

Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja • Yritykset • 2024:14

Kaivannaisteollisuuden sivukivien kiertotalouden koordinaatiotyöryhmän loppuraportti



Työ- ja elinkeinoministeriö
Arbets- och näringsministeriet

Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 2024:14

Kaivannaisteollisuuden sivukivien kiertotalouden koordinaatiotyöryhmän loppuraportti

Kaivannaisteollisuuden kiertotalouden koordinaatioryhmä
Toimittajat: Hannele Pokka (pj.), Jyrki Alkio, Tuula Sivonen, Sari Tasa

Työ- ja elinkeinoministeriö Helsinki 2024

Julkaisujen jakelu

Distribution av publikationer

**Valtioneuvoston
julkaisuarkisto Valto**

Publikations-
arkivet Valto

julkaisut.valtioneuvosto.fi

Työ- ja elinkeinoministeriö

CC BY-NC 4.0

ISBN pdf: 978-952-327-992-6

ISSN pdf: 1797-3562

Taitto: Valtioneuvoston hallintoyksikkö, Julkaisutuotanto

Helsinki 2024

Kaivannaisteollisuuden sivukivien kiertotalouden koordinaatiotyöryhmän loppuraportti

Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu 2024:14		Teema	Yritykset
Julkaisija	Työ- ja elinkeinoministeriö		
Yhteisötekijä	Kaivannaisteollisuuden kiertotalouden koordinaatioryhmä		
Toimittajat	Hannele Pokka, Jyrki Alkio, Tuula Sivonen, Sari Tasa		
Kieli	suomi	Sivumäärä	72

Tiivistelmä

Kaivannaistoiminnassa syntyy louhinnan sivutuotteena pinta- ja irtomaata, sivukiveä ja rikastushiekkaa, jotka luokitellaan käytöstä poistettuina kaivannaisjätteiksi. Suurin osa jätteestä sijoitetaan kaivosalueelle. Työ- ja elinkeinoministeriö asetti kaivannaisteollisuuden sivukivien hyödyntämismahdollisuuksia selvittävän koordinaatioryhmän ajalle 15.5.2022–31.12.2023. Ryhmän puheenjohtajana toimi työelämäprofessori Hannele Pokka ja se koostui yritysten, tutkimuslaitosten, järjestöjen, rahoittajien sekä ministeriöiden ja aluehallinnon edustajista.

Työn aikana kaivannaisjätteistä kiinnostuneiden joukko kasvoi, syntyi verkostoja ja uutta liiketoimintaa. Kaivannaisjätteiden hyödyntämisen esteiden purku vaatii vielä sekä uuden näkökulman viranomaispäätöksiä että lainsäädännön muuttamista. Ryhmän ehdottamia toimia: Potentiaalisten raaka-aineiden määrä ja laatu tehdään näkyväksi avoimella datalla. Kaivannaishankkeille säädetään velvollisuus laatia kaivannaisjätteen kiertotalousselvitys lupahakemuksen yhteydessä. Julkisten infra- ja rakennuskohteiden hankinnassa neitseellisten massojen käytöstä on laadittava selvitys ja perustelut käytölle. Selkeytetään Ei enää jätettä -menettelyä kaivannaisjätteiden osalta. Logistiikan haasteisiin etsitään ratkaisuja elinkaarianalyysin avulla. Kaivannaiskiertotalouden toteuttamista edistää myös tuore EU:n kriittisten raaka-aineiden asetus.

Asiasanat kiertotalous, kaivannaisteollisuus, mineraalit, kestävä kaivostoiminta

ISBN PDF 978-952-327-992-6 **ISSN PDF** 1797-3562

Julkaisun osoite <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-992-6>

Slutrapport av arbetsgruppen för samordning av en cirkulär ekonomi inom gruv- och utvinningsindustrin

Arbets- och näringsministeriets publikationer 2024:14	Tema	Företag
Utgivare	Arbets- och näringsministeriet	
Utarbetad av	Samordningsgruppen för en cirkulär ekonomi inom gruv- och utvinningsindustrin	
Redigerare	Hannele Pokka, Jyrki Alkio, Tuula Sivonen, Sari Tasa	
Språk	finska	Sidantal 72

Referat

Ytjord, lösjord, gråberg och anrikningssand, som klassificeras som utvinningsavfall när de inte längre används, uppkommer i samband med utvinning som en biprodukt av brytning. Största delen av avfallet placeras på gruvområdet. Arbets- och näringsministeriet tillsatte för tiden 15.5.2022–31.12.2023 en samordningsgrupp som hade i uppgift att utreda möjligheterna att utnyttja gråberg inom gruv- och utvinningsindustrin. Ordförande för gruppen var arbetslivsprofessor Hannele Pokka och gruppen bestod av företrädare för företag, forskningsinstitut, organisationer, finansiärer, ministerier och regionförvaltningen.

Under arbetets gång ökade antalet som var intresserade av utvinningsavfall och det uppstod nätverk och ny affärsverksamhet. För att undanröja hindren för återvinning av utvinningsavfall krävs det ännu både myndighetsbeslut från ett nytt perspektiv och ändringar i lagstiftningen.

Gruppen föreslår bland annat följande åtgärder: Mängden potentiella råvaror och deras kvalitet åskådliggörs genom öppna data. För utvinningsprojekt införs en skyldighet att i samband med ansökan om tillstånd utarbeta en utredning om en cirkulär ekonomi för utvinningsavfall. Vid upphandlingen av offentliga infrastruktur- och byggobjekt ska det utarbetas en utredning om användningen av oanvänt material och motiveringar till användningen. Förfarandet "När avfall upphör att vara avfall" förtydligas vad gäller utvinningsavfall. Lösningar på de logistiska utmaningarna söks med hjälp av en livscykelanalys.

Genomförandet av en cirkulär ekonomi inom utvinning främjas också av den nya EU-förordningen om kritiska råvaror.

Nyckelord Cirkulär ekonomi, gruv- och utvinningsindustri, återvinning, hållbar gruvdrift

ISBN PDF 978-952-327-992-6 **ISSN PDF** 1797-3562

URN-adress <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-992-6>

Final Report of the Coordination Group for Circular Economy in the Extractive Industry

Publications of the Ministry of Economic Affairs and Employment 2024:14	Subject	Enterprises
Publisher	Ministry of Economic Affairs and Employment of Finland	

Group author	Coordination group for circular economy of mining industry		
Editors	Hannele Pokka, Jyrki Alkio, Tuula Sivonen, Sari Tasa		
Language	Finnish	Pages	72

Abstract

As a by-product of extractive operations, surface material, loose soil, left-over rock and tailings are generated, which are classified as extractive waste when discarded. Most of this waste is placed in the mining area. The Ministry of Economic Affairs and Employment appointed a coordination group for the period of 15 May 2022–31 December 2023 to explore the possibilities of utilising left-over rock from the extractive industry. The group was chaired by Professor of Practice Hannele Pokka and it consisted of representatives of companies, research institutes, organisations, financiers, ministries and regional administration.

During the work, the number of those interested in extractive waste grew, resulting in networks and new business. Removing the barriers that currently hinder the use of extractive waste requires both official decisions based on a new perspective and legislative amendments.

The measures proposed by the group include the following: Quantity and quality of potential raw materials will be made visible by open data. A requirement will be laid down for permit applications for extractive projects to include a report on the circular economy of extractive waste. In the procurement of public infrastructure and construction projects, a report on and justification for the use of virgin materials should be drawn up. The End of Waste procedure for extractive waste will be clarified. Solutions to logistics challenges will be sought with the help of life cycle analysis.

Implementing a circular economy for the extractive industry will also be promoted by the new EU Critical Raw Materials Act.

Keywords	Circular economy, mining industry, sustainable mining		
-----------------	---	--	--

ISBN PDF	978-952-327-992-6	ISSN PDF	1797-3562
-----------------	-------------------	-----------------	-----------

URN address	https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-992-6		
--------------------	---	--	--

Sisältö

Lukijalle	7
1 Johdanto	9
1.1 Kansallisen kiertotalousohjelman tavoitteet.....	14
1.2 Kriisit muuttivat jätteet raaka-aineiksi	16
1.3 Kestävä kaivannaisteollisuus.....	17
2 Sääntely ja muu ohjaus	20
2.1 EU:n vihreän kehityksen ohjelma	20
2.2 EU:n kriittisten raaka-aineiden säädös.....	22
2.3 Kansallinen lainsäädäntö.....	24
3 Koordinaatioryhmän toiminta	29
4 Poimintoja maailmalta	31
5 Tahtotilasta toimintaan – koordinaatiotyön tuloksia	36
5.1 Tonnit tunnetuksi – mitä ja missä?	42
5.2 Hankkeista liiketoimintaa – mikä pidättelee, ratkaisuja?.....	47
5.3 Asiakas on aina oikeassa – miten luodaan kysyntää?.....	49
5.4 Tulosten hyödyntäminen muissa ohjelmissa.....	51
5.5 Esimerkkejä kaivannaiskiertotaloudesta.....	52
5.6 Kaivannaiskiertotalouden mittaaminen ja tilastointi.....	53
6 Suositukset toimenpiteiksi	55
Liitteet	59
Liite 1. Koordinaatioryhmän kokoonpano.....	59
Liite 2. Työpajat	63
Liite 3. Yritysesimerkkejä.....	65

LUKIJALLE

Kädessäsi on yli yhdeksänkymmenen miljoonan tonnin painoinen paperi. Sen veran maassamme syntyy kaivannaisjätettä vuosittain. Pääosin kaivannaisjätteet läjitetään sijoilleen. Määrä voi jopa kasvaa, jos Suomessa lähivuosina avataan uusia kaivoksia.

Suomi on jo tällä hetkellä merkittävästi muuta Eurooppaa jäljessä niin kierrätys- kuin kiertotalousasteen kehityksessä. Suomessa kierrätetyn materiaalin osuus kaikesta materiaalin käytöstä oli vuonna 2015 – pitkälti kaivannaisteollisuuden isoon seurauksena – kolme prosenttia, kun EU:n keskiarvo oli 11 prosenttia. Suomen hallituksen hyväksymässä kiertotalousohjelmassa materiaalien kiertotalousaste halutaan kaksinkertaistaa vuoteen 2035 mennessä.

Huoli raaka-aineiden riittävydestä ja tarve toimia luonnon kantokyvyn rajoissa on saanut Euroopan unionin tarkastelemaan tehtyjä valintoja ja niiden vaikutuksia Euroopassa. EU:n kriittisiä raaka-aineita koskeva tuore asetus sisältää velvoitteita kartoittaa kaivannaisjätekasojen kriittisten raaka-aineiden hyödyntämismahdollisuuksia.

Kesällä 2021 työ- ja elinkeinoministeriö asetti kaivannaisjätteiden hyödyntämisen koordinaatioryhmän. Tehtävänä oli vauhdittaa sektorirajat ylittävää julkisten ja yksityisten tahojen yhteistyötä sekä konkreettisia hankkeita. Ryhmän oli myös tunnistettava ja purettava hankkeita hidastavia esteitä.

Ryhmään kutsuttiin yritysten, tutkimuslaitosten, järjestöjen, rahoittajien, ministeriöiden ja aluehallinnon edustajia. Ryhmä järjesti useita työpajoja, joihin osallistuivat niin kaivosyhtiöt, tutkimuslaitokset, jatkojalostuksesta kiinnostuneet, potentiaaliset asiakkaat kuin ministeriöiden väki. Työpajoissa pohjustettiin tulevia kumppanuuksia, rakennettiin verkostoja ja jaettiin kokemuksia hyvistä käytännöistä. Ryhmä teetti myös kaksi selvitystä.

Työmme aikana havaitsimme, että hyviä käytäntöjä kaivannaisjätteiden sivukivien ja rikastushiekkojen hyödyntämisestä löytyy. Kuulimme myös käytännön kokemuksia siitä, miten jätestatuksen muuttaminen tuotteeksi pysähtyy lupaviranomaisen tulkintaan. Toimijat kertoivat, kuinka vaikeaa on saada tietoja siitä, millaista

raaka-ainetta kaivannaisjättekasoista olisi mahdollisesti saatavissa. Tilastoista opimme, että vain murto-osa kaivannaisjätteiden määrästä käytetään kaivannaisalueilla esimerkiksi maa-alueiden täyttöön.

Työmme aikana kaivannaisjätteistä kiinnostuneiden joukko kasvoi, syntyi verkostoja ja uutta liiketoimintaa. Toimijoiden yhteistyö kasvatti innostusta tarttua kiertotaloushaasteisiin. Se tuli kuitenkin varsin varhain selväksi, että kaivannaisjätteiden hyödyntämisen esteiden purku edellyttää myös lähes aina viranomaispäätöksiä tai lainsäädännön muuttamista.

Ryhmä ehdottaa kahdeksaa toimenpidettä, joilla ratkaistaan kaivannaisjätteiden hyödyntämisen esteitä. Tärkeää on tehdä potentiaalisten raaka-aineiden määrä ja laatu tunnetuksi avoimella datalla. Myös uusia teknologisia ratkaisuja ja tutkimustyötä tarvitaan. On panostettava osaamiseen.

Ehdotamme myös, että julkishallinnon infra- ja rakennuskohteiden hankinnassa kiertotalous otetaan huomioon nykyistä paremmin. Tämä tarkoittaa muun muassa sitä, että neitseellisten massojen käytöstä on laadittava erillinen selvitys ja perustelut käytölle. Sekoitevelvoitteen käyttöön ottaminen vaatii vielä oman selvityksensä.

Jotta kaivannaisjätteiden hyötykäyttöön saadaan enemmän suunnitelmallisuutta, ehdotamme, että jokainen uusi kaivannaishanke laatii kiertotalousselonteon, josta käy ilmi toimet, miten ylijäämämassoja minimoidaan toiminnan koko elinkaaren aikana. Suunnitelma on osa lupaprosessia.

Hannele Pokka
Tammikuu 2024

1 Johdanto

Nyky-yhteiskunta on riippuvainen metalleista ja mineraaleista, joita saadaan pääasiassa kaivostoiminnan tuotteina. Sähköistyminen ja kaksoissiirtymä ovat lisänneet EU:n oman tuotannon tarvetta. EU haluaa vahvistaa omaa resilienssiään ja riippumattomuuttaan esimerkiksi Venäjän tuotannosta, mikä edellyttää eurooppalaisen kaivostuotannon kehittämistä. Kaivannaistoiminnassa syntyy malmien louhinnan sivutuotteena pinta- ja irtomaata, sivukiveä ja rikastushiekkaa, jotka luokitellaan käytöstä poistettuina kaivannaisjätteiksi¹. Suurin osa kaivannaisjätteestä sijoitetaan erilaisiin läjityksiin, kasoihin ja altaisiin kaivosalueelle.

Sivukivet ovat louhinnassa syntyvää jätettä, jota joudutaan poistamaan malmin tai käyttökiven hyödyntämisen tieltä. Sivukivet voivat sisältää matalia pitoisuuksia mineraaleja, joita ei ole ollut taloudellisesti mahdollistaa jalostaa, mutta ne voisivat olla hyödynnettävissä tuotannossa maailmanmarkkinahinnan ollessa korkea.

Kaivosten sivukivien tyypillisin käyttökohde on kivien hyödyntäminen kaivoksen omiin rakennustoimiin kaivosalueella. Sivukiviä käytetään esimerkiksi teiden, kantavien rakenteiden, perustusten ja patojen rakennusaineena lähialueilla. Sivukiviä käytetään myös avoulouhosten ja maanalaisten kaivosten täyttöön sekä kaivoksen sulkemistoimiin jo kaivoksen toiminnan aikana ja toiminnan päätyttyä.

1 Ympäristönsuojelulain 112 §:n mukaan kaivannaisjätteellä tarkoitetaan kallio- tai maaperässä luonnollisesti esiintyvän orgaanisen tai epäorgaanisen aineksen irrotuksessa taikka sen varastoinnissa tai rikastuksessa syntyvää jätettä.

Rikastushiekka² on mineraalin rikastusprosessissa syntyvää hienoksi jauhettua jätettä. Se voi sisältää sivukiveä sekä malmimineraalien ja kemikaalien jäämiä. Myös rikastushiekkoja käytetään niiden laadun salliessa rakennusaineena, kaivostäyttöaineena sekä rikastushiekka-altaiden pato- ja peittorakenteissa kaivosalueella.

Kaivannaisjätteet ja muut mineraaliset jätteet edustavat merkittävää osuutta (75 % bruttomassasta) kaikesta Suomessa vuosittain syntyvästä jätteestä³. Tilastokeskuksen mukaan jätteitä kertyi vuonna 2021 yhteensä vajaa 125 Mt, josta kaivos- ja louhostoiminnan osuus oli 93,5 Mt.

TUKES tilastoi vuoriteollisuuden nostettujen malmien ja hyötykiven sekä sivukivien määrää⁴. Tästä tilastosta puuttuvat sora- ja maa-aineslouhimot. Tämän tilaston mukaan vuonna 2022 Suomen kokonaislouhinta oli 119,4 Mt, josta malmi- ja hyötylouhintaa oli 49,6 Mt, joten sivukiveä jäi 69,9 Mt. Kaivoksia ja louhoksia on raportissa mukana 43. Metallimalmeja louhittaessa sivukiven määrä on suurempi kuin hyötykiven, kun taas karbonaattilouhoksilla sivukiven määrä on merkittävästi pienempi.

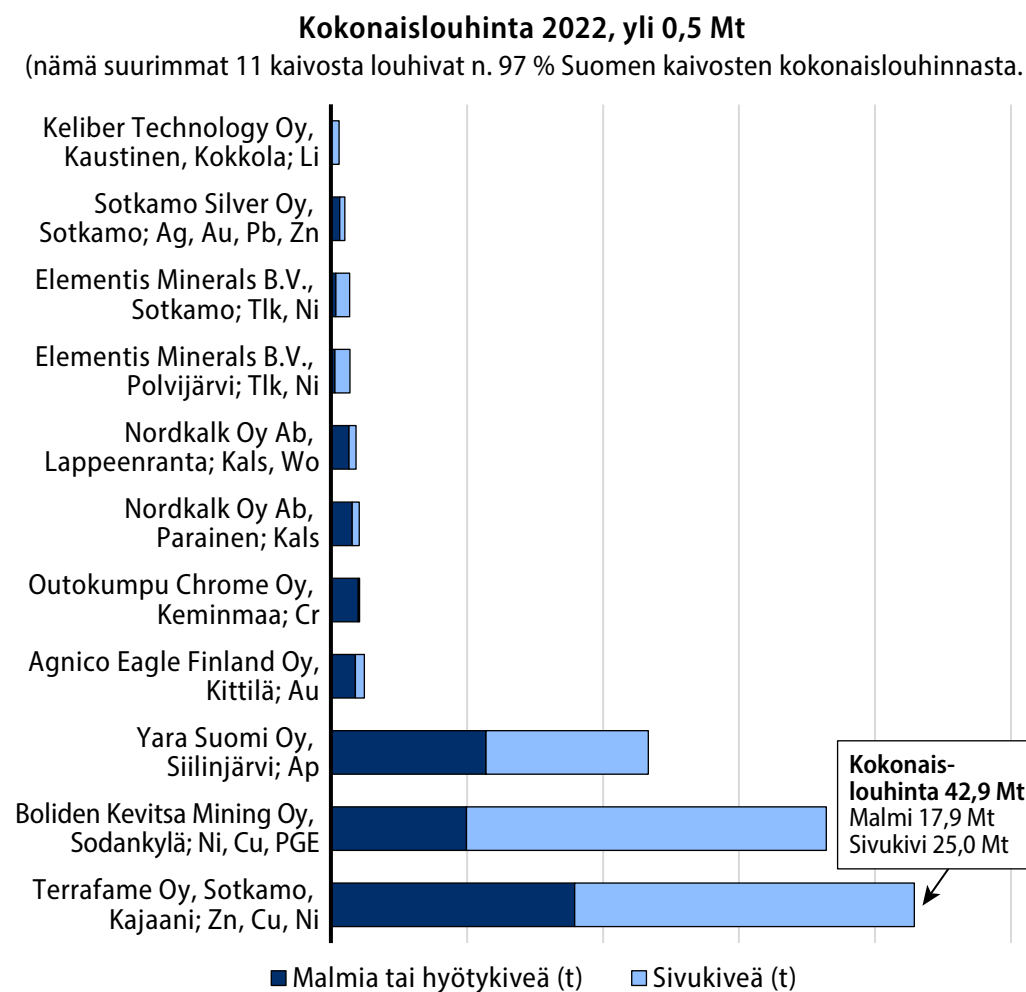
Kuvasta 1 voidaan todeta, että kolme suurinta kaivosta louhivat 86 % kokonaismäärästä. Sivukiven määrä on yli puolet näiden kaivosten louhimasta massasta.

