten tutkimuslaitteiden rahoittamista riittävällä tasolla, jotta niitä voidaan hyödyntää merkityksellisellä tavalla ja teknologioiden markkinoille skaalaamista tukien. Samalla on tärkeää edistää opiskelija- ja yritysysteistyötä, joille teknologiahubit ovat otollisia väyliä.

Teknologiahubit ovat tutkimus-, pilotointi- ja demonstroitintialustoja ja -infrastruktuureja, joita on viime vuosina kehitetty runsaasti, osittain myös julkisin varoin (Suomen Akatemia ja Business Finland). Teknologiahubit edustavat usein digitalisaation kärkeä, mahdollistaen ajantasaisen ja moninaisen tiedon keräämisen tutkittavista ilmiöistä, laitteista ja prosesseista sekä teknologioiden väliset kytkennät.

On yhteiskunnan etu, että huipputason laitteita hyödynnetään yhteisessä käytössä mahdollisimman tehokkaasti ja laajasti. Näin lisätään erityisesti pk-yritysten mahdollisuutta teknologioiden kehittämiseen laboratoriomittakaavasta demonstraatioihin ja pilotointiin.



Toimenpide 3.

Monialaisen mineraaliosaamisen kehittäminen

Koulutetun työvoiman saatavuus on välttämättömyys alan kilpailukyvyille ja Suomeen kohdistuville investoinneille. Teknologiateollisuus ry:n selvityksen mukaan koko teknologiateollisuuden osaajatarpeesta jopa 74 % kohdistuu korkeakoulutettuihin.

Ehdotamme tulevaisuuden tarpeisiin vastaamista monitieteisellä kriittisten mineraalien tutkijakoululla, jonka tutkittavat alat kattavat koko mineraalitalouden arvoketjun. Lisäksi huolehditaan siitä, että tutkijakoulun jokaiselle tutkijalle koulutetaan vahvat data- ja tekoälykyvykkydet.

Monitieteisen tutkijakoulun tutkimusalat kattaisivat koko arvoketjun aina geotiedon hallinnasta, malminetsinnästä ja kaivostoiminnasta mineraalien rikastusteknologioihin, metallurgiseen jalostukseen sekä metallien valmistukseen ja prosessointiin. Myös metallipitoisten sivuvirtojen hyödyntämiseen tarvitaan tutkimusta kuten myös olemassa olevien ja uusien prosessien ympäristövaikutusten arviointiin.



Uuden ajan osaajat rakentavat kestäväää digitaalisen ajan raaka-ainesektoria

Resurssivaltaisen raaka-ainesektorin arvonluonti pohjautuu tulevaisuudessa entistä vahvemmin uusiin kestäviin ratkaisuihin, digitalisaatioon ja teknologioiden yhdistämiseen. Suomen kilpailuvyyn ylläpitämiseksi tarvitsemme korkeakoulutettuja, tietoa ja tieteenaloja joustavasti yhdisteleviä osaajia.

Koulutus voi vastata tulevaisuuden tarpeisiin vahvistamalla entisestään perustieteellistä osaamis pohjaa, kytkemällä opetus yhteiskunnalliseen kestävyyteen ja monialaisuuteen sekä tarjoamalla mahdollisuuksia käytännön soveltamiseen jo opintojen aikana. Koulutuksen tulisi edistää data- ja tekoälyosaamista, sillä prosessien digitalisointi ja prosessivirtojen älykäs hyödyntäminen eri arvoketjuissa ovat ratkaisevassa roolissa mineraalialan kehittämisessä.

Esimerkiksi materiaalivirtojen kokonaisvaltaisella ja systeemitason mallinnuksella sekä analysoinnilla voidaan optimoida mineraaliraaka-ainevarojen hyödyntämistä. Lisäksi tekoälykehittämisen kautta voidaan tehostaa mineraaliteollisuuden datan innovatiivista käyttöä ja luoda pohjaa uusille teollisille prosesseille ja tuoteinnovaatioille.