2 Kaivannaisjäteasetuksen 2 §:n mukaan rikastusjätteellä tarkoitetaan kiinteää tai liete-mäistä jätettä, joka jää jäljelle mineraalien rikastuksessa, jossa arvomineraalit erotetaan vähemmän arvokkaasta kiviaineksesta murskauksessa, jauhatuksessa, kokoerottelussa, vaahdotuksessa, muussa fysikaalis-kemiallisessa käsittelyssä tai muussa erotusprosessissa. Rikastuksella ei kuitenkaan tarkoiteta sulatusprosesseja, muita lämpövalmistusprosesseja kuin kalkkikiven polttamista eikä metallurgisia toimintoja.

3 [Vuoden 2021 jätekertymä kasvoi edellisvuodesta – syynä kaivannaisjätteiden ja niitä jalostavan teollisuuden jätteiden määrän kasvu – Tilastokeskus \(stat.fi\)](#)

4 [Tilastotietoja vuoriteollisuudesta 2022 \(tukes.fi\)](#)

Kuva 1. TUKESin tilastojen⁵ pohjalta laadittu kuvaaja vuoden 2022 kokonaislouhinnasta. Mukana ovat ne 11 kaivosta, jotka louhivat yli 0,5 Mt vuodessa. Näiden kolmen osuus kaikesta louhitusta materiaalista on yli 97 %, myös sivukivissä.

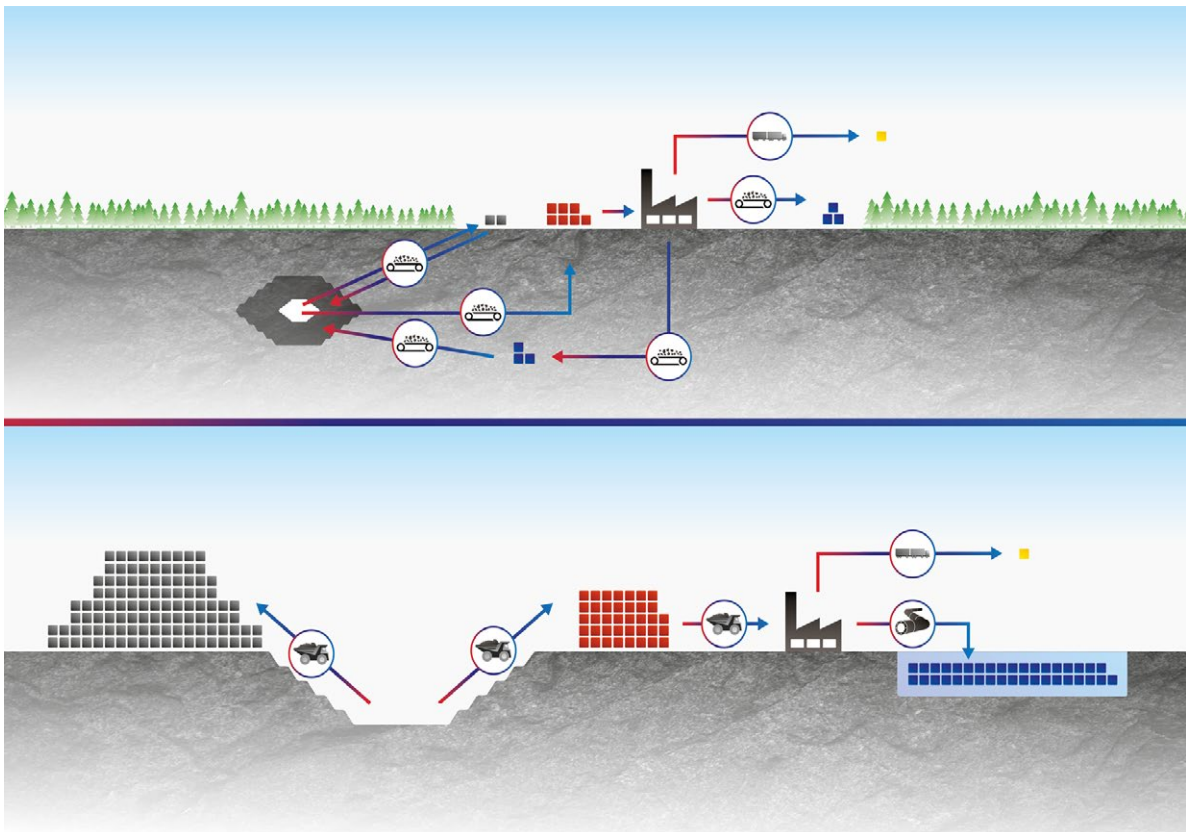


Malminetsintä ja kaivosteollisuus / Terho Liikamaa, Maria Kivi, Tukes

Kaivoskohtaiseen louhintamäärään vaikuttaa suuresti se, onko kyseessä maanalainen kaivos vai avolouhos. Maanalaisessa kaivoksessa ei synny juurikaan sivukiveä, ja merkittävä osa syntyneestä sivukivestä käytetään kaivostäyttöön. Kaivostäyttöön käytetään usein myös osa syntyneestä rikastushiekasta, rikastushiekan laadusta riippuen. Kuva 2 havainnollistaa syntyvän sivukiven ja rikastushiekan määrää kaivostyyppistä riippuen. Louhintamääriltään kolme suurinta kaivosta (Terrafame Sotkamossa, Boliden Kevitsa Sodankylässä ja Yara Siilinjärvellä) ovat avolouhoksia. Ne tuottavat myös suurimman osan sivukivestä Suomessa.

5 [Ajankohtaiskatsaus: malminetsintä ja kaivosteollisuus 2022 \(tukes.fi\)](https://tukes.fi)

Kuva 2. Maanalaisen kaivoksen ja avolouhoksen materiaalivirrat. Ylempi kuva esittää Sakattiin suunnitellun maanalaisen kaivoksen materiaalivirtoja rikaste- ja sivuvirtoineen. Alempi kuva esittää tyypillistä avolouhusta rikaste- ja sivuvirtoineen. Harmaat kuutiot kuvaavat sivukiveä, punaiset rikastettavaa malma, siniset rikastushiekkaa ja keltaiset rikastetta. (Lähde: AA Sakatti Mining Oy)



GTK:n mukaan⁶ Suomessa hyödynnettiin vuonna 2020 noin 16 % kaikista kaivannaissektorin jätevirroista, ja kaatopaikoille ja kaivannaisjätealueille läjitettiin 84 % kokonaisjätemäärästä. Mineraalisesta jätteestä hyödynnettiin ainoastaan noin 7,5 %. Potentiaali kasvattaa hyötykäyttöä on siis merkittävä, jos sivukivien laatu tai jatkojalostuksen kannattavuus mahdollistavat muun kuin läjittämisen jätteeksi.

6 Miksi iso osa kaivannaissektorin sivuvirroista jää hyödyntämättä ja miten voisimme hyödyntää mineraaliset raaka-aineet paremmin? | GTK

Sivuvirtojen hyödyntämisen etuna on neitseellisten materiaalien säästyminen. Lisäksi energiaa säästyy ja hiilidioksidipäästöt vähenevät, kun jo louhittua ja murskattua tai hienonnettua kiviainesta, esimerkiksi rikastushiekkaa, hyödynnetään tehokkaammin. Nämä kierrätystoimet lisäävät kaivostoiminnan kestävyyttä ja tukevat kiertotaloutta. Kaivannaisjätteiden hyödyntäminen vähentää myös kaivosalueille loppusijoitettavien kaivannaisjätteiden määriä ja samalla helpottaa niiden hallintaa sekä alentaa toiminnan kustannuksia ja vähentää ympäristöriskejä. Riskejä vähentävät toimenpiteet myös lisäävät kaivostoiminnan hyväksyttävyyttä ja tuottavat siten lisäarvoa sekä kaivosyrityksille että yhteiskunnalle.

Nykyisin toiminnassa olevilla kaivoksilla on varsin hyvä tieto malmin ja sivuvirtojen sisältämistä alkuaineista. Toiminnassa syntyvistä jakeista analysoidaan satunnaisesti jopa 64 eri alkuainetta. Kaivosten sivuvirtojen fysikaalisten, kemiallisten, geokemiallisten ja mineralogisten ominaisuuksien ja käyttäytymisen tunteminen on tärkeää pohdittaessa niiden hyötykäyttöä eri kohteisiin. Lisäksi on tunnettava niiden pitkäaikaiskäyttäytyminen eri ympäristöolosuhteissa, sillä ominaisuudet voivat muuttua kasassa pitkän varastoinnin aikana.

Rikastushiekkojen ja sivukivien käyttöä uusiutuotteiden raaka-aineena haittaavat niiden heterogeeniset ominaisuudet. Jokaisen kaivoksen ja malmion sivukivet ja rikastushiekat ovat koostumukseltaan yksilöllisiä ja vaihtelevia. Tämä vaikeuttaa sivuvirroista saatavan raaka-aineen laadun ja määrän ennustettavuutta, prosessointia ja sivuvirroista valmistettujen lopputuotteiden tasalaatuisuutta.

Vuoden 2021 kesällä julkaistun Jarkko Vesan tekemän esiselvityksen perusteella kaivosten sivukivien ja rikastushiekan hyödyntämismahdollisuudet⁷ ovat monipuolisia. Selvityksessä esitettiin, että työ- ja elinkeinoministeriö (TEM) voisi edistää kansallisen tahtotilan muodostamista ja käynnistää koordinoitua yhteistyötä. Yhteistyötä valmisteleva työpaja järjestettiin maaliskuussa 2022. Koordinaatiotyötä ja ryhmää lähdettiin muotoilemaan työpajan tulosten pohjalta.

Keskeisten sidosryhmien kanssa käytyjen keskustelujen ja valmistelevan työpajan perusteella todettiin, että toimijoilta löytyy laaja-alaisesti valmiutta ja halukkuutta tarttua kiertotaloushaasteeseen. TEM asetti 15.5.2022 koordinaatioryhmän kaivannaisteollisuuden ja louhosten sivukivien hyödyntämisen toimenpiteiden koordinaatiota ja hyödyntämistä estävien haasteiden ratkomista varten. Tämä julkaisu on koordinaatioryhmän työn pohjalta laadittu loppuraportti. Koordinaatioryhmän

7 Kaivosten sivukivien ja rikastushiekan hyödyntämismahdollisuudet : Esiselvitys – Työ- ja elinkeinoministeriön verkkopalvelu (tem.fi)

kokoonpano löytyy liitteestä 1 ja toimintatavoista lisää luvussa 3. Lukuun 2 on koottu työn aikana tarpeelliseksi havaittuja huomioita sääntelystä ja muusta ohjauksesta. Luku 4 vetää yhteen referenssejä lähialueiden maiden ja muiden toimijoiden kaivannaisteollisuuteen liittyvästä kiertotaloustoiminnasta. Luvussa 5 ja 6 vedetään yhteen koordinaatiotyön tulokset ja suositukset.

1.1 Kansallisen kiertotalousohjelman tavoitteet

Kiertotalous on tulevaisuuden talousmalli, joka auttaa hillitsemään ilmastokriisiä, luontokatoa ja luonnonvarojen ylikulutusta. Kiertotaloudessa tuotteet ja materiaalit pysyvät käytössä pitkään ja turvallisesti. Kiertotalous ei ole vain kierrättämistä, vaan myös palveluita, jätteen synnyn vähentämistä jo suunnitteluvaiheessa, uusia liiketoimintamahdollisuuksia ja arvoketjujen muuntumista kiertojen arvoverkoiksi.

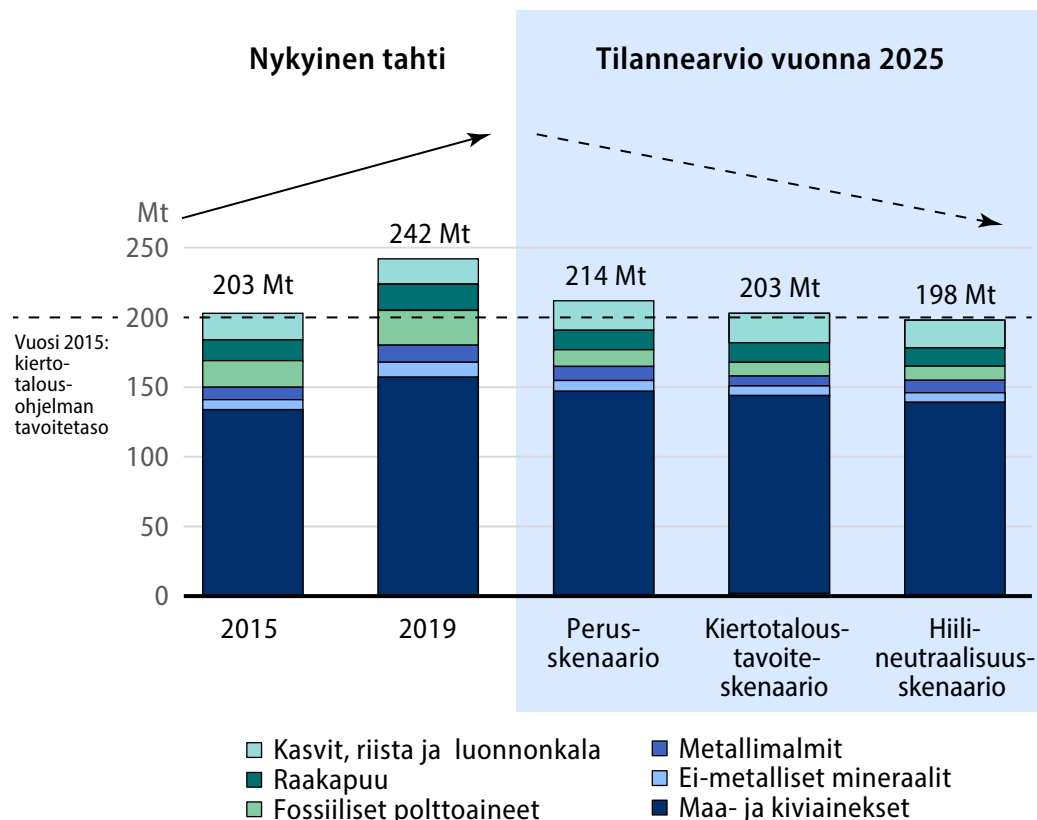
Valtioneuvosto teki periaatepäätöksen⁸ kiertotalouden strategisesta ohjelmasta keväällä 2021. Tavoitteena on muutos, jolla kiertotaloudesta luodaan talouden uusi perusta vuoteen 2035 mennessä. Kiertotalousohjelman visio on, että Suomen menestyvän talouden perusta vuonna 2035 on hiilineutraali kiertotalousyhteiskunta. Vision toteutuminen edellyttää luonnonvarojen kestävää ja tehokasta käyttöä.

Kaivannaisteollisuuden sivukivien hyödyntämisen koordinaatioryhmän nimittäminen on osa vuonna 2021 laaditun kiertotalousohjelman toimeenpanoa ja kiertotalouden markkinoita vahvistavaa toimenpidekokonaisuutta.

Kiertotalousohjelmassa asetettiin kolme keskeistä tavoitetta. Ensimmäisen tavoitteen mukaan uusiutumattomien luonnonvarojen kulutus vähenee, ja uusiutuvien luonnonvarojen kestävä käyttö voi kasvaa siten, että kotimaan primääriaraaka-aineiden kokonaiskulutus ei vuonna 2035 ylitä vuoden 2015 tasoa.

8 [Valtioneuvoston+periaatepäätös+8.4.2021+kiertotalouden+strategisesta+ohjelmasta.pdf \(ym.fi\)](#)

Kuva 3. Suomen raaka-aineiden kulutus vuosina 2015 ja 2019 sekä kolmessa eri skenaarioissa esitetyt arviot vuoden 2035 tilanteesta⁹. Raaka-aineiden kulutuksen kasvu pysähtyy, mutta pysyy edelleen korkealla tasolla. Maa- ja kiviainekset ovat myös jatkossa suurin raaka-aineryhmä.



Vientituotteiden valmistukseen käytetyt luonnonvarat eivät kuulu kiertotalousohjelman tavoitteiden piiriin. Merkittävä osa kaivosten päätuotteista menee vientiin, mutta jätetilastoissa kaivannaisjätettä tarkastellaan yhtenä kokonaisuutena. Raaka-aineiden kulutuksen vähentämiseen liittyvän tavoitteen toteuttamisessa kaivannaisteollisuudella on merkittävä rooli, jotta merkittävä määrä tonneja saataisiin kiertoon.

⁹ Jyri Seppälä, Hannu Savolainen et al. Esitys skenaariotuloksista Musiikkitalolla 24.11.2023 [Nextcloud \(webo.hosting\)](https://www.nextcloud.com/webhosting)

Kiertotalousohjelman toisena tavoitteena on resurssien tuottavuuden kaksinkertaistuminen vuoden 2015 tilanteesta vuoteen 2035 mennessä. Jotta resurssituottavuutta voidaan parantaa kaivannaistoiminnassa, se vaatii panostusta tehokkuuteen ja eri toimijoiden yhteistyöhön niin tuottavuus- kuin kestävyysyistäkin.

Kolmannen tavoitteen mukaan materiaalien kiertotalousaste kaksinkertaistuu vuoteen 2035 mennessä. Suomi on merkittävästi muuta Eurooppaa jäljessä niin kierrätys- kuin kiertotalousasteen kehityksessä. Yllä esitetystä materiaalikulutuksen kehitystä esittävässä kuvassa 1 näkyy hyvin kaivannaisjätteiden keskeinen merkitys luonnonvarojen hyödyntämisen kokonaisuudessa. Pääministeri Orpon hallituksen ohjelmassa on paljon toimenpiteitä kierrätystoiminnan kehittämiseksi. Tähän liittyvä lainsäädäntö- ja kehitystyö tukevat myös kaivannaisjätteiden parempaa hyödyntämistä. Kiertotalousasteen kehittyminen tarkoittaa myös kasvavia liiketoimintamahdollisuuksia ympäristön kantokyky huomioiden.

1.2 Kriisit muuttivat jätteet raaka-aineiksi

Vuonna 2020 alkanut globaali pandemia pysäytti maailman ennennäkemättömällä tavalla. Se myös osoitti globaalien markkinoiden haavoittuvuuden. Raaka-aineiden saatavuudessa oli haasteita, ja etenkin elektroniikkateollisuus kärsi komponenttipulasta¹⁰. Euroopan Green Deal oli pandemian puhjetessa jo komission työlistalla ja tarve elvyttää taloutta sai vihreän kasvun suuntaviivat, tavoitteena uusi kestävä normaali. Samalla tavoitteeksi tuli paikata eurooppalaisen teollisuuden ja elämäntapojen suurimmat haavoittuvuudet. Venäjän hyökkäyssota pakotti Euroopan uusiin energiaratkaisuihin.

Kriisien jälkeinen uusi normaali panostaa vahvasti fossiilisista energia- ja raaka-ainelähteistä irtautumiseen. Huoli vihreän siirtymän vaatimien raaka-aineiden saatavuudesta ja riittävydestä sekä vahvistunut tarve toimia luonnon kantokyvyn rajoissa käynnistivät kriittiset tarkastelut siirtymän vaatimista valinnoista ja niiden vaikutuksista. Pelkkä raaka-aineiden kierrätys ei enää määrältään riitä kaivosten nykytuotannon rinnalla tyydyttämään kasvavaa kysyntää, vaan myös tuotanto- ja kulutustapojen on muututtava. Tuotteet, komponentit ja raaka-aineet on myös pyrittävä pitämään kierrossa mahdollisimman pitkään arvonsa säilyttäen.

10 GTK:n tilaustyöraportti TEM:lle: Kauppila (toim.) et al. Esiselvitys sivukivien ja rikastushiekkojen saatavuudesta, laadusta ja sijainnista, valm. 1.11.2022

Uudelleentarkastelun tarve kohdistuu nyt kaivannaisteollisuuteen ja sen jätevirtoihin. EU:n tavoitteena on riippuvuuden vähentäminen erityisesti Kiinan ja Venäjän sekä toisaalta vastuullisuudessa vielä alkuvaiheessa olevien tuottajamaiden raaka-ainelähteistä. Sähköistyminen ja kriittisten materiaalien niukkuus muuttavat tuotteissa tarvittavia raaka-aineita, niiden lähteitä ja tuotantotapoja. Hiilineutraali sähköistäminen kasvattaa myös sähköntuotantoon ja jakeluun liittyvän infraraken-tamisen materiaalitavetta (teräs, alumiini, kupari, betoni), joten kriittisten raaka-aineiden lisäksi ”tavallisista” raaka-aineista voi tulla kriittisiä kulutuksen noustessa.

1.3 Kestävä kaivannaisteollisuus

Talvivaaran kaivoksen kipsisakkaonnettomuuden jälkimainingeissa vuonna 2014 Suomeen perustettiin kestävä kaivostoiminnan verkosto, johon liittyivät mukaan keskeiset ympäristöjärjestöt, MTK, kuntien ja maakuntien edustajat, paliskuntain yhdistys, Saamelaiskäräjät, työntekijäjärjestöt sekä kaivosyhtiöt¹¹. Verkosto laati kaivoksille vastuullisuuskriteerit kansainvälisesti käytössä olevan Towards Sustainable Mining (TSM) -standardin pohjalta. Standardia täydentää verkoston kehittämä yhteiskuntavastuuraportointimalli.

Verkoston toiminta on hiipunut, ja vastuu raportoinnista ja standardin kehittämistä on siirtynyt Kaivosteollisuus ry:lle. Verkoston yhteistyöllä luotiin pohja alan vastuullisuustyölle ja mahdollistettiin standardin käyttöönotto keskeisissä kaivosyhtiöissä. Vastuullisuusstandardit on laadittu myös malminetsintäyhtiöille ja hankevaiheen toimijoille.

Kaivosteollisuus ry on sitoutunut vastuullisuuskriteerien kehittämiseen. Kaivosteollisuus ry¹² kehittää alan vastuullisuustyötä ja kansainvälisen Towards Sustainable Mining (TSM) -standardin toimeenpanoa ja seurantaan Suomessa. TSM tarjoaa joukon työkaluja ja mittareita, jotka parantavat suorituskykyä ja varmistavat, että standardia noudattavien kaivos- ja metallurgisten laitosten avainriskejä hallitaan vastuullisesti. Yksi TSM:n keskeisistä vahvuuksista on se, että standardiin sitoutuneet yhtiöt tekevät raportointia kaivostoiminnan todellisen sijainnin eli yksittäisten laitosten tasolla.

11 [Tietoa verkostosta](#) – Kaivosvastuu

12 <https://tsminitiative.com> ja www.kaivosvastuu.fi

Yhtiöt arvioivat, seuraavat ja kehittävät omaa toimintaansa TSM:n kahdeksan arviointityökalun avulla. Arviointityökalut keskittyvät kahteen ydinalueeseen: yhteisöt ja ihmiset sekä ympäristönsuojelu. Arviointityökalut luovat perustan myös ulkoiselle todentamiselle, jota tehdään joka kolmas vuosi.

Tulokset julkaistaan vuosittain kaivoskohtaisesti. Raportointi mahdollistaa sen, että eri sidosryhmät ja lähialueiden asukkaat voivat seurata tietyn kaivoksen toimintaa. Suomessa raportointiin on lisätty elementtejä, jotka kuuluvat yhteiskuntaraportoinnin puolelle.

Lisäpainetta vastuullisuustyölle luo EU:n yritysten vastuullisuusraportointia käsittelevä direktiivi (CSRD)¹³, joka tuo yrityksille veloitteen tunnistaa olennaisia toimintansa vastuullisuusriskejä ja -mahdollisuuksia. Direktiivin piirissä olevien yritysten on siis arvioitava kaksoisolennaisuuden mukaisesti sekä toimintansa vaikutukset ympäristöön, ihmisiin ja yhteiskuntaan että kestävyyskysymysten vaikutukset omaan liiketoimintaan ja raportoitava niistä yhteisten eurooppalaisten kestävyysstandardien mukaisesti (ESRS, European Sustainability Reporting Standards)¹⁴. Toimialakohtaisten kestävyysstandardien kehittäminen on työn alla ja kaivosalalle on tulossa omat kriteerit.

Myös EU:n kriittisiä raaka-aineita koskevassa aloitteessa mainitaan vastuullisuusstandardien tarpeellisuus.

Vastuullisuus ja kiertotalous ovat jo kansainvälisesti tunnistettuja haasteita kaivostoiminnan hyväksyttävyyden kehittämisessä. Standardeja on maailmalla käytössä useita.

IRMA:n (Initiative for Responsible Mining Assurance)¹⁵ standardi määrittelee parhaat käytännöt vastuulliselle kaivostoiminnalle teollisessa mittakaavassa. Standardi sisältää elementtejä liiketoiminnan vastuullisuudesta, kaivostoiminnan jälkeisen toiminnan vaikutusten positiivisuudesta, sosiaalisesta vastuusta ja ympäristövastuusta.

13 **CSRD:** Directive (EU) 2022/2464 of the European Parliament and of the Council of 14 December 2022 amending Regulation (EU) No 537/2014, Directive 2004/109/EC, Directive 2006/43/EC and Directive 2013/34/EU, as regards corporate sustainability reporting

14 **ESRS:** Commission Delegated Regulation (EU) 2023/2772 of 31 July 2023 supplementing Directive 2013/34/EU of the European Parliament and of the Council as regards sustainability reporting standards

15 [Standard – IRMA – The Initiative for Responsible Mining Assurance](#)

ICMM (International Council on Mining and Metals) on kehittänyt oman kestävyysstandardinsa, joka määrittelee ympäristö-, sosiaali- ja hallintovaatimukset jäsenyrityksilleen. Kiertotalouden näkökulmasta ICMM¹⁶ painottaa materiaalien tuottavuuden lisäämistä, ympäristövaikutusten minimointia, sosiaalista vastuuta sekä globaalia yhteistyötä arververkkojen muodostamiseksi. Monet ICMM:n jäsenet hyödyntävät TSM-standardia.

Myös YK:n Agenda 2030¹⁷ ja EU-taksonomia huomioivat kiertotalouden. Lisäksi on olemassa aloitteita, kuten Mining2030, eli Global Investor Commission on Mining 2030¹⁸. Se on sijoittajavetoinen aloite, joka pyrkii määrittelemään vision sosiaalisesti ja ympäristöllisesti vastuullisesta kaivosteollisuudesta vuoteen 2030 mennessä. Tämä komissio tunnistaa kaivosteollisuuden tärkeän roolin yhteiskunnassa ja siirtymisessä kohti vähähiilistä taloutta. Se pyrkii varmistamaan, että ala jättää positiivisen perinnön käsittelemällä keskeisiä systeemisiä riskejä kokonaisvaltaisesti. Komission jäsenet ovat monialaisia. Mining2030 on osa laajempaa monen eri sidosryhmän yhteistyötä kaivosteollisuuden kestävyuden parantamiseksi.

Kiertotalous on noussut keskeiseksi vastuullisuuskeskusteluissa, sillä se tarjoaa kestävä kehityksen kannalta välttämättömiä ratkaisuja. Tämä vahvistaa kiertotalouden merkitystä sidosryhmien kuten hankintaketjujen eri toimijoiden ja rahoittajien näkökulmasta.

Kestävydessä tulisi huomioida taloudellisen, ympäristö- ja sosiaalisen ulottuvuuden lisäksi kulttuurinen näkökulma. Suurimmat vastakkainasettelut pohjoisten teollisuushankkeiden (tuulivoima, kaivokset, vetyhankkeet) osalta liittyvät muihin elinkeinoihin ml. matkailu ja poronhoito, sekä alkuperäiskansa saamelaisten kulttuuriin ja siihen liittyviin perinteisiin elinkeinoihin.

Kaivannaissektorin ohjausinstrumenttien kehittämisessä on tärkeää tunnistaa alan kilpailukyky ja suhdanneherkkyys. Kiertotaloustoimien kilpailukykyetu perustuu mm. rahoituksen saatavuuden helpottumiseen, yhtiön maineen vahvistumiseen yhteistyökumppanina ja sosiaalisen toimiluvan parantumiseen niin laajemmin yhteiskunnassa kuin paikallisestikin.

16 [ICMM – Circular Economy](#)

17 [Agenda 2030 kestävä kehityksen tavoitteet – Ulkoministeriö \(um.fi\)](#)

18 [Homepage – Mining 2030](#)

2 Sääntely ja muu ohjaus

2.1 EU:n vihreän kehityksen ohjelma

Euroopan unioni on valmistellut ilmasto- ja ympäristökriisien hillitsemiseksi toimintakokonaisuuden, jonka kolme päätavoitetta ovat hiilineutraalisuus vuoteen 2050, talouskasvun irrottaminen resurssien käytöstä (vähemmällä enemmän hyötyä) ja se ettei ketään jätettäisi muutosten ulkopuolelle ilman tukea. Kokonaisuutta kutsutaan Green Dealiksi eli vihreän kehityksen ohjelmaksi¹⁹.

Koronapandemian jälkeisten elpymispakettien tavoitteena oli luoda uusi normaali, jossa Green Deal -ohjelman mukaisesti edistetään ilmastotavoitteita ja kriisien kestävyyttä. Toimenpiteet kohdistuvat laajasti eri sektoreille, etenkin teollisuuteen ja elintapoihin, sekä energiamurroksen ratkaisuihin (REPowerEU sekä energiakriisiin liittyvät toimet) ja teollisuuspolitiikkaan (nettonollateollisuus ja energiamarkkinoiden uudistus). Kokonaisuuteen kuuluu myös kriittisten raaka-aineden aloite (CRMA, luku 2.2), joka keskittyy siirtymän kannalta raaka-aineisiin ja kaivannaisteollisuuteen.

Osana vihreän kehityksen ohjelmaa komissio on valmistellut kiertotalouden toimintasuunnitelman²⁰. Yksi suunnitelman keskeisistä aloitteista on ekosuunnitteluasetus, jonka tavoitteena on tehdä tuotteista kestäviä, huollettavia ja korjattavia sekä turvallisesti kierrätettäviä, ja siten vähentää materiaalikulutusta ja hukkaa. Vaikutus kaivannaiskiertotalouteen tulee viiveellä, kun eri tuoteryhmät siirtyvät omilla aikatauluillaan sääntelyn piiriin.

Elokuussa 2023 hyväksyttiin EU:n akkuasetus²¹. Asetuksessa kiinnitetään huomiota myös raaka-aineketjun alkupään kestävyteen ja resilienssiin. Näissä molemmissa toimissa tietotarve välittyy kaivannaissektorille viiveellä, kun tietoa hankitaan arvoaketjussa kohti alkutuotantoa.

19 https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/green-deal-industrial-plan_fi

20 Kiertotalouden edistäminen EU:ssa – Ympäristöministeriö

21 EU:n akkuasetus tiedote 17.8.2023 (valtioneuvosto.fi)

EU:n kestävän rahoituksen taksonomian delegoiduilla asetuksella luodaan luokitusjärjestelmä ympäristön kannalta kestävinä sijoituskohteina pidettäville taloudellisesti toiminnolle.²² Taksonomia-asetuksessa määritetään kuusi ympäristötavoitetta, joiden merkittävä edistäminen olisi asetuksen mukaan ympäristön kannalta kestävää:

1. ilmastonmuutoksen hillintä
2. ilmastonmuutokseen sopeutuminen
3. vesivarojen ja merten luonnonvarojen kestävä käyttö ja suojeleminen
4. siirtyminen kiertotalouteen
5. ympäristön pilaantumisen ehkäiseminen ja vähentäminen
6. biologisen monimuotoisuuden ja ekosysteemien suojeleminen ja ennallistaminen.

Jotta taloudellinen toiminta voisi olla ympäristön kannalta kestävää taksonomia-asetuksen tarkoittamassa mielessä, sen tulisi merkittävästi edistää yhtä tai useampaa edellä mainittua ympäristötavoitetta eikä se saisi aiheuttaa yhdellekään ympäristötavoitteista merkittävää haittaa. Lisäksi sen tulisi täyttää sosiaaliset vähimmäistason suojavaatimukset, joihin sisältyvät muun muassa ihmisoikeudet. Tarkemmat ja sektorikohtaiset tekniset arviointikriteerit annetaan komission delegoiduilla asetuksilla. Kaikille sektoreille (mm. kaivossektori) ei ole vielä teknisiä arviointikriteerejä.

Kestävän rahoituksen taksonomia-asetuksen raportointivelvoitteet koskevat tällä hetkellä esimerkiksi Suomessa pörssiyhtiöitä, luottolaitoksia ja vakuutusyhtiöitä. Yritysten kestävyysraportointia koskeva direktiivi tulee laajentamaan taksonomian soveltamisalaa ja kattamaan myös pienemmät pörssiyhtiöt ja suuret perheyhtiöt.

EU:n komissio, eräät jäsenmaat ja eurooppalainen kaivosteollisuus on omalta osaltaan tekemässä työtä metallimalmikaivosten taksonomiakriteerien määrittämiseksi. Jos kaivosteollisuus jää taksonomian ulkopuolelle, investoinnit eurooppalaiseen kaivosteollisuuteen voivat supistua²³.

Sidosryhmäkeskusteluissa kaivostoimijat ovat todenneet, että jos yrityksellä on käytössä ja toteutettuna vastuullisuusstandardien mukaisia toimia ja ne on raportoitu todennettavasti, vastuullisuustoimilla on ollut positiivisia vaikutuksia syntyneiden kauppasopimusten pituuteen.

22 ((EU) 2020/852) [EUn kestävän rahoituksen taksonomian delegoidut asetukset \(1\).pdf](#)

23 [Eurooppalainen kaivosteollisuus tähtää mukaan EU-taksonomiaan | Kaivosteollisuus](#)

Yritysten kestävyysraportointia koskevaa direktiiviä soveltava kirjanpitolain uudistus (The Corporate Sustainability Reporting Directive CSRD)²⁴ edellyttää ensisijaisesti kaikkien suurten yritysten julkaisevan kestävyysseikkoihin toimintakertomuksessa direktiivin ja kestävyysraportointistandardien vaatimusten mukaisesti. Laki yritysten kestävyysraportoinnin eli CSRD-direktiivin täytäntöönpanoksi tuli voimaan 1.1.2024. CSRD-direktiivi on tärkeä pääomavirtojen kohdentamisessa, sillä sijoitusrahastojen ja muiden finanssimarkkinatoimijoiden ”vihreys” määritetään niiden investointikohdeiden kestävyystietojen perusteella.

Direktiivi tarkoittaa raportoinnissa yhä tarkempaa huomiointia yritysten liiketoiminnan tuottamista sosiaalisista ja ympäristövaikutuksista ja toisaalta myös raportointia näiden kestävyysteemojen vaikutuksista itse liiketoimintaan. Tämän lisäksi yritysten raportoitavat kestävyystiedot tulee jatkossa varmentaa ulkoisen toimijan toimesta.

Velvoitteet koskevat ensin suurten pörssiyritysten tilivuoden 2024 tietoja, jotka tulevat julkistettaviksi 2025. Direktiivi koskee pörssiyrityksiä ja suuria osakeyhtiöitä, mutta raportointipohjaa on laajennettu paremmin tuotteiden arvoketjua kattavaksi, jotta tieto kulkeutuu raaka-aineiden ja komponenttien mukana koko elinkaaren ajan.

2.2 EU:n kriittisten raaka-aineiden säädös

EU:n kriittisiä raaka-aineita koskevan asetuksen (Critical Raw Materials Act, CRMA) on tarkoitus tukea raaka-aineiden kestävä hankintaa²⁵. EU pyrkii säädöksellä varmistamaan kriittisten raaka-aineiden jatkuvat ja kestävät toimitukset Euroopan teollisuudelle ja vähentämään merkittävästi EU:n riippuvuutta yksittäisten unionin ulkopuolisten maiden raaka-ainetoimittajilta peräisin olevasta tuonnista.

CRMA-säädöksessä luetellaan sekä kriittiset raaka-aineet että strategiset raaka-aineet, joiden saatavuus on välttämätöntä vihreän ja digitaalisen siirtymän teknologioille sekä puolustus- ja avaruusallalle. Asetuksessa määritetään tavoitteet EU:ssa tapahtuvalle raaka-aineiden louhinnalle, kulutukselle ja kierrätykselle sekä raaka-aineiden tuonnille yksittäisistä kolmansista maista. Koordinaatioryhmän työn kannalta keskeistä ovat asetuksen velvoitteet kriittisten raaka-aineiden

24 [Laki kirjanpitolain muuttamisesta 1249/2023 – Säädökset alkuperäisinä – FINLEX®](#), Luku 7 Kestävyysraportti

25 [Jäsenmaat hyväksyivät neuvottelutuloksen EU:n kriittisten raaka-aineiden aloitteesta – Työ- ja elinkeinoministeriön verkkopalvelu \(tem.fi\)](#)

hyödyntämisestä kaivannaisjätteistä. Asetus muuttaa osaltaan aiempaa lähestymistapaa kaivannaisjätteisiin; aiemmin lainsäädännössä kaivannaisjätteitä on tarkasteltu lähinnä ympäristöriskien näkökulmasta. Asetuksen myötä tarkasteluun otetaan myös kaivannaisjätteiden taloudellinen potentiaali sekä kaivannaisjätteet kriittisten raaka-aineiden lähteenä. Asetuksen artiklassa 26 säädetään kaivannaisjätealueiden kriittisten raaka-aineiden hyödyntämispotentiaalin kartoittamiseen liittyvistä velvoitteista. Artiklan mukaan jäsenvaltioiden on varmistettava, että kaivannaisjätekasojen omistajat tai haltijat tekevät kartoituksen ja raportoivat siitä asianomaisille viranomaisille. Artikla sisältää myös velvoitteita komissiolle, joka on laadittava ja ylläpidettävä EU:n kaivannaisjätekasojen luettelo ja julkistettava se vuoden 2025 loppuun mennessä²⁶.

Artikla edellyttää kaivannaisteollisuuden jätehuollosta vastaavia ja jätehuoltosuunnitelman laatimisvelvoitteen piiriin kuuluvia toimijoita tekemään alustavan taloudellisen arviointitutkimuksen mahdollisuuksista hyödyntää kriittisiä raaka-aineita niiden alueelle varastoidusta kaivannaisjätteestä sekä syntyvästä kaivannaisjätteestä. Arviointitutkimuksen tekeminen louhitusta aineksesta ennen kuin siitä tulee jätettä olisi myös mahdollista, jos se katsotaan tehokkaammaksi kuin syntyvän kaivannaisjätteen perusteella tehtävä arviointi.

Yksityisiä toimijoita koskevan arviointitutkimuksen laatimista koskevan velvoitteen lisäksi artiklassa säädetään kaivannaisjätteiden raaka-ainepotentiaalin hyödyntämiskelpoisuuden selvittämiseen tähtäviä velvoitteita myös jäsenvaltioille. Jäsenvaltioiden on perustettava tietokanta alueellaan sijaitsevista käytöstä poistetuista jätealueista. Tietokannan tulee olla saatavilla julkisesti ja siihen tulee sisällyttää tiedot mm. tietokantaan sisällytettävien kaivannaisjätealueiden sijainnista sekä arviot kunkin alueen kaivannaisjätteiden sisältämistä raaka-ainemääristä. Raaka-ainemääriä koskevien tietojen saamiseksi jäsenvaltioiden on tutkittava potentiaalisia jätealueita.

26 https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/green-deal-industrial-plan/european-critical-raw-materials-act_fi

Vaadittavien tutkimusten laajuus riippuu raaka-ainealueiden laajuudesta ja potentiaalista. Tietokantaan sisällytettäviä kaivannaisjätealueita on tarkasteltava asteittain ensin lupatiedoista tarkastelemalla ja myöhemmin alueiden raaka-ainepotentiaalin tarkentuessa mahdollisesti myös geokemiallisella näytteenotolla sekä mahdollisesti edelleen tarkemmilla tutkimuksilla, kuten kairasydännäytteiden otolla.

Toimien tarkoituksena on parantaa ymmärrystä olemassa olevien ja syntyvien kaivannaisjätteiden raaka-ainepotentiaalista. Huolimatta siitä, että monilla Euroopan unionin alueilla on pitkät perinteet raaka-aineiden louhinnassa, kaivannaisjätteiden sisältämiä raaka-aineita ei juurikaan ole tutkittu eikä niistä ole systemaattisesti kerättyä tietoa. Tietopohjan puutteellisuuden on katsottu olevan keskeinen este kaivannaisjätteiden raaka-ainepotentiaalin laajemmalle hyödyntämiselle.

Asetus sisältää myös muita raaka-aineiden uudelleenkäytön parantamiseen tähtäviä toimia. Asetuksen mukaisen strategisen hankkeen aseman voisivat saada raaka-aineiden kiertotalouteen liittyvät hankkeet, kuten kaivoshanke, jalostushanke, kiertotaloushanke tai substituutiohanke. Strategisen aseman saaneita hankkeita koskisivat esimerkiksi luvituksen kestolle asetettavat enimmäismääräajat, ja velvoite toteuttaa lupamenettelyt mahdollisimman nopeasti unionin ja kansallisen lainsäädännön mukaisesti.

2.3 Kansallinen lainsäädäntö

Uudistettu kaivoslaki astui voimaan 1.6. 2023. Muutosten myötä paikallisten vaikutusmahdollisuudet ja ympäristölliset kysymysten huomioiminen vahvistuivat aiemmasta²⁷. Kaivoslupaa koskevassa lupaharkinnassa muut elinkeinot on otettava huomioon nykyistä vahvemmin. Kaivoslaissa ei ole mukana kiertotaloutta edistävää eikä rajoittavaa lainsäädäntöä. Kaivannaiskiertotaloutta ohjataan tällä hetkellä pääosin kansallisen ympäristölainsäädännön pohjalta, keskeisinä laki ja asetus ympäristövaikutusten arviointimenettelystä, ympäristönsuojelulaki ja -asetus sekä jätelaki ja kaivannaisjäteasetus.