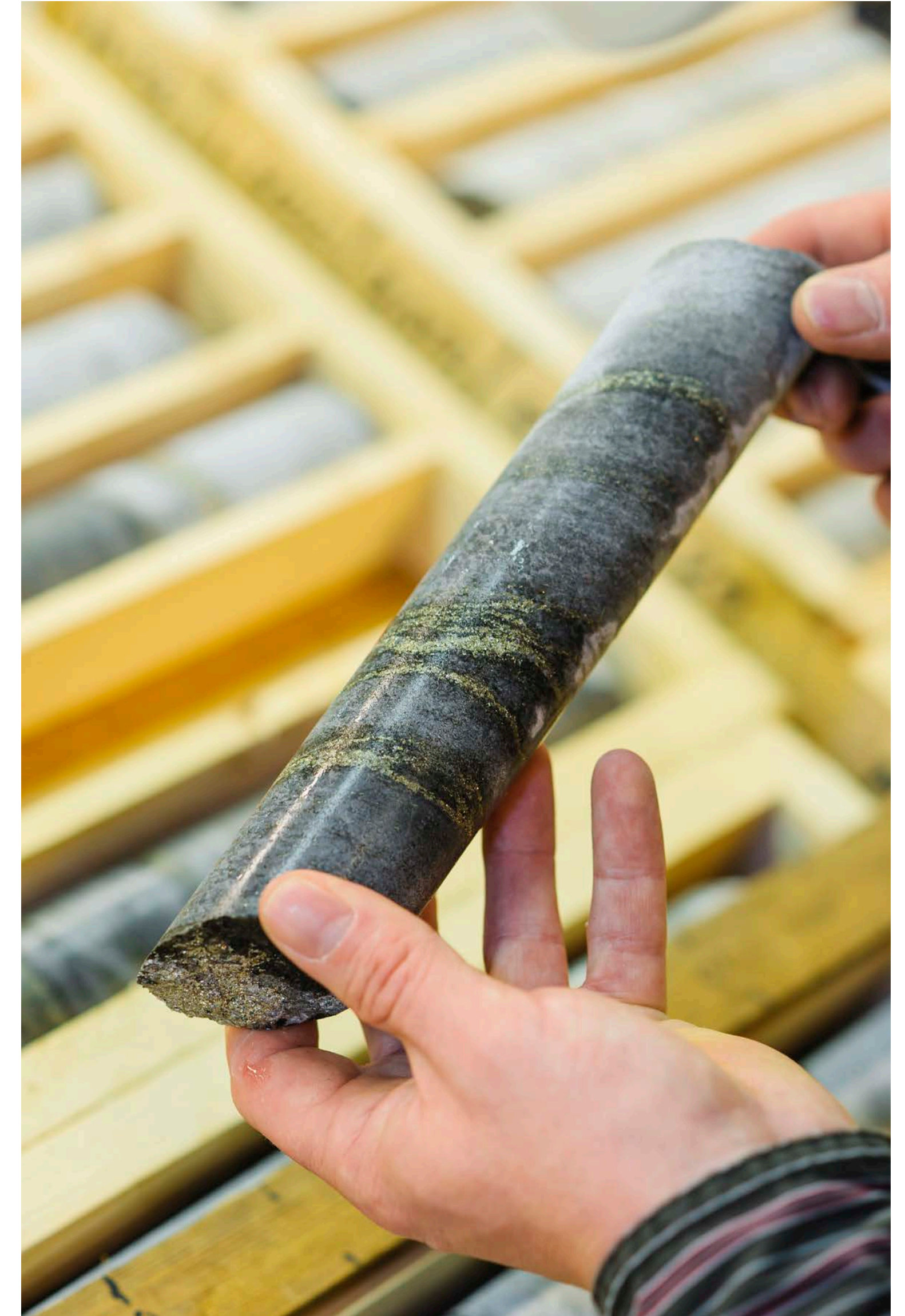
Fennoskandian raaka-aine- ja resilienssiyhteistyön vahvistaminen

Fennoskandian maat (Suomi, Ruotsi ja Norja) muodostavat yhdessä poikkeuksellisen strategisen voimavaran, jossa raaka-ainevarannot, mineraalipotentiali, teolliset arvoketjut, energiainfrastruktuuri ja teknologinen osaaminen täydentävät toisiaan koko arvoketjun läpi.

Ehdotamme yhteisen kriittisten raaka-aineiden synergiaselvityksen sekä alueellisen varautumis- ja toimitusketjumallin kehittämistä. Lisäksi jatkamme alueen yhteisen tietokannan rakentamista pohjoismaisista primääri- ja sekundäärivarannoista.

Maiden yhteistyötä syventämällä on mahdollista hyödyntää alueen merkittäviä synergioita, vahvistaa resilienssiä sekä lyhyitä toimitushäiriöitä että pitkittyneitä katkoksia vastaan, ja luoda uusia liiketoimintamahdollisuuksia. Fennoskandian laajuinen yhteistoiminta mahdollistaa kierrätys- ja jalostusteknologian kehittämiseen mittakaavan, johon maat eivät yllä yksin.

Euroopan keskeisten tavoitteiden – puolustuskyvykkyyksien ja teollisen iskunkestävyyden vahvistamisen näkökulmasta Fennoskandia muodostaa tiiviin alueen, joka hyötyy pitkäjänteisestä, yhteisiin arvoihin ja NATO-jäsenyyteen nojaavasta varautumis- ja toimintakyvystä. Selvityksestä ja varautumis- ja toimitusketjumallin kehittämisestä vastaavat hallitus sekä työ- ja elinkeinoministeriö. Yhteistyötä vahvistavia hankkeita rahoitetaan esim. Business Finlandin kautta.