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyä (YVA) sovelletaan metallimalmien ja muiden kaivoskivennäisten louhintaa, rikastamista ja käsittelyä koskeviin hankkeisiin hankkeiden koon ylittäessä tietyt raja-arvot. YVA-menettelyssä on keskeistä

27 [Uusi kaivoslaki voimaan 1. kesäkuuta \(valtioneuvosto.fi\)](#)

tarkastella erilaisten hankkeen toteuttamisvaihtoehtojen vaikutuksia ja haitallisten vaikutusten vähentämistä koko hankkeen elinkaaren ajalla, mukaan lukien kaivoksen sulkemisen jälkeinen jälkihoitovaihe.

Petteri Orpon hallitusohjelman mukaan sujuvasta luvituksesta tehdään Suomen kilpailuetu ja tämän tavoitteen saavuttamiseksi ympäristöluvitukseen liittyvät tehtävät kootaan valtakunnalliselle viranomaiselle ja edetään kohti yhden luukun mallia. Yhden luukun palvelujen hanke käynnistyi loppukesällä 2023. Tavoitteena on, että uusi lupaviranomainen aloittaa toimintansa vuoden 2026 alussa.

Ympäristönsuojelulain mukaan kaivos- ja rikastustoiminta vaativat aina ympäristöluvan. Myös kaivannaisjätteen varastointi ja loppusijoittaminen kuuluvat ympäristöluvituksen piiriin. Ympäristöluvassa annetaan määräykset mm. päästöistä, päästöraja-arvoista, päästöjen ehkäisemisestä, maaperän ja pohjavesien pilaantumisen ehkäisemisestä, jätteistä ja niiden määrän ja haitallisuuden vähentämisestä sekä toiminnan lopettamisen jälkeisistä toimista. Ympäristöluvassa on saatettu määrätä, miten pitkään sivukiviä saa varastoida, ennen kuin siitä tulee jätettä ja millä edellytyksillä (muuta kuin EEJ-päätöksellä, End of Waste, ei-enää-jätettä eli EEJ) sivukiviä saa myydä eteenpäin sivutuotteena²⁸.

Kaivannaisjätteiden hallintaa ohjaa komission vuonna 2018 julkaisema kaivannaisjätteiden hallinnan BREF-vertailuasiakirja²⁹ ja siinä julkaistut päätelmät parhaista käyttökelpoisista tekniikoista (BAT), joiden avulla voidaan ehkäistä tai vähentää ympäristöön, ihmisten terveyteen tai turvallisuuteen kohdistuvia riskejä ja vaikutuksia. BAT-päätelmät on otettava huomioon kaivannaisjätteiden hallinnan suunnittelussa ja toteutuksessa sekä näihin liittyvissä ympäristölupaprosesseissa. Kaivannaisjätteiden hallinnan BREF-vertailuasiakirjasta on julkaistu kansallinen soveltamisopas³⁰. Kaivannaisjätteiden hallinnan BAT-päätelmien mukaisesti sekä

28 YSL 32 §:n mukaan ympäristölupaa ei tarvita ympäristönsuojelulain liitteen 1 taulukossa 2 olevaan 13 kohdassa tarkoitettuun jätteen ammattimaiseen tai laitospäiväiseen käsittelyyn mainitun kohdan perusteella silloin, kun kysymyksessä on: 4) turvetuotannossa syntyvän kaivannaisjätteen tai muussa kaivannaistoiminnassa syntyvän pysyvän jätteen tai pilaantumattoman maa-aineksen käsittely kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelman mukaisesti kyseisen toiminnan yhteydessä muulla tavoin kuin sijoittamalla jäte suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavalle kaivannaisjätteen jätealueelle.

29 Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Management of Waste from Extractive Industries in accordance with Directive 2006/21/EC. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC109657>

30 Opas kaivannaisjätteiden hallinnan MWEI BREF -vertailuasiakirjan parhaita käyttökelpoisia tekniikoita koskevien päätelmien soveltamiseen. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-212-9>

vaarattomien että vaarallisten kaivannaisjätteiden hyödyntämisessä kaivosalueella lähtökohtana on jätteen kemiallisen ja fysikaalisen pysyvyyden varmistaminen sekä sijoitusalueen rakenteellisen pysyvyyden varmistaminen, jotta hyödyntäminen tapahtuu pitkällä aikavälillä ympäristöturvallisesti.

Teollisuuspäästädirektiivin päivitys julkaistaan keväällä 2024. Direktiivin soveltamisalaan on lisätty metallimineraalien kaivostoiminta. Näille kaivoksille tullaan laatimaan BAT-päätelmät, jotka tulevat sisältämään muun muassa sitovat BAT-päästötasot. Ympäristönsuojelulain mukaisilta direktiivilaitoksilta tullaan edellyttämään ympäristöjärjestelmän käyttöönottoa. Ympäristöjärjestelmän tulee sisältää kunkin laitoksen tai yrityksen siirtymäsuunnitelma kohti puhdasta tuotantoa, kiertotaloutta ja ilmastoneutraalia toimintaa.

Jätteiden ammattimainen hyödyntäminen edellyttää pääsääntöisesti ympäristölupaa, jonka myöntää joko kunnan lupaviranomainen tai aluehallintovirasto (AVI). Valtioneuvoston asetuksessa on säädetty rekisteröintimenettelystä koskien eräiden jätteiden hyödyntämistä maarakentamiseen ja pienimuotoisempaan toimintaan (ns. MARA-asetus). Ilmoituksella hyödynnettävän jätteen määrä, laatu ja mahdolliset hyödyntämiskohteet on rajattu asetuksessa, eikä se yleensä sovellu kaivannaisjätteiden hyödyntämiseen. Ilmoitus tehdään ELY-keskukselle, joka tarkastaa, että asetuksen vaatimukset täyttyvät.³¹

EU:n jätedirektiivissä määritetään kriteerit sille, onko jokin tuote jätettä vai sivutuote sekä kriteerit, milloin jätteeksi luokittelu voidaan katsoa päättyneeksi. EEJ-kriteereistä ja EEJ-menettelystä säädetään kansallisesti jätelaissa. Kaivannaistoiminnassa syntyvä rikastushiekka voi olla jätelain mukaista sivutuotetta tai jätettä. Rikastushiekan jätteeksi luokittelun päättymisestä ei ole annettu kansallisia eikä EU-tason säädöksiä. Ympäristölupaviranomainen voi tällöin päättää tapauskohtaisesti jätteeksi luokittelun päättymisestä (ns. EEJ-päätös), jos mainitut jätelain edellytykset täyttyvät. Ympäristöministeriön uusiomateriaalien tuotteistamisen edistämistä koskeva UTU-työryhmä esittää sivutuote- ja EiEnääJätettä -päätöksille keskitettyä ja kevennettyä päätösmenttelyä³². Tavoitteena on saada tätä koskeva hallituksen esitys jätelain ja ympäristönsuojelulain muuttamisesta lausunnoille keväällä 2024.

31 Ilmoitus jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa (ymparisto.fi)

32 JULKAISU_20231219092350.pdf (<https://ym.fi/hankesivu?tunnus=YM045:00/2021>)

Kaivannaisjätteitä koskee lisäksi oma erityissääntelynsä, joka perustuu EU:n kaivannaisjätedirektiiviin ja joka on Suomessa pantu täytäntöön useilla eri säädöksillä³³. Kaivannaisjäteasetuksessa säädetään muun muassa kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelmasta, kaivannaisjätteen jätealueiden perustamisesta, hoidosta ja käytöstä poistamisesta sekä kaivannaisjätteen hyödyntämisestä louhoksessa.

Kaivannaisjätedirektiivi edellyttää, että jätteet eivät pilaa ympäristöä pitkienkään aikojen kuluessa. Toiminnasta, jossa syntyy kaivannaisjätettä, on laadittava jätehuoltosuunnitelma. Sen tavoitteena on ehkäistä kaivannaisjätteen syntyä, vähentää jätteen haitallisuutta sekä edistää jätteen hyödyntämistä ja turvallista käsittelyä. Jätehuoltosuunnitelman tulee sisältää tiedot alueen ympäristöstä, kaivannaisjätteestä, kaivannaisjätteen hyödyntämisestä, kaivannaisjätteen jätealueista, vaikutuksista ympäristöön, toimista ympäristön pilaantumisen ehkäisemiseksi, toiminnan tarkkailusta ja toiminnan lopettamiseen liittyvistä toimista. Kainuun ELY-keskuksen OHKE-hankkeessa laaditaan parhaillaan kansallista ohjetta kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelmien laadinnan parhaista käytännöistä.

Ympäristöministeriössä on käynnissä lakihanke kaivosten koko elinkaaren aikaisen ympäristönsuojelun tason parantamiseksi. Hankkeessa täydennetään niin kaivannaisjätesääntelyä kuin kaivoksilta ympäristönsuojelulain nojalla vaadittavia vakuuksia. Hankkeessa on tarkoitus selvittää, mikä sääntelyssä mahdollisesti estää tai rajoittaa kaivannaisjätteiden hyödyntämistä ja tuotteistamisesta ja miten sääntelyllä voitaisiin edistää kaivannaisjätteiden ympäristöturvallista kiertotaloutta.³⁴

Suljettuja kaivoksia on analysoitu ympäristöllisten riskitekijöiden kartoittamiseksi valtakunnallisissa KAJAK-hankkeissa osana kaivannaisjätedirektiivin toimeenpanoa. Kaivannaisjätteiden kiertotalouden vauhdittamiseksi tarvitaan lisää tietoa suljettuihin kaivoksiin liittyvistä hyödyntämismahdollisuuksista. Tätä tietoa edellyttää myös EU:n kriittisten raaka-aineiden asetus.

Kaivosyhtiöllä eli toiminnanharjoittajalla on viime kädessä vastuu ja yleinen velvollisuus kaikesta toiminnasta kaivosalueella, erityisesti turvallisuuden ja ympäristövaikutusten suhteen. Toiminnanharjoittajan on kaikessa toiminnassaan

33 Kaivannaisjätedirektiivi on Suomessa pantu täytäntöön useilla eri säädöksillä lähinnä ympäristönsuojelulakiin ja maa-aineslakiin. Muista keskeisiä säädöksiä ovat: jätelaki, pelastuslaki, valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta, valtioneuvoston asetus jätteistä, valtioneuvoston asetus kaivannaisjätteistä, valtioneuvoston asetus maa-ainesten ottamisesta annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta.

34 Hankkeen tunniste YM012:00/2023 (<https://valtioneuvosto.fi/hanke?tunnus=YM012:00/2023>)

mahdollisuuksien mukaan noudatettava etusijajärjestystä jätteen syntymisen suhteen. Lain mukaan toimijan on ensisijaisesti vähennettävä syntyvän jätteen määrää ja haitallisuutta. Jätteen haltijan on valmisteltava jäte uudelleenkäyttöä varten tai toissijaisesti kierrätettävä se. Tämä näkökulma voidaan katsoa kiertotaloutta ja kiertotalousohjelman tavoitteita kannustavaksi. Toiminnan tulee silti olla kannattavaa, siksi tarvitaan lisää yhteistyötä hyödyntämishaasteiden ratkaisemiseksi.

Kaivannaisjätteiden ominaisuuksien määrittelyperusteista säädellään kaivannaisjäteasetuksessa, jonka liitteessä 1 on määritelty yksityiskohtaisesti perusteista, joiden on täytyttävä sekä lyhyellä että pitkällä aikavälillä, jotta jätettä voidaan pitää pysyvänä jätteenä. Jätteen ominaisuuksien määrittelyssä on otettava huomioon useita seikkoja kuten jätteen geotekninen käyttäytyminen sekä jätteen geokemialliset ominaisuudet ja käyttäytyminen. Kaivannaisjätteiden edustava näytteenotto ja karakterisointi ovat perustana kaivannaisjätteiden luokittelussa. Luokitteluperusteista säädetään kaivannaisjäteasetuksen lisäksi jätelaissa ja -asetuksessa. Suomessa kaivannaisjätteen pysyväksi luokitteluun³⁵ sekä jätteiden luokittelusta vaaralliseksi jätteeksi³⁶ on laadittu kansalliset oppaat. Kaivannaisjätteet luokitellaan eri jätenimikkeisiin. Lähtökohtana kaivannaisjätteiden luokittelussa jätenimikkeisiin on Euroopan jäteluettelo, mikä on Suomessa pantu täytäntöön jätteenasetuksen liitteessä 3.³⁷ Kaivannaisjätteen luokittelu vaaralliseksi jätteeksi perustuu Euroopan jäteluettelon nimikkeisiin sekä jätteen vaaraominaisuuksien arviointiin.

35 Kaivannaisjätteen luokittelu pysyväksi. Louhinnassa muodostuvat sivukivet. Suomen ympäristö 21/2011. Ympäristöministeriö.

36 Jätteen luokittelu vaaralliseksi jätteeksi – päivitetty opas. Ympäristöministeriön julkaisu 2019:2. Ympäristöministeriö.

37 Rikastuksessa syntyvä rikastusjäte on asetuksen mukaan kiinteää tai lietemäistä jätettä, joka jää jäljelle mineraalien rikastuksessa, jossa arvomineraalit erotetaan vähemmän arvokkaasta kiviaineksesta murskauksessa, jauhatuksessa, kokoerotuksessa, vaahdotuksessa, muussa fysikaalis-kemiallisessa käsittelyssä tai muussa erotusprosessissa. Rikastushiekka luokitellaan vaaralliseksi jätteeksi, mikäli se sisältää haitallisia aineita, kuten metalleja, radioaktiivisuutta, happoa tuottavia mineraaleja tai prosessikemikaaleja.

3 Koordinaatioryhmän toiminta

Työ- ja elinkeinoministeriön asettaman kaivannaisteollisuuden sivukivien hyödyntämismahdollisuuksia selvittäneen koordinaatioryhmän tehtäviksi asetettiin:

- sektorirajat ylittävä julkisten ja yksityisten tahojen yhteistyö
- konkreettisten hankkeiden käynnistämisen vauhdittaminen
- hankkeita hidastavien yhteisten esteiden tunnistaminen ja purkaminen

Työssä tuli ottaa huomioon YK:n kestävän kehityksen tavoitteiden edistäminen, luonnon monimuotoisuuden turvaaminen sekä kestävä luonnonvarojen käyttö.

Koordinaatioryhmän toimikausi oli 15.5.2022–31.12.2023. Koordinaatioryhmän puheenjohtajana toimi työelämäprofessori Hannele Pokka Helsingin yliopistosta. Ryhmä koostui yritysten, tutkimuslaitosten, järjestöjen, rahoittajien ja ministeriöiden edustajista. Ryhmä kokoontui 15 kertaa toimikautensa aikana. Ryhmään osallistuville ei maksettu palkkioita tai korvauksia. Koordinaatioryhmän toimeksianto ja kokoonpano löytyy liitteeltä 1.

Koordinaatioryhmän tukena toimi sihteeristö ja Lapin ELY:n palkkaama koordinaattori. Sihteeristö koostui ministeriöiden ja ELY-keskusten virkahenkilöistä (liite 1). Sen tehtävänä oli valmistella ja vastata koordinaatiotyön käytännön toimista yhdessä koordinaattorin kanssa.

Koordinaattorina toimi vuonna 2022 Lapin ELY-keskuksesta johtava asiantuntija Jutta Kisanlahti ja vuonna 2023 johtava asiantuntija Tuula Sivonen. Koordinaattorin tehtävänä oli huolehtia käytännön toimista, kuten järjestää työpajoja, laatia kyselyjä ja avustaa koordinaatioryhmän kokouksia. Toimikautensa aikana koordinaattori tapasi ja haastatteli lukuisia kaivosten kiertotaloudesta ja sivuvirtojen hyödyntämisestä kiinnostuneita yrityksiä ja organisaatioita.

Koordinaatioryhmä teetti syksyllä 2022 kaksi selvitystä. GTK teki esiselvityksen sivukivien ja rikastushiekkojen saatavuudesta, laadusta ja sijainnista. Konsulttitoimisto Taival Advisory selvitti kaivannaisteollisuuden hyödyntämisketjuja ja ketjujen skalauspotentiaalia haastatteleamalla runsaat 20 yritystä. Selvitysten tulokset on käsitelty luvussa 5 muiden koordinaatiotyön tulosten kanssa.

Kiertotalous on verkostomaista toimintaa, jossa tulisi olla mukana koko arvoketju, joten sidosryhmien osallistaminen ja heidän näkökulmansa ovat tärkeitä. Koordinaattorit ja sihteeristö järjestivät virtuaalisen viiden työpajan sarjan sidosryhmien osallistamiseksi. Työpajat osoittautuivat vetovoimaisiksi. Osallistujia oli kaikista relevanteista toimijatahoista: muun muassa kaivosyhtiöistä, tutkimuslaitoksista, potentiaalisista jatkojalostajista, asiakkaista ja ministeriöistä sekä virastoista. Työpajoissa käsiteltiin esiselvityksissä haasteiksi nostettuja asioita. Työpajat synnyttivät niihin osallistuneiden kesken jatkotapaamisia ja yhteistyöaihoita. Työpajojen sisältöjä on kuvattu tarkemmin liitteessä 2.

4 Poimintoja maailmalta

Kaivostoiminnan kiertotalousmahdollisuuksia analysoidaan kriisien seurauksena eri puolilla maailmaa. Alle on koottu joidenkin vertailumaiden ja järjestöjen uusimpia kiertotaloustoimia.

Norjan mineraalistrategia – kiertotalousnäkökulmat

Norja julkisti mineraalistrategiansa 21.6.2023. Sen mukaan Norja pyrkii olemaan maailman kestävin mineraaliteollisuusmaa, joka perustuu taloudellisesti kannattavaan toimintaan. Strategiassa määritetään viisi päätavoitetta, jotka edistävät uusien mineraaliprojektien nopeampaa toteuttamista, kiertotalouden liiketoimintamallien käyttöönottoa, ilmaston ja ympäristön selkeämpää priorisoimista sekä kansainvälisten kumppanuuksien vahvistamista.

Norjan hallitus haluaa kiristää ylijäämämassoihin liittyviä vaatimuksia. Tulevaisuudessa alan yrityksiltä vaadittaneen jokaiselle uudelle projektille kiertotaloussuunnitelma, josta kävisi selville, miten ylijäämämassojen minimointi ja resurssien mahdollisimman tehokas hyödyntäminen on huomioitu koko hankkeen elinkaaren aikana. Kierrättämättömäksi katsottavien ylijäämämassojen osalta tulisi tehdä perusteltu selvitys ennen loppusijoitusta. Neitseellisten massojen käytöstä vaaditaisiin aina erillinen selvitys ja käyttöperustelut. Hallitus haluaa edistää ylijäämämassojen kansallisen markkinapaikan syntymistä, niin että maamassatietoa olisi helposti saatavissa esim. rakennus- ja infrastruktuuriprojektien käyttöön.

Mineraalistrategiassa korostetaan pohjoismaisen yhteistyön merkitystä ja todetaan, että Pohjoismaat muodostavat geologisten ominaisuuksiensa ja mineraalipotentiaalinsa kannalta samankaltaisen alueen. Pohjoismaisessa kontekstissa yhteistyö etenkin tutkimuksen sekä yhteisten tieto- ja karttapalveluiden osalta mainitaan strategiassa tärkeänä lähtökohtana yhteispohjoismaisen mineraalitarjoaman myymiseksi sijoittajille ja kaivosyrityksille. Tuotantoketjujen kestävyys ja läpinäkyvyys tulee olemaan jatkossa tärkeä kilpailuvaltti mineraaliteollisuudessa.

Kaivosteollisuuden kiertotalouden tilanne Ruotsissa

Ruotsin vuonna 2012 laatima mineraalistrategia tähtää siihen, että Ruotsin kallioperästä louhitaan ja käsitellään malmia ja mineraaleja resurssitehokkaasti. Lisäksi strategia pyrkii nostamaan metallien, mineraalituotteiden ja prosessijätteiden kierrätysastetta ja vähentämään jätteen määrää. Ruotsin geologinen tutkimuskeskus (Sveriges geologiska undersökning SGU) on tehnyt selvityksiä metalli- ja mineraalivarojen louhinta- ja kierrätyspotentiaalista yhteistyössä ympäristönsuojeluviraston kanssa. Selvityksessä on tehty yleinen arvio malmipotentialista (ns. primääriset resurssit) ja hyödyntämispotentialista kaivannaisjätteistä, teollisuuskaatopaikoista, kunnallisista kaatopaikoista (ns. toissijaiset resurssit) sekä kaupunkilouhinnasta (metallit kaupunkien infrastruktuurissa). Toissijaisista resursseista kerätyt tilastot ovat teoreettisesti laskettuja.

Kaivannaisjätteen sisältämistä raaka-aineista on tehty paljon analyyseja, mutta edelleen on suuri epävarmuus siitä, kuinka suuria määriä niitä kokonaisuudessaan on ja onko jätteen jatkokäsittely taloudellisesti kannattavaa.

Harvinaisten maametallien ja fosforin potentiaalin arvioidaan olevan suhteellisen suuri. Myös teknisten ratkaisujen puute on osittain esteenä toissijaisten raaka-aineiden hyödyntämisessä. Useimmat viitteet Ruotsista osoittavat, että suurin osa toissijaisten resurssien potentialista jää hyödyntämättä, sillä esteet ovat olleet liian suuria. Mikäli kehityssuunta tahdotaan muuttaa, on otettava käyttöön uusia tekniikoita ja toimintamalleja. Asianmukaisten muutosten toteuttaminen kiertotalouden edistämiseksi edellyttää syvällistä tietoa osittain eri toimitusvaihtoehtojen ympäristövaikutuksista, osittain dokumentoiduista kierrätysmahdollisuuksista kaivannaisjätteissä.

Ruotsissa toimii ”Mining Innovation Programme”, jonka tavoitteena on vahvistaa Ruotsin kilpailukykyä kaivos- ja metallijalostussektorilla tutkimuksen, innovaatioiden ja koulutuksen avulla. Rahoitus on puoliksi julkista ja puoliksi yksityistä, isäntäorganisaationa toimii Luulajan teknillinen yliopisto. Toiminta on alkanut vuonna 2013 ja ohjelman kautta on toteutettu 265 eri projektia. Projekteja on tehty liittyen jäljitettävyyteen, hiilineutraaliuteen ja luonnon monimuotoisuuteen, lisäksi vuosittain järjestetään ideakilpailu, johon liittyy myös pohjoismainen yhteistyömahdollisuus.

Ruotsissa on julkistettu tiekartta ”Strategic research and innovation roadmap for the Swedish mining, mineral and metal producing industry” vuonna 2022³⁸. Merkittävää tutkimus- ja kehityspanosta tarvitaan uusien mahdollistavien teknologioiden kehittämiseksi. Ympäristövaikutusten vähentymiselle tulisi laittaa nykyistä enemmän taloudellista arvoa, joka parantaisi myös kiertotalouden kannattavuutta. Tavoitteina vuodelle 2045 esitetään kaivannaisjätteiden merkittävästi korkeampaa hyödyntämistä, uusien tuotteiden kehittämistä ja alan tuotantoprosessien mukauttamista erilaisille raaka-ainevirroille. Lyhyen aikavälin tavoitteena on sekundäärinen malminetsintä kaivannaisjätteistä. Tavoitteiden saavuttamiseksi tarvitaan merkittäviä panostuksia perustutkimukseen, kuten kansallisen tutkimuslaitoksen perustaminen, sekä rahoitusta soveltavan tutkimuksen hankkeille. Esimerkkinä sivuvirtojen hyödyntämisestä on tiekartassa nostettu esiin Bolidenin ja LKAB:n jo käynnistynyt tutkimushanke fosforin ja harvinaisten maametallien talteenotosta rautakaivoksen rikastushiekasta.

Italia

Italia nousi mielenkiintoiseksi referenssimaaaksi, koska siellä on säädetty sivuvirtojen käyttövelvoite rakennusteollisuudessa. Kierrätetyn materiaalin käyttösuusvelvoite on lisätty kansalliseen julkisten hankintojen lainsäädäntöön rakentamisen materiaaleille. Laki velvoittaa, että vähintään 15 % rakennuskohteen materiaaleista on joko uusiokäytettyä tai kierrätettyä materiaalia³⁹. Tämä on lisännyt merkittävästi kiinnostusta ja käyttöä sivutuotteita kohtaan.

Käyttövelvoite on avannut esimerkiksi suomalaiselle Tapojärvelle uusia markkinamahdollisuuksia viemällä kotimaisen terästehtaan kanssa kehitettyjä kuonan hyödyntämismenetelmiä italialaiselle terästoimijalle. Merkittävä etu oli myös ympäristöluvan lakimääräinen kesto, jossa vaadittiin työkuvasoisia suunnittelukuvia, eli luvan vaatimustaso oli korkeampi kuin Suomessa.

Irlanti

Irlannin ympäristönsuojeluvirasto EPA on tehnyt kattavan tutkimuksen kiertotalousmahdollisuuksista saaren kaivoksissa. Raportti julkaistiin 2021. Tutkimuksessa on analysoitu näytteitä 12 erilaisesta teollisuuskohteesta. Mukana oli näytteitä

38 https://www.sveminese.cdn.triggerfish.cloud/uploads/2022/05/roadmap-2022_eng-1.pdf

39 [Mandatory Italian GPP Minimum Environmental Criteria for buildings | Interreg Europe – Sharing solutions for better policy](#)

kaivosten sivukivistä ja rikastushiekoista, voimalaitosten lentotuhkista ja jalostamojen jätteistä. Tutkimuksessa keskityttiin metallien ja kriittisten raaka-aineiden analysointiin ja erotusmenetelmien vertailuun. Pääasiakassegmentteinä nähtiin rakennusteollisuus ja käyttökohteena sementin klinkkerin korvaaminen esimerkiksi geopolymeereillä.

Tutkimuksen mukaan kiertotalouden lähtökohtana tulisi olla kokonaisvaltainen tarkastelu ja samantapaisten kaivosten yhteistyöpotentiaalin tunnistaminen, jotta mahdollisimman monta erilaista jaetta saataisiin talteen. Jotta Irlannissa hahmoteltu kiertotalousstrategia kaivannaisjätteille ja sivukiville voisi toteutua, strateginen yhteistyö koko arvoketjun kanssa jätteen tuottajalta loppukäyttäjälle täytyy olla mukana. Tärkeimpänä ajurina on uusi tuote, jonka loppukäyttäjä voi ottaa käyttöön taloudellisesti kannattavasti, investoinnit takaisin maksavalla aikajanalla. Raportista löytyy kaavio, johon tutkijat ovat kiteyttäneet askelmerkit kaivannaisjätteiden (etenkin rikastushiekkojen) tuotteistamiseksi vastaamaan markkinoiden tarpeita⁴⁰.

Eurooppalaiset ja pohjoismaiset yhteistyöhankkeet

Nordic Sustainable Minerals⁴¹ on Pohjoismaiden ministerineuvoston alaisen Nordic Innovationin rahoittaman ohjelman alainen hanke, jonka toteuttaa GTK:n koordinoima pohjoismainen tutkimuskonsortio. Hankkeessa käsitellään mm. primäärimineraalivarojen jäljitettävyyttä sekä sekundääristen mineraalivarojen talteenottoa ja kierrätystä.

Hankkeen tavoitteena on kaivosjätteen vähentäminen jätejakeiden systemaattisella luokittelulla. Sen tarkoituksena on edistää metallien louhinta- ja talteenottokäytännön sekä tuotantoa sivujakeista. Hanke on tukenut CRMA-työtä. Digitalisaatio on myös nähty tärkeäksi mahdollistajaksi kiertojen edistämiseksi.

Hankkeessa tutkitaan, miten kaivannaisjätteestä saadaan talteen ja kierrätettyä mineraaleja. Tutkimuksessa kehitetään menetelmiä, joilla voidaan selvittää ja luokitella erilaisia raaka-ainelähteitä. Näin voidaan tehdä parempia päätöksiä ja hyödyntää kaivannaisjätettä. Hankkeessa on tehty tutkimuksia eri maissa ja kerätty tietoa pilvipalveluun. Tässä palvelussa voi tarkastella sekä uusia että vanhoja raaka-ainelähteitä ja arvioida niiden arvoa. Tutkimuksessa huomioidaan myös ympäristö-, sosiaali- ja hallintokysymykset sekä kaivosjätteen luokitus. Hanke jatkuu vielä vuonna 2024.

40 https://www.epa.ie/publications/research/circular-economy/Research_Report_388.pdf

41 [Sustainable Minerals: Recovery and Recycling | Nordic Innovation](#)

Toisena esimerkkinä käynnissä olevista laajoista yhteishankkeista GTK⁴² on partnerina Horizon Europe -projekti FutuRaM:ssa (Future Availability of Secondary Raw Materials), jonka tavoitteena on tuottaa tietoa sekundääristen raaka-aineiden määrästä ja saatavuuksista EU:ssa. Projekti toteutetaan vuosina 2022–2026 ja siinä keskitytään erityisesti Euroopan Komission määrittelemiin kriittisiin raaka-aineisiin. FutuRaM-projektissa keskitytään varantoarvion perustana olleiden menetelmien kehittämiseen. Tarkoituksena on esimerkiksi vertailla erilaisten näytteenottomenetelmien luotettavuutta sekä tarkastella aiemmin tehtyä varantomallinnusta tarkemman kairausaineiston perusteella.

42 Teemu Karlsson <https://futuram.eu/>

5 Tahtotilasta toimintaan – koordinaatiotyön tuloksia

Koordinaatioryhmän teettämät selvitykset

Vuoden 2010 kansallisessa mineraalistrategiassa⁴³ tunnistettiin, että sivukivistä ja rikastushiekasta voisi saada hyötykäyttöön mineraaleja. Tämän jälkeen teemaa on tutkittu, kokeiltu ja pilotoitu paljon. Selvitykset ovat osoittaneet, että kiertotalous-toimien esteitä ovat puutteellinen laki, asiakkaiden puuttuvat vaatimukset ja heikko kannattavuus.

Jarkko Vesan tekemä esiselvitys⁴⁴ kartoitti kaivannaissektorin kiertotalouden haasteita ja mahdollisuuksia. Haasteita ovat esimerkiksi kaivosyhtiöiden aikaisempi haluttomuus muuttaa toimintaansa ja kuljetuskustannusten korkeus. Mahdollisuuksia on löydetty 12 teemasta. Toiminnan muutos vaatii taloudellisia ja sääntelyyn liittyviä kannustimia. Ympäristö- ja kestävyystavoitteet edellyttävät myös kansainvälisiä pelisääntöjä tai markkinaohjausta.

Koordinaatioryhmä tilasi GTK:lta työn tueksi esiselvityksen sivukivien ja rikastushiekkojen saatavuudesta, laadusta ja sijainnista.⁴⁵ Raportissa käydään läpi saatavilla olevat lähteet sekä vanhoja kaivannaisjätealueita että nykyistä jätteen syntyä koskien. Vaikka mineraaliesiintymätietokannan tietorakenne mahdollistaakin jo erityyppisten kaivosjätetietojen tallentamisen, ei tietokantaan ole talletettu sivuvirroista muita tietoja kuin vuosittaiset kaivoskohtaiset sivukivien louhintamäärät. Rikastushiekkatietoja ei ole talletettu tietojen heikon saatavuuden vuoksi. Tietokantarakennetta ollaan parhaillaan uudistamassa yhä monipuolisemman kaivosjätetiedon tallentamista varten.

43 [SuomenMineraalistrategia_2.pdf \(gtk.fi\)](#)

44 [Kaivosten sivukivien ja rikastushiekan hyödyntämismahdollisuudet : Esiselvitys – Valto \(valtioneuvosto.fi\)](#)

45 Tilaustyöraportti, Kauppila, T. (toim.), Hokka, J., Pokki, J., Karlsson, T., Kauppila, P., Korolev, I., Feltrin, L, Esiselvityraportti sivukivien ja rikastushiekkojen saatavuudesta, laadusta ja sijainnista (valm. 1.11.2022)

Luonnonkivellä tarkoitetaan rakentamiseen käytettävää kiveä, joka louhitaan kalliosta isoina kappaleina ja sen jälkeen jalostetaan mekaanisesti, esimerkiksi saamalla ja kiillottamalla lopputuotteiksi. Raportin mukaan luonnonkivilouhinnassa syntyy tyypillisesti suhteellisen paljon sivukiveä korkeiden laatuvaatimusten vuoksi. Luonnonkivien louhiminen on maa-aineslain alaista toimintaa, poikkeuksena vuolukivi ja marmori, joiden louhimisesta on säädetty kaivoslaissa. GTK:n luonnonkivietokannassa ei ole arvioita louhitun sivukiven määristä.

Kaivannaisjätteiden määristä ja laadusta eri kaivoskohteissa on kertynyt aineistoja myös GTK:n projekteissa. GTK on rakentanut tietoa kaivoskohteissa olevista rikastushiekoista osaksi mineraaliesiintymätietokantaa. Tiedot sisältävät mm. kaivosalueelle ja kaivostiloihin varastoidun rikastushiekan määriä, rikastushiekka-alueen pinta-aloja ja metallien pitoisuuksia, hyötykäyttötietoja sekä tietoja rikastushiekka-alueen ympäristövaikutuksista. Tietokannan tiedot tullaan liittämään osaksi GTK:n ylläpitämää Suomen mineraaliesiintymätietokantaa FutuRaM-projektissa (s. 35).

Kaivannaisjätealueiden hyödyntämisen taloudellista kannattavuutta voidaan analysoida toteutettavuusselvityksissä, jossa otetaan huomioon esiintymän varantoarvio sekä eri teknistaloudelliset ja ympäristölliset tekijät (muokkaavat tekijät). Mineraalisisällön laskemisen ohella tulee arvioida myös kaivannaisjätteiden rikastettavuutta. Aikaisempi käsittely ja pitkäaikainen varastointi rikastushiekka-altaassa ovat saattaneet muuttaa mineraalien ominaisuuksia. GTK on julkaissut oppaita hyödyntämisen tueksi lähinnä rakentamisalalle. Kasoissa olevien sivukivien erottelu jälkikäteen niiden laadun perusteella on hankalaa ja taloudellisesti kannattamatonta, mikä vaikeuttaa kiviaineksen hyötykäyttöä tai raaka-aineiden talteenottoa. Sivukivien hyötykäyttöpotentiaalin lisäämiseksi olisi suositeltavaa arvioida mahdollisuuksia lajitella uudet louhittavat sivukivet mahdollisimman tarkasti.

Tulevaisuudessa sivukivien ja muiden kaivannaisjätteiden hallinnassa tulisi hyödyntää enemmän esimerkiksi kaivoksen toimintaan integroituja digitaalisia malleja kaivannaisjätteiden laadusta ja sijainnista. Tavoitteena olisi minimoida ainesten siirtely kaivosalueella, ja hyötykäyttöpotentiaalin lisääminen ja jälkihoitotoimenpiteiden sujuvoittaminen läjittämällä eri jätelajikkeet ennalta määrättyihin paikkoihin. Määränsäntöön hyödynnettävistä kaivannaisjätteistä luonnonkiviteollisuuden sivukivet ovat luultavasti potentiaalisimpia. Ne sisältävät yleensä vähemmän haitta-aineita metallikaivosten sivukiviin verrattuna ja niiden päätyminen sivukivikasalle johtuu lähinnä luonnonkivituotannon korkeista teknisistä laatuvaatimuksista. Tästä huolimatta myös luonnonkiviteollisuuden sivukivien hyötykäyttö on ollut vähäistä.

Selvityksessä esitetään, että suunnittelulähtöinen kiertotalous kaivoksilla edellyttää useimmiten kohteeseen synnyttävää teollista ekosysteemiä, joka on liiketoimintamalleiltaan monipuolinen. Jotta tällainen voidaan synnyttää, tarvitaan erilaisia toimijoita sekä organisaatioita, jotka mahdollistavat jokaiselle osapuolelle keskittymisen omaan ydintoimintaansa. Tähän kaikkeen tarvitaan uusia liiketoimintakonsepteja sekä luotettavia datavirtoja, jotka alkavat esiintymästä, ajantasaista tietoa sivuvirtojen analytiikasta ja jatkuvat läpi koko prosessin siten, että niiden varaan voidaan perustaa kannattavaa ja ennustettavaa liiketoimintaa.

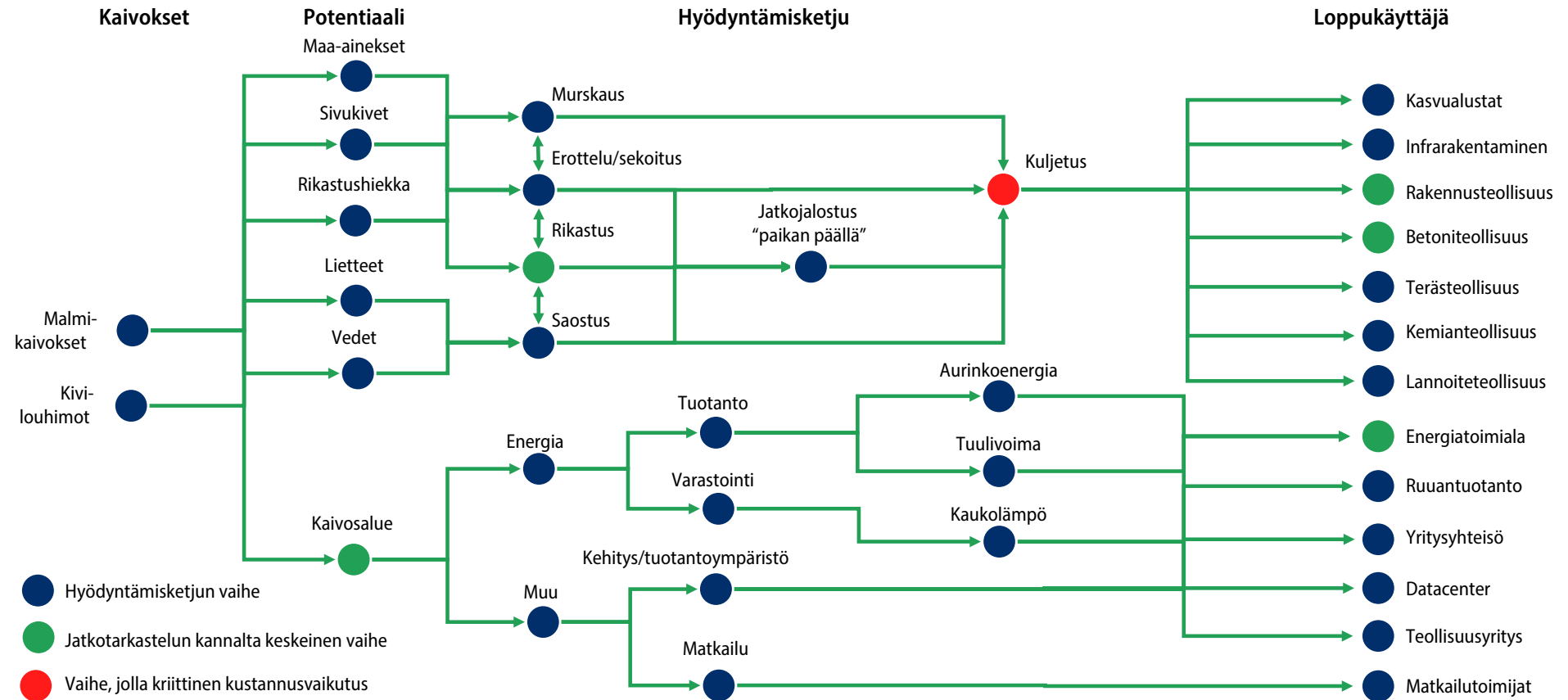
Konsulttitoimisto Taival Advisoryn⁴⁶ tekemien yrityshaastattelujen mukaan tavoitteena tulee olla sivuvirtojen jalostusasteen kasvattaminen. Nopeimmin muutos etenee, mikäli tunnistetaan liiketoimintamahdollisuuksia, joissa sivuvirtojen sisältö vastaa tai voidaan jatkojalostuksella muuntaa vastaamaan neitseellisten raaka-ainneiden ominaisuuksia, tai niistä voidaan erottaa vielä hyödyntämättömiä yhdisteitä ja mineraaleja. Sivuvivien ja rikastushiekan hyödyntämisen lisäksi voitaisiin hyödyntää vesiä ja sakkoja sekä maa-ainesta laajemmin. Kaivosten kiertotalous voi tarkoittaa myös kaivosalueiden vastuullista jälkikäyttöä esimerkiksi energian tai ruuan tuotannossa tai tuotekehitysympäristönä.

Pistemäisen tuen (projektit & hankkeet) lisäksi tarvitaan kiertotalousliiketoiminnan systemaattista kehitystä, ja foorumi eri toimijoiden väliselle yhteistyölle. Kaivos-toimijat voivat panostaa sivuvirtahankkeisiin, jos se sopii niiden toimintaan, mutta usein tarvitaan aktiivisia kumppaneita.