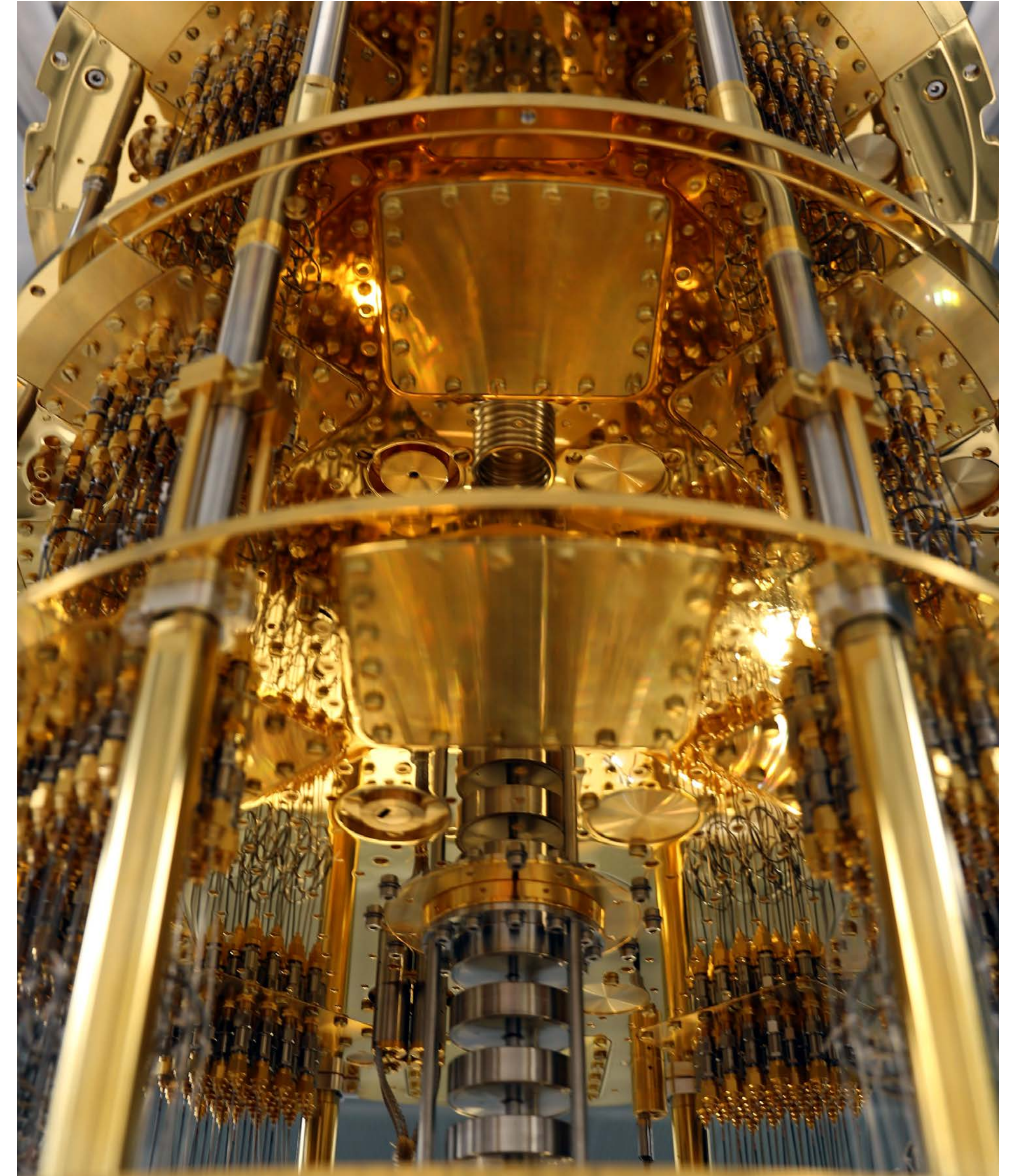


8. Loppusanat: kokonaisturvallisuuden tarve on kasvussa

Nyt on oikea hetki toimia. Geopoliittisen epävarmuuden, teknologisten murrosten ja ilmastoriskien keskellä tarvitsemme määrätietoisia päätöksiä, jotka vahvistavat koko arvoketjun iskunkestävyyttä ja varmistavat Suomen aseman turvallisuuden ja kestävän kasvun edelläkävijänä.

Kutsumme päättäjiä ja yrityksiä rakentamaan yhdessä uudenlaista osaamista ja investoimaan tutkimukseen, innovaatioihin sekä laajapohjaiseen yhteistyöhön. Panostamalla strategisesti mineraali- ja metallialaan ja syventämällä Fennoskandian maiden yhteistyötä, voimme varmistaa, että suomalainen osaaminen tukee paitsi yhteiskunnan kokonaisturvallisuutta, myös elinvoimaista teollisuutta ja tulevaisuuden työpaikkoja.

Tehdään yhdessä Suomesta vastuullisen ja kestävän arvoketjun menestystarina, joka kantaa yli kriisien ja vahvistaa yhteistä tulevaisuuttamme.





vttresearch.fi | aalto.fi | gtk.fi