Taivalin tekemien yrityshaastattelujen pohjalta syntyi kartta potentiaalisimmista hyödyntämisketjuista sekä yli 60 kuvausta jo toteutetuista tai potentiaalisista hyödyntämisketjuista ja niissä toimivista yrityksistä. Useimpien potentiaalisten hyödyntämisketjujen kriittinen piste on kuljetus pitkien etäisyyksien ja kuljetuskustannusten vuoksi. Kuvassa 4 on esitetty hahmotettuja hyödyntämisketjuja kaivoksilta loppukäyttäjille. Kipukohdaksi tunnistettiin materiaalien kuljetus loppukäyttäjille.

46 Taival Advisory/ Sari Kola tilattu raportti kaivannaisteollisuuden kiertotalouden hyödyntämisketjuista (ei julkaistu)

Kuva 4. Haastattelujen perusteella hahmotettuja hyödyntämisketjuja kaivoksilta loppukäyttäjille. Useimpien potentiaalisten maa-ainesten hyödyntämiselle kriittinen piste on kuljetus pitkien etäisyyksien ja kustannusten takia. Kuva: Taival Advisory



Koordinaatiotyössä järjestetyt työpajat

Työpajoissa saadun palautteen perusteella kaivosten sivuvirtojen hyödyntämisen lisääminen koetaan kaivannaisalalla tärkeäksi, ja alan toimijoilla on halua ja valmiuksia tarttua toimeen. Kaivosyhtiöillä on tarve osoittaa, että toiminta on kestävä ja vastuullista. Hyötykäyttö vähentää kaivannaisjätettä ja neitseellisten raaka-ainesten tarvetta. Kansallisen yhteistyön synnyttäminen vaatii aktiivisia toimenpiteitä. Sivuvirtojen hyödyntämiseksi mukaan tarvitaan koko arvoketju, tai kiertotaloudessa arvoverkko, jotta asiakas löytää tarvitsemansa oikean laatuksen aineksen oikeaan aikaan. Ketjuun tarvitaan useita toimijoita ja jalostukseen kokonaan uusia vaiheita.

Innovatiivisia ideoita kaivosten sivuvirtojen hyödyntämiseksi on runsaasti. Kaikkia näitä ideoita ei ole vielä tutkittu perusteellisesti. Kaivosten sivuvirtojen tutkiminen ja erilaiset niihin liittyvät kokeilut vaativat erilaisia lupia. Tutkimustulosten vieni käytäntöön vaatii lisää yhteistyötä tutkimuslaitosten, kaivosyhtiöiden, jatkojalostajien ja erityisesti asiakkaiden kesken, ja myös riittävät resurssit. Työpajojen tuloksia on hyödynnetty seuraavissa kappaleissa.

Koordinaatiotyössä tehty kysely toimijoille sääntelystä

Alan toimijoiden näkemyksiä kaivosten kiertotaloutta ja sivuvirtojen hyödyntämistä koskevasta sääntelystä ja sen kehittämistarpeesta kartoitettiin TEM:n ja YM:n yhteisellä kyselyllä syksyllä 2023. Kyselyyn saatiin 32 vastausta kaivosyhtiöiltä, jatkojalostajilta, konsulteilta, tutkimuslaitoksilta ja viranomaisilta.

Lähes kaikki vastaajat näkivät luvitusprosessien yhteydessä tuotetun tiedon hyödyttävän yritystä ja yrityksen kilpailukykyä. Vastauksista heijastuu näkemys nykyisen lainsäädännön vanhentuneisuudesta ja tarpeesta sen kehittämiseen. Sääntely on kehitetty lineaarisen talouden tarpeisiin, eikä se monin paikoin tue kiertotaloutta ja sen edistämistä.

Sivuvirtojen hyödyntämisessä on vastaajien mukaan suuria käytännön haasteita taloudellisesti kannattavan yhtälön muodostamisessa, johtuen kaivosten sijainnista, teknologiapuutteista ja markkinoiden rajallisuudesta. Mahdollisuuksia uskotaan löytyvän, kun sivuvirtoja on kartoitettu ja analysoitu, sekä oikeat tekniikat

hyödyntämiseen käytössä. Useat vastaajat toivoivat viranomaisten osaamisen pikaista kehittämistä, ratkaisukeskeisen yhteistyön esteenä on resurssi- ja osaamispula. Tämä heijastuu myös luvituksen kestoon, esim. jätteen uudelleen luokitukseen kuluu helposti vuosi.

Vastaajista monet kiinnittivät huomiota kaivosten sivuvirtojen määrittämisen jätteeksi tuovan rajoituksia sen käyttöön verrattuna kilpaileviin maa-ainemateriaaleihin. Neitseellisten kiviainesten käyttäminen on edelleen liian helppoa. Kaivannaistoiminnan sivutuotteiden jätestatus koettiin merkittävimäksi esteeksi sivuvirtojen hyödyntämiselle. Vastaajien mielestä jätestatus hidastaa myös sivuvirtojen hyötykäytön tutkimusta ja uusien innovaatioiden syntyä. Kaivoksilla on vähän kannusteita kiertotalouden tuotteiden kehittämisessä. Tarvitaan uusia toimintamalleja ja loppuhyödyntäjiä. Jatkojalostuksella voidaan tuottaa korkean arvon tuotteita tai hyödyntää isompia materiaalivirtoja lähellä syntypaikkaa. Uusien teknologioiden kehitys voi alentaa kustannuksia ja nostaa lopputuotteiden arvoa.

Kaivannaisjättesääntelyssä voitaisiin ottaa paremmin huomioon kiertotalouden edistäminen esimerkiksi hyödynnettävyyden arvioinnilla säännönmukaisesti kaivannaisjätteiden jätehuoltosuunnitelmissa.

Kiertotalouden edistämisen ohjeistusta toivottiin sekä toiminnanharjoittajille että viranomaisille, sekä mahdollista yhdistämistä kaivosten ja yleiseen jätehuoltosuunnitteluun. Ohje tulisi olla sekä toiminnanharjoittajille että viranomaisille. Ohjeiden ja säädösten valmisteluun toivottiin mahdollisuutta sidosryhmien osallistumiselle ja sparraukselle. Vastauksissa esitettiin, että ohjeistaminen tulisi pitää yleisluontoisena, koska ala kehittyy nopeasti ja kaivannaisjätelainsäädännön ulkopuolinen sääntely on runsasta.

5.1 Tonnit tunnetuksi – mitä ja missä?

Työpajojen osallistajat toivoivat kaivosyhtiöiltä ja julkiselta sektorilta raaka-aineiden kokonaisvaltaista hallintaa ja vastuun ottamista koko esiintymästä. Sekä hankkeen puitteissa järjestettyjen työpajojen osallistajat että Europan komissio näkevät kaivosten jätealueet tulevaisuuden raaka-aine-esiintymänä. Kriittisten raaka-aineiden asetus pakottaa tekemään niistä läpinäkyviä. Tällä voi olla merkittäviä vaikutuksia markkinoihin ja hintoihin – myös negatiivisia – raaka-aineiden saatavuuden heilaillessa uusien löytöjen tai havaittujen puutteiden myötä.

Sekä selvityksissä että työpajoissa kävi ilmi, että kaivannaisjätteiden raaka-ainepotentiaaliin liittyvän tiedon kerääminen, jalostaminen ja jakelu tulisi olla systemaattisempaa. Viranomaiset keräävät tietoa tällä hetkellä pääosin valvonta- ja ympäristöhaitta-näkökulmista. Tietoa ei ole saatavilla keskitetysti. Yritykset pitävät myös osia tiedostaan luottamuksellisina liikesalaisuuksina.

Vanhojen kaivannaisjätealueiden hyödyntäminen ja uusien jätevirtojen syntyminen estäminen edellyttävät kokonaiskuvaa jätteiden synnystä, määrästä, sijainnista ja laadusta. Tällaista aineistoa ei ole kohdennetusti ja kootusti kerätty kiertotalouden näkökulmasta, vaan aineisto on hajallaan eri lähteissä ja kerätty muita tarkoituksia varten (valvonta, riskinarviointi, malmiesiintymät).

Tietovirrat vaikuttavat hyödynnettävyyteen ja kiertotalousmahdollisuuksiin. Datan hallintamahdollisuuksia voisi parantaa pienin muutoksin olemassa olevaan, yhdistäen eri viranomaisalojen ylläpitämien rekisterien tietovirrat ja raportointivelvoitteet tiedonkeruuseen. Tieto sivuvirtojen koostumuksesta lisääntyy, koska CRM-asetus velvoittaa yrityksiä arvioimaan kaivannaisjätteen hyödyntämismahdollisuudet.

Rikastushiekan ominaisuudet voivat vaikeuttaa rikastushiekan kiertotalouskäyttöä kaivosalueen ulkopuolella. Tärkeitä nyt käytössä olevia mittareita ovat hapontuottopotentiaali, haitta-aineiden kokonaispitoisuudet ja liukoisuus. Kiertotaloutta edistävien ja ympäristöturvallisuuden takaavien kelpoisuusstandardien kehittäminen on tärkeää. Rikastushiekkojen liukoisuuden ja pitkäaikaiskäyttämisen määrittelyyn tarvitaan kiertotaloutta tukevia tarkennuksia ja raja-arvoja. Koska kaivannaisjätteiden sääntelyn pohja on osa EU-sääntelyä (kpl 2), samat hapontuotto- ja haitta-ainekysymykset voivat haastaa myös esimerkiksi CRMA-toteutusta, joten raja-arvojen määrittäminen ja kelpoisuusstandardit on ratkaistava EU-tasolla. Kansallisesti voidaan säätää ja ohjeistaa kaivannaisjätedirektiivin pysyvän jätteiden määrittämistä koskevaa päätöstä (nro 2009/359/EC) yksityiskohtaisemmin, mikä voisi selkeyttää karakterisointia.

Kaivannaisjätteiden hyödyntäminen voidaan jakaa kahteen päätyyppiin: jo syntyneiden jätteiden hyödyntämiseen uudelleen prosessoimalla sekä suunnittelulähtöiseen kaivannaisjätteiden käsittelyyn ja hyödyntämisen kehittämiseen toiminnassa olevilla tai aloittavilla kaivoksilla. Molempien lähestymistapojen edistäminen edellyttää kokonaiskuvaa jätteiden synnystä, määrästä, sijainnista ja laadusta. Tilastokeskuksen kanssa käytyjen keskustelujen perusteella tällaista aineistoa ei ole kohdennetusti ja kootusti kerätty kiertotalouden näkökulmasta, vaan aineisto on hajallaan eri lähteissä ja sitä on satunnaisesti kerätty muita tarkoituksia varten (valvonta, riskinarviointi, malmiesiintymät, tutkimushankkeet). Lisäksi rikastushiekkojen ja sivukivien hyötykäyttötavat poikkeavat tyypillisesti toisistaan ja vaativat erilaisia ratkaisuja.

Sulkemistoimiin tarvittavia massoja on hankala huomioida vuosittaisessa raportoinnissa, joten niille tulisi olla tiedonkeruussa oma tietoluokka. Sivukiviä käytettiin vuonna 2021 n. 6 Mt louhostäyttöihin ja kaivosalueiden infraan. Sepeliksi tuotettiin n. 0,3 Mt⁴⁷.

Myös rikastushiekkoja käytetään sen laadun salliessa rakennusaineena, kaivos-täyttöaineena sekä rikastushiekka-altaiden pato- ja peittorakenteissa kaivos-alueella. Vuonna 2021 rikastushiekkoja käytettiin louhostäyttöihin n. 0,7 Mt. Inertit rikastushiekat voivat olla jopa sellaisenaan soveltuvia raaka-aineita erilaisiin hyötykäyttökohteisiin.

Logistiikka

Kuljetuskustannukset (suhteessa raaka-aineen ja lopputuotteen arvoon) koetaan laajalti suurimmaksi sivuvirtojen hyödyntämisen esteeksi. Kaivosten sivukivet ja rikastushiekat sijaitsevat yleensä väärissä paikoissa mahdollisiin infrarakentamisen käyttökohteisiin nähden. Haastetta lisää tarvittava kuljetuskapasiteetin määrä.

Julkisissa hankinnoissa annetaan usein pisteitä alhaisista CO₂-päästöistä, joten kivi- ja maa-ainesta kannattaa kuljettaa vain lyhyen kuljetusmatkan päästä päästöjen minimoimiseksi. Muille ympäristövaikutuksille ja luontoarvoille, kuten neitseellisen raaka-aineen säästämiseksi, ei juuri anneta painoarvoa.

Rakennustyömailla ei yleensä ole tiloja materiaalien varastointia varten. Jotta muualta tuotua materiaalia voitaisiin hyödyntää, saatetaan tarvita erilaisia välivarastoja ja keskitettyä hankintaa kaivosperäisille kiviaineksille niiden hyödyntämiseksi

47 GTK:n raportista saatuja tietoja, viitteenä TUKES tiedonanto

kustannustehokkaasti. Alla on kuvattu kolme esimerkkiä kiertotalousratkaisuista, jotka ovat edistäneet tietoisuutta toimivista ratkaisuista. Yhteistä niille on laajapohjainen julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyö.

1. Yara ja Siilinjärvi⁴⁸ ovat suunnitelleet kiertotalouden edistämistä maa-ainesten hyödyntämisessä. Yhteistyön tavoitteena on vähentää kaatopaikalle päätyvän maa-aineksen määrää ja lisätä sen kierrätystä ja uudelleenkäyttöä. Yara tarjoaa Siilinjärvelle mahdollisuuden hyödyntää sen tuotantoprosessissa syntyvää sivukiveä elinkeinotonttien esirakentamisessa ja kuntatekniikan kohteissa.

2. Tampereella toteutettiin Suomen ensimmäinen kiertotaloutta edistävä infrarakentamisen hankintamalli, joka voitti Kuntien parhaat kiertotalousteot -kilpailun vuonna 2021⁴⁹. Hankintamallissa otettiin huomioon rakentamisen ympäristövaikutukset, kuten materiaalien kierrätys, uusiokäyttö ja kuljetus. Hankkeessa hyödynnettiin myös Tampereen Infran kehittämää kiertotalousaluetta, jossa vastaanotetaan ja käsitellään ylijäämämaita ja leikkuumassoja.

Perinteisillä menetelmillä eli kaikki rakennekerrokset uusimalla kunnostuksessa olisi tarvittu noin 8000 kuutiota kaivamista ja noin 13 000 irtokuutiota kiviaineksia, eli noin 1000 kuorma-autokuljetusta. Suunnittele ja Toteuta -urakkamallin (ST) ansiosta urakoitsija pääsi vaikuttamaan toteutustapoihin jo suunnittelussa, jonka aikana tehdään noin 90 % kiertotaloutta mahdollistavista ratkaisuista. Toimivia rakennekerroksia ei uusittu. Perinteiseen menetelmään verrattuna säästettiin 6000 kuutiota kaivamista ja saman verran kiviaineksia. Hankkeessa onnistuttiin uusiokäyttämään ja kierrättämään paikalla olevia materiaaleja. Kierrätysmateriaalien osuus on lopulta noin 70 %, ja reunakivet, graniittilaatat ja nupukiveykset saatiin kierrätettyä kokonaisuudessaan.

3. Lappeenrannassa toimivan Nordkalkin kalkkikaivoksen rikastushiekka koostuu pääasiassa kalsiitista ja silikaattimineraaleista⁵⁰. Se on ympäristöään neutraloivaa, eikä se tuota happamia valumavesiä. Nordkalk on päättänyt ottaa aikalisän uuden läjitysalueen avaamiseen ja etsii jätteelle vaihtoehtoisia käyttöjä. Lappeenrannassa⁵¹

48 [Siilinjärven kunta tekemässä sopimusta Yaran kanssa sivukiven hyödyntämisestä | Siilinjärven kunta \(siilinjarvi.fi\)](#)

49 [Tampereella kehitettiin infrahankkeisiin Suomen ensimmäinen kiertotaloutta edistävä hankintamalli – Kestävyysloikka \(ymparisto.fi\)](#)

50 [Nordkalk harkitsee uudelleen ympäristölupamuutoshakemustaan liittyen rikastushiekan läjitykseen Lappeenrannassa – Nordkalk](#)

51 [Kaivosalueen jätteistä tuli ongelma – nyt niistä aiotaan kehittää laattoja ja aitoja | Etelä-Karjala | Yle](#)

selvitetään kaupungin, yritysten ja yliopiston yhteishankkeessa miten kaivosalueella syntyvästä rikastushiekasta voidaan tehdä betonia, rakennuskiviä, laattoja tai aitoja. Kutilan kanavahankkeessa Taipalsaassa on tarkoitus selvittää, estäisivätkö rikastushiekasta tehdyt rakenteet kanavan kulumista veden, tuulen ja jään takia. Lappeenrannan kaupunki selvittää myös, voisiko rikastushiekka vauhdittaa puhdistustuloksia vesistönkunnostuskohteissa.

Sivuvirtatuotteet rakennusteollisuudessa

Rakentamisessa käytettävällä kiviainestuotteelle on asetettu laatuvaatimukset käyttötarkoituksen mukaan. Vaatimukset ovat paikoin hyvinkin tiukkoja. Sivukiven ja rikastushiekan laatu on usein riittävän hyvä korvaamaan soran tai hiekan käyttöä maanrakennuksessa, vaikka niiden laatua ei olekaan optimoitu tähän käyttötarkoitukseen. Parhaimmillaan laatu riittää jopa vaativiin infrarakennuskohteisiin kuten ratasepeliksi.

Hyödyntäjälle on tärkeää saada ennustettavaa ja luotettavaa tietoa raaka-aineen riittävästä ja tarvittaessa jatkuvasta saannista, samoin raaka-aineen tasalaatuisuus olisi tärkeä toivottu tieto.

Geopolymeerit ovat kuonista ja tuhkista kehitetty sementin kaltainen materiaali, jota voidaan käyttää betonin valmistukseen sementin sijasta. Geopolymeeri on edullisempaa ja ympäristöystävällisempää kuin sementti. Viime aikoina rikastushiekan käyttöä on tutkittu ja kokeiltu käytännön hankkeissa geopolymeerin raaka-aineena.

Julkisissa hankinnoissa tulisi korostaa kiertotaloutta ja innovaatioita tukevaa toimintaa. Julkisten toimijoiden rooli sivukiven hyödyntämisessä on merkittävä ja voisi lisätä kaivosten ja louhosten sivuvirtojen hyödyntämisastetta.

Sivuvirtoihin liittyviä tutkimus- ja kehityshankkeita

Sivukivien ja rikastushiekan hyödyntämistä on tutkittu Suomessa paljon, ja erilaisia pilottihankkeita on tehty runsaasti. Potentiaalisia sivuvirtojen hyödyntämisen menetelmiä on tunnistettu paljon.

Kaivannaisalan menossa olevia ja juuri päättyneitä julkisella rahalla rahoitettuja hankkeita kartoitettiin kyselyllä alan toimijoille keväällä 2023. Listalle saatiin yli sata kaivannaisteollisuuden kestävyttä kehittävä hanketta. Kysely toteutettiin yhdessä GTK:n ja Lapin liiton kanssa. Hankelistaus löytyy marraskuussa 2023 julkistetusta

TEM:n Kaivosalan toimialaraportista⁵². Hankkeista reilu neljännes oli läheisesti kiertotaloutta tai sitä tukevaa tutkimusta, koulutusta tai yhteiskehittämistä. Tutkimuslaitokset ja yritykset kehittivät uusia tuotteita, kuten keraamit, magnesiumin talteenotto tai sulfidien käsittelyä kaivosten rikastushiekoista. Hankkeissa oli myös useita vaikeasti hyödynnettävien rikastushiekkojen (esim sulfidit) tutkimushankkeita, joissa jätteestä tulisikin tuote.

Myös kaivosten vesien käsittely ja materiaalien talteenottoa on tutkittu, tavoitteena jätteenon kaivostoiminta. Digitaalisia palveluita kehitetty 5G-teknologian ja datan jakamisen alustoille. Pieni osa hankkeista on konkretisoitunut käytännön toteutuksena ja liiketoimintana. Kiertotaloutta ja vastuullista kaivannaistoimintaa tukevaa tiedon kokoamista ja analytiikkaa liittyviä tutkimushankkeita oli listattujen hankkeiden joukossa, mutta tulokset eivät ole vielä suoraan hyödynnettävissä.

Aktiivisia koordinaattoreita GTK:n ja VTT:n lisäksi ovat Oulun yliopisto, Lapin AMK, ympäristöministeriö, Pirkanmaan liitto ja alueelliset kehitysyritykset kaivospaikkakunnilla.

Esimerkiksi keväällä 2023 käynnistyneessä SETELIT-projektissa tutkitaan rikastushiekan hyödyntämistä vähähiilisesti kivetettävänä pastatäyttömateriaalina kaivosalueella, sekä kaivosalueen ulkopuolella betonia korvaavana materiaalina. Projektin yhtenä tavoitteena on myös luoda ohjeistus rikastushiekan jätestatuksen kumoamiseksi ja tuotteistamiseksi, sekä kehittää digitaalinen reseptityökalu rikastushiekkapohjaisille vähähiilisesti kivetetuille tuotteille ja kaivostäytöille. Projektin toteuttajina ovat Geologian tutkimuskeskus GTK ja Savonia ammattikorkeakoulu⁵³.

GTK:lla on käynnissä kehitystyö suunniteltujen (=päähyödykkeiden erottamisen jälkeen syntyvien) rikastushiekkojen hyödyntämismahdollisuuksien automaattisesta tunnistamisesta ja visualisoinnista koerikastuksen yhteydessä (MinerAll). Kaukokartoitusmenetelmien hyödyntämistä toiminnassa olevien kaivosten läjitettävien kaivannaisjätteiden 3D dokumentoinnissa kehitetään MultiMiner-EU-projektissa.

Tulevien kaivosten suunniteltujen rikastushiekkojen raaka-aine- ja hyödyntämispotentiaalia voitaisiin GTK:n mukaan tarkastella koneoppimisen ja monimuuttujatarkastelun perusteella, se mahdollistaisi tulosten tehokkaan visualisoinnin liiketoimintalähtöisyyttä vaarantamatta.

52 [Kaivosalan toimialaraportti – Valto \(valtioneuvosto.fi\)](#)

53 <https://projektit.gtk.fi/setelit/>

Kansallisen raaka-ainehallinnan teemalla kehitetään yhteistyötä (GTK, Tukes, TEM, Syke, ELY) ja arvioidaan kehitystarpeet vastaamaan kokonaisuutta. Vanhojen käynnäjäjätealueiden raaka-ainepotentiaalin kartoittamista saattaa olla mahdollista lisäresursoinnin avulla yhdistää käynnissä oleviin jätealueiden riskinhallintahankkeisiin (ns. KAJAK-työ).

5.2 Hankkeista liiketoimintaa – mikä pidättelee, ratkaisuja?

Konkreettisten onnistuneiden kiertotaloushankkeiden esimerkkejä tulisi tehdä paremmin näkyväksi. Nämä voisivat toimia kannustimina yrityksille arvoketjun eri vaiheissa mukaan innovaatioiden ja investointien toteuttamiseen. Hankemaailmasta liiketoimintaan siirtyminen vaatii yleisesti isoja panostuksia ja riskinottoa, johon kannusteena rahan lisäksi voisivat toimia uudet liiketoimintamahdollisuudet, uudet tuotteet tai vahvistunut hankintaverkosto. Symbioosituotteiden tuottaminen vaatii tyypillisesti vahvan paikallisen ja alueellisen ekosysteemin ja sitoutuneet kumppanit.

Konkreettisen liiketoiminnan kehittäminen on yhteistyötä, johon kokoajaksi sidosryhmät toivoivat työpajoissa voittoa tavoittelematonta toimijaa, kuten alueelliset kehitysyritykset, esimerkkinä pitkään koordinaatiota tehnyt Digipoloksen Kiertotalouskeskus.

Fasilitointiin ja yhteiskehittämiseen perustuva Teollisten symbioosien palvelu – FISS (Finnish Industrial Symbiosis System) on yksi konkreettinen työkalu kiertotalouden edistämiseen⁵⁴. FISS on yhteistyöhön perustuva toimintamalli, jolla autetaan yrityksiä ja muita toimijoita tehostamaan keskinäistä resurssien hyödyntämistä sekä synnytetään uutta liiketoimintaa.

Koordinaatitöydessä on havaittu, että toimintaan tarvitaan uusia toimijoita arvoverkkoon täydentämään ketjua alkutuotannosta loppuasiakkaille ja takaisin kiertoon. Arvoverkko- tai ekosysteemyössä voidaan yhdessä tunnistaa, onko mahdollisuuksia, joita yritykset eivät ole vielä tunnistaneet, tai puutuuko ketjusta oleellisia toimijoita, ja miten ne löydetäisiin. Hankkeet ovat keskenään melko erilaisia, ja siten myös uusien toimijoiden tarve tai tukimuodot voivat olla hyvin erilaisia. Kaikki ongelmat eivät ratkea rahalla.

54 FISS – Teolliset symbioosit Suomessa

Julkisen sektorin tuki hankkeiden alkuvaiheessa tarvitaan edelleen toimijoiden keräämisessä yhteen ja ideoiden kehittämisessä hankkeistusta varten. Julkisen toimijana voisivat olla esimerkiksi Business Finland tai ELY-keskus, maakuntaliitot ja niiden ohjelmat. Kaivannaiskiertotalouteen perehtyneiden koordinaattorien palkkaaminen ELYihin voisi olla merkittävä katalyytti.

Julkisilla toimijoilla on rooli myös asiakkaana rakentajana ja rakennuttajana. Julkisen hankinnan vaatimusmäärittelyissä ja tarjouspyynnöissä voisi olla markkinanavausmahdollisuuksia kiertotalousnäkökulmalla tuotetuille aineksille niin infrarakentamisessa kuin monessa muussakin sovelluksessa.

Julkisten hankintojen hankintamallien yhteistoiminnallisuutta tulisi lisätä siten, että hankintojen suunnitteluun sisältyisi keskustelua tarjolla olevista innovatiivisista ratkaisuista. Innovatiivisissa hankinnoissa tulee huomioida hyötyjen ja riskien välinen tasapaino sekä niiden tarkoituksenmukainen jakaminen osapuolten kesken.

Logistiikkahaasteelle on vaikea löytää nopeaa ratkaisua. Julkisten hankintojen hankintakriteerit tarjoavat yhden ratkaisuvaihtoehdon. Eteneminen edellyttää myös hankintojen erilaisten ympäristö- ja kestävyysvaikutusten vertailua ja niiden pohjalta tehtäviä valintoja. Jos pidemmällä kuljetusmatkalla voitaisiin säästää vielä koskemattomia kallioita tai herkempiä luonnon monimuotoisuuskohteita, mikä sen arvo tai merkitys voisi kilpailutuksessa olla?

Tutkimus- ja kokeilutoiminta luo kaivannaiskiertotalouteen uutta osaamista ja osajia. Tutkijoille on tarjolla tukea ideoiden kaupallistamiseen, mutta kaivannaiskiertotalous on niin pääomaintensiivistä toimintaa, että harvassa tapauksessa se onnistuu ilman välivaiheita. Kiertotaloushankkeissa mukana olleet tutkijat ovat potentiaalisia vahvistuksia isommille yritystoimijoille, jotka etsivät uutta osaamista ja liiketoimintaa.

Muutamien alan toimijoiden, kuten Tapojärvi ja Yara, on järjestänyt ideakilpailuja (hackaton), joissa yritykset ovat hakeneet uusia tuote- ja liiketoimintaideoita. Myös julkinen toimija voisi järjestää vastaavia kilpailuja, joiden tuotokset olisivat kaikkien kiinnostuneiden hyödynnettävissä.

Kaivosalueen kokonaisvaltaista jälkihyödyntämistä (repurposing) sulkemisen jälkeen tai jopa jo kaivostoiminnan aikana on tutkittu esimerkiksi Oulun yliopistossa ja Pyhäsalmen kaivosalueella. Euroopasta löytyy jo suljettuja kaivoksia, jotka toimivat testiympäristöinä kaivoslaitteille ja kaivostoiminnan menetelmille. Vanhoissa kaivoksissa on museotoimintaa ja joissakin esimerkiksi avaruus- ja hiukkastutkimuslaboratorioita suojaavissa avaruussäteilyltä.

Koordinaatioryhmän sihteeristö on käynyt keskusteluja rakennustuotteisiin liittyvistä normistoista, etenkin betonin osalta. Normistot kuvaavat hyväksyntäkriteereitä materiaalille eri käyttökohteissa. Niiden muuttamiseen tarvitaan laajaa ja rakentavaa yhteistyötä, samoin kuin kilpailevien tuotteiden valmistajien tai edunvalvojen ymmärrystä muuttuvista materiaalisällöistä ja niiden soveltuvuudesta käyttökohteisiin.

Kaivosteollisuutta ei ole vielä vahvasti veloitettu kiertotalousratkaisujen käyttöön-ottoon säädöksillä. Yrityksiä ei esim. luvitusprosesseissa ohjata konkreettisemmin ottamaan käyttöön kiertotalousratkaisuja.

5.3 Asiakas on aina oikeassa – miten luodaan kysyntää?

Kaivannaiskierron tuotteiden kysynnän puute johtuu osittain materiaalien luonteesta, koska moni sivujae luokitellaan (vaaralliseksi) jätteeksi. Hyödyntäminen vaatii tuotteistamistutkimusta isoilla panoksilla. Startupeilla riittäviä resursseja ei ole, eikä julkistakaan rahoitusta ole tarjolla kuin rajallisesti. Kaivosympäristön ja niiden alapuolisten vesistöjen asukkaat ja käyttäjät ovat myös epäsuorasti asiakkaita jätteiden hyötykäytölle ympäristövaikutusten osalta.

Tarjonnan luomisesta ja raaka-aineiden näkyväksi tekemisestä on keskusteltu jo aiemmissa kappaleissa. Tarvitaan fasilitoituja eri toimijoiden kohtaamisia, joihin koordinaattorit, BF ja muut yhteistyötä rakentavat tahot kutsuisivat potentiaalisia tuottajia, jalostajia ja asiakkaita. Koska kaivannaistuotteiden markkinat ovat globaaleja, tulisi Suomessa järjestää myös kansainvälisiä tapahtumia.

Kaivosyhtiöiltä tarvitaan halu ja panostus materiaalin ominaisuuksien muuttamiseen ennen jatkosäittelyvaihetta. Kansainväliset ja EU-rahoitusinstrumentit (EIB, Maailmanpankki) voivat tarjota ratkaisuja riskinjakoon ja yhteistyön ja markkinoiden avaamiseen kansainvälisille areenoille, mutta niilläkin on vielä kehitettävää kiertotalouden rahoitushaasteiden ja riskien siedon kehittämisessä.

Digitaaliset hakupalvelut, laatu, paikkatieto, määrä ja saatavuus ovat oleellisia tietoja tuotannon suunnittelussa. Kaivannaisjätteiden vuosiraportointi ympäristönäkökulmasta ei riitä kiertotalousmarkkinoiden kehittymiseen. Tarvitaan suojattu, palvelua sisältävä digitaalinen toiminto yritysten käyttöön. Pelkkä digitaalinen markkinapaikka ei yksin ole toimiva ratkaisu (sellaisena voisi jo nyt toimia Materiaalitori.fi), vaan tarvitaan myös aktivointia ja asiakkaan moniulotteisten tarpeiden ja vaatimusten ymmärtämistä yhdistettynä tuotekehitykseen. Esimerkiksi infrarakentamisen kiertotalouden edistämiseksi tarvitaan systemaattista

markkinavuoropuhelua, joka tuo yhteen julkisten hankkijoiden tarpeet ja toimittajien mahdollisuudet/reunaehdot niihin vastaamiseksi. Olennaista molempien osapuolten osaamisen ja ymmärryksen kehittäminen pitkäjänteisesti.

Erilaisista markkinamuutoksista johtuva raaka-ainepula voi vahvistaa kiertotalousmarkkinoita. Globaali vihreä siirtymä on vasta alussa, ja sen luomat sähköistyksen, digitalisaation ja muiden teknologiamurrosten vaatimat raaka-aineet ovat vasta selviämässä, mukaan lukien vedyn erikoismateriaaleja ja osaamista vaativat valmistus, kuljetus ja varastointi. Asiakkaita on todennäköisesti myös Euroopan ulkopuolella, joten kaivannaisjätteistä valmistettujen kiertotaloustuotteiden laatu ja kuljetusmahdollisuudet ovat avainasemassa.

Julkiset hankinnat on alihyödynnetty työkalu edistämään uusien tuote- ja palveluratkaisujen käyttöönottoa ja skaalausta. Julkisessa infrarakentamisessa on merkittävä potentiaali sivukivien hyödyntämisessä, jos hankintamenetelmissä otetaan käyttöön yhteiskehittämis- ja muita innovatiivisia malleja⁵⁵. Nämä hankintatavat mahdollistavat hinnan lisäksi muiden ominaisuuksien vahvemman painotuksen, yhteisen kehittämisen ja molemminpuolisen oppimisen riskienhallintaa unohtamatta.

Julkisten infrahankintojen ekologisia tavoitteita ollaan laatimassa vuoden 2024 aikana ympäristöministeriön vetämässä hankkeessa. Julkisiin infrahankintoihin voitaisiin soveltaa alkuvaiheessa täysin vapaaehtoista käyttöosuuskriteeristöä esimerkiksi yhtenä toimenpiteenä keväällä 2024 tulossa olevassa kansallisessa kiertotalouden strategisessa green dealissa⁵⁶. Kertyneen kokemuksen myötä voitaisiin tarkentaa käyttöosuusveloitteen kohteita ja osuuksia myös osaksi kansallisia julkisten hankintojen ekologisia tavoitteita.

Julkisen vallan työkaluista lainsäädäntö, informaatio-ohjaus ja rahoitus ovat käytettävissä myös kysynnänohjauksessa. Esimerkkinä luvussa 4 on esitelty Italian sekoitevelvoite, jossa on murrettu vanhoja malleja. Suomessa Pirkanmaalla on edistetty maamassojen koordinaatiota ja kiertotalousosaamista infrarakentamishankkeissa jo merkittävässä määrin. KiertotalousPirkanmaa (KiPi) ottaa jo vahvoja kokonaisvaltaisia toimintatavan muutosaskeleita kohti systeemistä muutosta. KiPi on maakunnallinen, julkisrahoitteinen kiertotalouden kehittämiskeskus, jota operoi Ekokumppanit Oy⁵⁷.

55 [Julkisella sektorilla iso potentiaali vauhdittaa yritysten innovointia ja tuotekehitystä | Hankintakeino.fi](#)

56 [Kiertotalouden green deal – Ympäristöministeriö](#)

57 [Verkostot – Kiertotalous Pirkanmaa](#)

5.4 Tulosten hyödyntäminen muissa ohjelmissa

Työ- ja elinkeinoministeriö on aloittanut uuden mineraalistrategian valmistelun. Tämän työn yhteydessä tullaan ottamaan huomioon myös kiertotalouden mahdollisuudet kaivostoiminnassa ja mineraalien kotimaisessa saatavuudessa. Tämän koordinaatiotyön tulokset toimivat syötteenä mineraalistrategiatyössä.

Business Finlandin (BF) kiertotalousmissio tarjoaa monipuolista tukea vientisuuntautuneiden ideoiden kehittämiseksi. Missiotyössä voidaan rakentaa arvoverkkoja, hankkeistaa tehtäviä ja hankkeille voidaan myöntää avustuksia osana ohjelmatoimintaa. Missioon tulee teollisuuden sivuvirtoihin keskittyvä ohjelma, johon kuuluu mukaan myös kaivosten kiertotalous. Ensimmäiset haut ovat käynnistyneet 2024 alussa.

EU-vaikuttamisen viesteissä tarvitaan yhteinen suomalainen ja muiden jäsenmaiden kanssa verkostoitunut rintama niin yritysten, edunvalvojien, tutkijoiden kuin valtionhallinnonkin suunnalta. CRMA, Net Zero act, Green Deal ja taksonomia edustavat listaa, jota juuri nyt valmistellaan tai toimeenpannaan. **Tulevan komission työohjelmaan pyritään vaikuttamaan** yhdessä kevään 2024 puheenjohtajamaa Belgian kanssa. Komissiossa kaivataan konkreettisia ehdotuksia, mitä heidän tulisi tehdä.

UUMA on yhteistyöfoorumi⁵⁸, joka kokoaa maarakentamisen alan keskeiset toimijat edistämään uusiomaarakentamista Suomessa. UUMA-ohjelman tavoitteena on viedä uusiomaarakentaminen nykyistä konkreettisemmalle tasolle kaupunkien ja Väyläviraston rakentamistoiminnassa. Ohjausryhmään ja eri työpajojen toimintaan voivat osallistua kaikki UUMA-ohjelman partnerit. Ohjelmakausi on vaihtumassa ja UUMA5-ohjelma aloittaa vuoden 2024 alussa.

Edellinen **Suomen mineraalistrategia**⁵⁹ on laadittu vuonna 2010. Pääministeri Petteri Orpon hallitusohjelmassa todetaan, että hallitus laatii uuden mineraalistrategian. Työ- ja elinkeinoministeriö on 15.12.2023 asettanut ohjausryhmän valmistelemaan hallitusohjelman mukaista mineraalistrategiaa, jonka on tarkoitus valmistua vuoden 2024 aikana. Mineraalistrategiatyössä tarkastellaan Suomen mineraaliklusterin nykytilannetta ja kehitysmahdollisuuksia sekä teollisuuden

58 [UUMA-ohjelma – Uusiomaarakentaminen](#)

59 [Mineraalistrategia \(valtioneuvosto.fi\)](#)

raaka-ainehuollon turvaamista. Tavoitteena on erityisesti tuottaa yhteinen näkemys suomalaisen mineraaliklusterin nykytilanteesta, politiikan tavoitteista, päälinjoista sekä tarvittavista toimenpiteistä.

Hallitusohjelman mukaisen kansallisen **teollisuuspoliittisen strategian**⁶⁰ valmistelu aloitettiin joulukuussa 2023 TEM:n asettamassa ohjausryhmässä.

5.5 Esimerkkejä kaivannaiskiertotaloudesta

Koordinaatioryhmältä kerättyjen yrityseseimerkkien perusteella kaivosten sivukiviä ja rikastushiekkoja hyödynnetään jo varsin monipuolisesti. Näitä konkreettisia toimia esitellään tarkemmin liitteessä 3. Hyötykäytön volyymit eivät vielä ole suuria suhteessa syntyneeseen sivukiven ja rikastushiekan määrään, suuruusluokkaa 5 Mt/vuosi, mutta saatu arvonnousu on yleensä merkittävää.

Yrityksiltä saatujen tietojen perusteella kaivosalueilla hyödynnetään sivukiveä omiin rakennustarpeisiin useita miljoonia tonneja vuodessa. Tuotteita on tulossa erityisesti rakennustuoteteollisuuden rakennuselementteihin sementin ja kipsin korvauksina, lasi- ja kvartsiteollisuuteen ja keramiikkateollisuuteen. Myös hiomatuotteisiin etsitään kotimaista kovaa kiviainesta.

Magnesium kiinnostaa useita asiakaskuntia esim. vesienkäsittelykemikaalina. Sen talteenottoa tutkitaan useilla kaivoksilla. Useampi kaivos valmistaa tai suunnittelee yhteistyötä rikkihapon valmistamiseksi. Tähän on kannustanut sekä markkinoiden että menetelmien kehittyminen.

Väylävirasto ja paikalliset tierakennushankkeet ovat hyödyntäneet kaivosteissä kaivosten avaamisessa syntynyttä kalliomurskaa. Tutkittavana on myös luonnonkiviteollisuuden sivukiven käyttömahdollisuudet rakennusmateriaalina alempiarvoisella tieverkolla, jossa kantavuus- ja liikennemäärävaatimukset eivät ole tiukimpia.

Kaivoshankkeet selvittävät jo suunnitteluvaiheessa laajasti malmien ja kaivoksen tulevien sivuvirtojen hyödyntämispotentiaaleja, mutta tämä tieto ei välity sivuvirtojen hyödyntämisestä mahdollisesti kiinnostuneille tahoille. Tavoitteena uusilla hankkeilla on jätteen kaivos. Suurin tarve jätejakeille on kaivostunneleiden täyttöön

60 [Teollisuuspoliittinen strategia \(valtioneuvosto.fi\)](#)

valmistettava pastatäyttö. Myös jo jätteenä varastoitua rikastushiekkaa on muutamilla kaivoksilla käsitelty uudestaan. Näissä hankkeissa jätekasat ovat yhteismäärällisesti arvioituna vähentyneet 2–3 Mt/ vuosi.

Yritysten kokemia merkittävimpiä haasteita ovat raaka-aineen liian alhainen maailmanmarkkinahinta, taloudellisesti kannattavan tuotantoteknologian puuttuminen sekä korkeat kuljetuskustannukset. Kaivosten kiertotalouden sääntelyyn liittyvistä haasteista merkittävimäksi koetaan sivuvirtojen varastointiin ja hyödyntämiseen liittyvät ympäristöluvut ja niiden hakuprosessit.

5.6 Kaivannaiskierron mittaaminen ja tilastointi

Kaivostoiminnan materiaalivirroista ei ole tällä hetkellä olemassa kattavaa tilastointia. Kaivosyritykset toimittavat näitä tietoja vaihtelevasti Tilastokeskukselle ja TUKES:lle osana raportointiaan, josta TUKES:illa on tehty koosteita esimerkiksi tutkimuskäyttöön. Lisäksi sivukiven ja rikastushiekkojen määrää ja hyötykäyttöä raportoidaan osana kaivosten ympäristöraportoinnin vuosiraporttia. Osa kaivosyrityksistä raportoi materiaalivirroistaan hyvinkin kattavasti myös osana kestävyysraportointiaan. Näitä tietoja on kerätty yhteen GTK:lla osana MaViSkene -hanketta (Suomen materiaalivirta-analyysi ja luonnonvarojen käytön skenaariotyö kiertotaloussopimuksen tueksi).

Tieto louhinnan ja rikastuksen yhteydessä syntyvien jakeiden hyödynnettävyydestä ja määristä antaisi paremman lähtökohdan arvioida hyödynnettävissä olevien masojen määrää. Osa kaivostoiminnassa syntyvistä jakeista sisältää korkeita haitta-ainepitoisuuksia ja ne ovat siten lähtökohtaisesti vaikeita tai nykyteknologioilla mahdottomia hyödyntää. Ympäristöluvuissa on määrätty erilaisten jakeiden ympäristövaarallisuudesta ja raportoinnista. Tietoa erilaisten jakeiden koostumuksesta ja määristä hyödyntämisen näkökulman vaatimalla tasolla on hyvin vaihtelevasti saatavilla tai se ei ole julkista.

Tarkastelussa tulisi saada eroteltua paremmin hyödynnettävissä olevan materiaalin ja kaivosten omaan käyttöön jäävä osa, jotta potentiaalin hahmottaminen olisi reaaliaikaisempaa. Myös rikastushiekkojen erittely auttaa hahmottamaan potentiaalia.

Kaivosten sisäinen materiaalien kierto on jo nyt tehokasta, mutta uusia teknologioita esim. kaivostäytöissä kehitetään edelleen. Näistä esimerkkinä toimivat kovettuvat kaivostäytöt, joiden avulla paitsi lisätään materiaalitehokkuutta, myös vähennetään ilmastovaikutuksia sementin käytön vähentyessä. Kaivosten sisäistä

sivukivien ja rikastushiekan hyötykäyttöä ei tällä hetkellä huomioida Eurostatin ja Tilastokeskuksen tilastoinnissa kiertotaloudesta lisäävänä toimenä, mutta se ei vähennä sisäisen käytön merkitystä kaivostoiminnan kiertotalouden edistämiseksi.

Tilastokeskuksen mukaan⁶¹ vuosina 2018–2021 sivukiven ja rikastushiekan yhteenlaskettu ns. oma käyttö, jota ei ole laskettu jätetilastoihin ja joita lukuja ei ole julkaistettu virallisesti jätetilastoissa tai raporteissa, on vaihdellut 15 ja 7 Mt välillä. Tyypillisesti rikastushiekan määrä on pysytellyt 700 000 tonnin molemmin puolin, sivukiven määrän vallitessa ja vaihdellut vuosittain. Tämän lisäksi tilastoissa näkyvä materiaalihyötykäytetyn sivukiven määrä on vaihdellut noin 2,5–5 miljoonan tonnin välillä em. vuosina⁶².

Kaivosten kiertotalous ei ole tilastoissa määrällisesti merkittävä määrä miljoonissa tonneissa, mutta muilta vaikutuksiltaan se voi olla sitäkin suurempi, jos kaivosjätettä hyödyntämällä pystytään välttämään luonnontilaisten maa-ainesotamoiden avaamista Suomessa tai uusia vähemmän vastuullisilla periaatteilla toimivia kaivoksia muualla maailmassa. Kriittisten raaka-aineiden asetus tarjoaa hyvän pohjan lähteä rakentamaan hyödyntämispotentiaalin seuranta (kpl 2.2).

61 Sähköpostikeskustelu 8.1.2024 Juha Espo/ Tilastokeskus

62 Tilastokeskus ilmoittaa korjanneensa jätetilastoja vaarallisen jätteen osalta. Tämän johdosta kaivannaisteollisuuden vaaralliset jätteiden määrä ovat yli 10-kertainen muun teollisuuden vaarallisiin jätteisiin nähden, esimerkiksi vuonna 2021 se oli 25 021 tuhatta tonnia. <https://www.stat.fi/julkaisu/cl8ipaww210ex0bw5b89zwzp1>

6 Suositukset toimenpiteiksi

EU:n kriittisten raaka-aineiden asetus antaa vahvan ja vaikuttavan perustan kaivannaisjätteiden kiertotalouden kehittämiseksi. Asetuksen kunnianhimoinen toimeenpano avaa kaivosten sivuvirroille lukuisia hyödyntämismahdollisuuksia.

Samalla raaka-aineasetuksen toimeenpano voi lisätä kaivostuotantoa, mikä tuo paineita Suomen kansallisen kiertotalousohjelman tavoitteiden toteuttamiseen. Kaivostuotannon volyymin mahdollinen kasvu lisää sekä raaka-aineiden kulutusta että kaivannaisjätteen määrää. Kaivannaisjätteiden määrän pienentäminen edellyttää systeemisiä muutoksia siihen, miten kiertotalous huomioidaan kaivoksissa.

Työryhmää ehdottaa seuraavia toimenpiteitä:

1. **Potentiaalisten raaka-aineiden listaus ja määrät tunnetuksi, arvon tunnistaminen.**

Luodaan kaivannaisjätteiden määrästä, laadusta ja sijainnista avoin data, jotta kaivannaisjätteiden hyödyntämisestä saadaan tietoa markkinoille. Laaditaan arvio kaivannaisjätteen taloudellisesta arvosta ja hyödyntämispotentiaalista.

Potentiaaliset toimijat: TEM, GTK, SYKE, ELY:t

Kerätään systemaattisesti tietoa kaivannaisjätteistä sekä niiden hyödyntämisestä kaivannaisalueilla ja niiden ulkopuolella kiertotalousmahdollisuuksien arvioimiseksi ja kiertotalouden toteutumisen seuraamiseksi. Tarkastelussa tulisi saada eroteltua hyödynnettävissä olevan materiaalin ja kaivannaisalueiden omaan käyttöön jäävä osa sivukivistä ja rikastushiekkoista. Tietoa tarvitaan kiertotaloutta tukevan markkinapaikan tarpeisiin. Samalla saadaan reaaliaikaisempaa tietoa hyödyntämisasteesta.

Potentiaaliset toimijat: YM, TEM, Tilastokeskus, GTK, TUKES, ELY:t, yritykset

2. Kansallinen markkinapaikka

Edistetään kaivannaisjätteille ja ylijäämämassoille kansallisen markkinapaikan kehittämistä materiaalivirtojen hyödyntämiseksi. Esimerkkejä jatkotyölle voivat tarjota esimerkiksi Materiaalitori.fi ja Smart Site -alustat. Tärkeää on erilaisten materiaalivirtojen seurantaan käytettävien työkalujen rajapintojen yhteentoimivuus ja tietoturvallinen jäljitettävyys ja luotettavuus.

Potentiaaliset toimijat: TEM, YM, GTK, Motiva, Smart Site -hankkeen toimijat, yritykset, analyysilaboratoriot

3. Uusien teknologisten ratkaisujen kehittäminen ja niiden pilotointi

Käynnistetään Business Finlandin kiertotalousmission yhteydessä kiertotalousohjelma, johon sisällytetään kaivosteollisuuden kehittäminen. Ohjelman osana edistetään yritysten ja tutkimusorganisaatioiden jätevirtojen hyödyntämisen yhteistyöhankkeita ja pilotteja.

Osallistutaan kansainväliseen t&k-yhteistyöhön, jonka tavoitteena on tukea suomalaisen osaamisen ja teknologian hyödyntämistä sivuvirtamateriaalien käsittelyssä kotimaassa ja vientituotteina, esimerkiksi Horisontti-hankkeissa tai suunnitteilla olevan raaka-aineiden EU-kumppanuuksissa.

Potentiaaliset toimijat: TEM, BF, tutkimuslaitokset, elinkeinotoimijat, maakuntaliitot, yritykset, Mining Finland, alan toimijat

4. Julkiset hankinnat

Tilajien tulee kilpailutuksissa ja hankinnoissa ottaa käyttöön kriteerit, jotka suosivat luonnonvaroja säästäviä ja vähähiilisyttä edistäviä rakentamisen ratkaisuja ympäristöturvallisuutta vaarantamatta. Neitseellisten massojen käytöstä on hankinnoissa laadittava erillinen selvitys ja perustelut käytölle.

Selvitetään mahdollisuudet ottaa julkisissa hankinnoissa käyttöön kierrätysmateriaalin sekoitevelvoite.

Potentiaaliset toimijat: TEM, YM, BF, Väylävirasto, alueelliset toimijat ja urakoitsijat, GTK, VTT

5. Säätely ja luvitus

Säädetään kaivannaishankkeille velvollisuus laatia osana kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelmaa kiertotalousselvitys, jossa selvitetään kaivannaisjätteiden hyödyntämis- ja raaka-ainepotentiaalia koskevat toimet kaivannaistoiminnan koko elinkaaren aikana.

Selkeytetään kaivettuja maa-ainesjätteitä koskevaa säätelyä muuttamalla ympäristönsuojelulakia sekä säätämällä maa-ainesjätteitä koskeva asetus kiertotaloutta tukevaksi.

Potentiaaliset toimijat: YM, TEM, AVI:t, ELY:t, sidosryhmät

6. Sivuvirtojen hyödyntämisen mahdollistavan säätelyn edistäminen

Tunnistetaan uusia mahdollisuuksia ja esteitä, huomioidaan sivuvirtojen hyödyntäminen standardeissa ja normeissa sekä edistetään sivuvirtojen käyttöä mahdollistavaa lainsäädäntöä (esim. geopolymeerien hyväksyntäkriteerit betoni- ja rakennusmateriaalinormistoissa).

Kokeiluympäristöjen luominen osana hallitusohjelman luvituksen sujuvoittamishanketta.

Potentiaaliset toimijat: YM, TEM, ELY:t, AVI:t, GTK, VTT, kaivos- ja rakennustuotealan järjestöt, SYKE

Selvitetään rikastushiekkoihin kohdistuvan jätelajikohtaisen valtioneuvoston Eienää jätettä- tai sivutuoteasetuksen käyttökelpoisuutta ja tarvetta uudistuksiin tai ohjeisiin.

Potentiaaliset toimijat: YM, SYKE, GTK, KAI-ELY, kaivosala.

7. Ratkaisuja logistiikan haasteisiin

Laaditaan sivuvirtojen taloudellisia hyödyntämismahdollisuuksia selvittävä elinkaarianalyysi neitseellisen ja uudelleen käytettävän kiviaineksen ympäristövaikutuksista (ml. logistiikka).

Selvitetään sivukiven hyödyntämisen näkökulmasta optimaaliset logistiset ratkaisut.

Edistetään datan parempaa hyödyntämistä logistiikan, tuotteiden ja palveluiden kehittämiseksi toimialojen sisällä ja niiden välillä.

Potentiaaliset toimijat: GTK, SYKE, VTT, Väylävirasto, alan toimijat

8. Osaaminen

Kehitetään kaivosteollisuuden sivukivien ja rikastushiekan hyödyntämismahdollisuuksia lisäävää osaamista ja tutkimusta.

Laaditaan sekä viranomaisia että toiminnanharjoittajia tukeva kaivosten sivukivien ja rikastushiekan hyödyntämisen ohjeistus.

Potentiaaliset toimijat: VTT, GTK, BF, Suomen akatemia, yliopistot, ammattikorkeakoulut, ELY-keskukset.

Liitteet

Liite 1. Koordinaatioryhmän kokoonpano

KANSALLINEN KAIVANNAISTEOLLISUUDEN SIVUKIVIEN KIERTOTALOUDEN
KOORDINAATIORYHMÄN ASETTAMINEN

Asettaminen

Työ- ja elinkeinoministeriö asettaa koordinaatioryhmän kaivannaisteollisuuden ja louhosten sivukivien hyödyntämisen toimenpiteiden koordinaatiota ja hyödyntämistä estävien haasteiden ratkomista varten.

Toimintakausi 15.5.2022–30.3.2023

Tausta

Kaivannaisjätteet edustavat merkittävää osuutta (75 %) kaikesta Suomessa vuosittain syntyvästä jätteestä, ja niiden hyödyntämistä on tutkittu paljon. Yleisimmät syyt kaivannaisjätteiden hyödyntämisen vähäisyyteen ovat materiaalin kuljetuskustannukset kaivoksilta hyödyntämiskohteisiin sekä kaivannaisjätteiden hyödyntämistä saattaa rajoittaa materiaalin kemiallinen koostumus tai mekaaniset ominaisuudet.

Työ- ja elinkeinoministeriön tilaaman esiselvityksen tavoitteena oli kartoittaa sivukivien ja rikastushiekkojen hyödyntämisen tilannetta Suomessa. Esiselvitys toteutettiin huhtikuun 2021 aikana. Esiselvityksen viesti oli vahva: kaivannaisjätteiden ja louhosten sivukivien hyödyntämisen tehostaminen on tärkeä teema, johon alan toimijoilla on nyt halua tarttua. Sosiaalinen tilaus asialle on suuri. Kaivannaisjätteiden tehokkaampi hyödyntäminen edistäisi omalta osaltaan kansallisen kiertotalousohjelman neitseellisten luonnonvarojen kulutuksen hillitsemistä. Samalla säästyisi myös energiaa ja hiilidioksidipäästöt pienenisivät, kun kertaalleen kaivettua ja murskattua kiviainesta hyödynnettäisiin tehokkaasti. Hyödyntämisellä olisi myös mahdollisesti merkittäviä vaikutuksia biodiversiteetin suojeluun.

Kaivannaisjätteiden hyödyntämisen tehostamiseksi kaivataan yhteisen kansallisen tahtotilan muodostamista sekä laajempaa ja paremmin koordinoitua yhteistyötä. Esiselvityksen havaintojen ja selvityksen jälkeen keskeisten sidosryhmien kanssa

käytyjen keskustelujen perusteella on ilmeistä, että toimijoilta löytyy laaja-alaisesti valmiutta ja halukkuutta tarttua haasteeseen. Uudet toimijat ovat todennäköisesti muita kuin nykyiset kaivosyhtiöt. Myös luonnonkivilouhimot ja muut vastaavat kaivoslain ulkopuolella toimivat kiviainesta louhivat tahot tulisi huomioida omilla reunaehdoillaan.

Tällä päätöksellä perustetaan kansallinen kaivannaisteollisuuden sivukivien kiertotalouden koordinaatiotyöryhmä, joka koordinoi ja vauhdittaa kaivosten ympärille rakentuvaa kiertotaloustoimintaa.

Tehtävä

Koordinaatioryhmän tehtävät ovat:

- sektorirajat ylittävä julkisten ja yksityisten tahojen yhteistyö
- konkreettisten hankkeiden käynnistämisen vauhdittaminen
- hankkeita hidastavien yhteisten esteiden tunnistaminen ja purkaminen

Lisäksi koordinaatioryhmän jäsenet edistävät sivukivien hyödyntämisen kiertotaloutta omissa verkostoissaan.

Työssä tulee ottaa huomioon YK:n kestävän kehityksen tavoitteiden edistäminen, luonnon monimuotoisuuden turvaaminen ja se, että toimenpiteet perustuvat kestäväan ja ekologiset rajat kunnioittavaan luonnonvarojen käyttöön sekä hyödyntävät kiertotalouden ratkaisuja ja periaatteita.

Osallistuminen ja aikataulu

Ryhmän jäsenet osallistuvat koordinaatioryhmään oman osaamisensa, kiinnostuksensa ja tunnistetun verkoston edustajina. Ryhmään osallistuville ei makseta palkkiota tai korvauksia.

Ryhmä kokoontuu vuoden 2022 aikana tavoitteellisesti 5 kertaa. Vuoden 2023 keväällä ryhmä kokoontuu vielä 2–3 kertaa. Ryhmä voi halutessaan jatkaa toimintaansa ministeriöstä riippumattomana.

Koordinaatioryhmän toimikausi on ajoitettu hallituksen toimikauden mukaisesti. Tavoitteena on, että toiminta jatkuisi kevästä 2023 eteenpäin luontevasti ELY-keskusten kaivoserikoistumisen kokonaisuuteen liittyvänä osana.

Koordinaatiosihteeristö

Koordinaatiosihteeristö on muodostettu työ- ja elinkeinoministeriön, ympäristöministeriön ja Lapin ELY:n virkamiehistöstä. Sen tehtävänä on vastata koordinaatio-ryhmän kokousten järjestelyistä, toimenpiteiden valmistelusta ja edistämisestä sekä aikataulusta.

Sihteeristö tukee koordinaattoria ja koordinaatioryhmää hankkeistuksessa, mahdollisten lisätoimien kilpailutuksessa ja tilauksessa, raportin kirjoittamisessa hyödyntäen mm. teetettyjä taustaselvityksiä, työpajojen ja muiden kuulemistilaisuuksien aineistoja, asiantuntijoiden ja tiedemaailman näkemyksiä sekä muita aiheeseen liittyviä raportteja ja tietoja, kuten EU:n päivitettyjä kiertotalous- ja kaivosteollisuusregulaatiota ja ohjeistuksia toimintaohjelmiseen.

Kokoonpano

Koordinaatioryhmän puheenjohtajalla ja sihteeristöllä yhdessä on oikeus tehdä ryhmän kokoonpanoon täydennyksiä ja kutsua asiantuntijoita tilaisuuksiinsa.

Työ- ja elinkeinoministeriö kutsuu koordinaatioryhmän puheenjohtajaksi työelämäprofessori Hannele Pokan ja koordinaatioryhmän jäsenet.

Osallistuneet jäsenet:

Puheenjohtaja Hannele Pokka, Helsingin yliopisto
 Kenneth Ekman, Fortum Battery Recycling Oy
 Aku Heinonen, Geologian tutkimuskeskus (1.9.2023 alkaen)
 Tua Huomo, Teknologian tutkimuskeskus VTT
 Sirkku Jaakkola, Ympäristöministeriö (16.6.2023 alkaen)
 Pasi Karekivi, Betolar Oyj (6.2.2023 alkaen)
 Matti Kattainen, Suomen luonnonsuojeluliitto (30.9.2023 asti)
 Maarit Kokko, Business Finland (1.4.2023 alkaen)
 Juha Koskinen, Tapojärvi Oy
 Pentti Lahtinen, GeolnnoVision
 Pertti Lamberg, AA Sakatti Mining Oy
 Juha Laurila, Infra ry
 Juha Leppänen, Betolar Oyj (5.2.2023 asti)
 Jari Natunen, Suomen luonnonsuojeluliitto (9.10.2023 alkaen)
 Soile Nieminen, Kainuun ELY-keskus
 Anna-Maija Pajukallio, Ympäristöministeriö
 Kari Poikela, Pohjaset Oy (1.4.2023 alkaen)
 Pekka Suomela, Kaivosteollisuus ry
 Henna Teerihalme, Väylävirasto (9.10.2023 alkaen)

Veli-Matti Uski, Etelä-Suomen aluehallintovirasto
Laura Valokoski, Väylävirasto (1.4.-31.5.2023)
Pia Vilenius, Kemianteollisuus ry
Saku Vuori, Geologian tutkimuskeskus (31.8.2023 asti)
Jaakko Ylinampa, Lapin ELY-keskus
Asiantuntijajäsen Linda Smids, Kaivosteollisuus ry (2.5.2023 alkaen)

Allekirjoittajat:

Mika Lintilä, elinkeinoministeri
Sari Tasa, erityisasiantuntija

Sihteeristön kokoonpano

Riikka Aaltonen, Lapin liitto (1.10.2023 alkaen, TEM 25.6.2023 asti)
Jyrki Alkio, työ- ja elinkeinoministeriö
Jutta Kisanlahti, Lapin ELY-keskus (31.12.2022 asti)
Teo Kangaspunta, työ- ja elinkeinoministeriö (11.8.2023 alkaen)
Eira Luokkanen, Etelä-Savon ELY-keskus (13.1.2023 alkaen)
Hannele Pudas, ympäristöministeriö (11.8.2023 alkaen)
Tuula Sivonen, Lapin ELY-keskus (1.1.2023 alkaen)
Heikki Sorasahi, ympäristöministeriö (30.6.2023 asti)
Sari Tasa, työ- ja elinkeinoministeriö
Heino Vasara, Lapin ELY-keskus
Jarkko Vesa, työ- ja elinkeinoministeriö

Liite 2. Työpajat

Raakku rahaksi -työpaja 28.3.2022

Tämän työpajan tulokset olivat pohjana työsuunnitelman laatimisessa. Ensimmäisessä teemaryhmässä analysoitiin kaivoskiertotalouden toimijakenttää ja niiden suhteita. Toimijoita tunnistettiin lähes sata organisaatiota. Ryhmä nimesi myös ehdotuksiaan koordinaatioryhmän jäseniksi. Toisessa ryhmässä tunnistettiin kaivannaisteollisuuden sivukivien ja rikastushiekan hyödyntämiseen potentiaalisia palveluaihioita. Materiaaleja, kaivoksia, sijaintitietoja ja muita olennaisia kokonaisuuksia kuvaileva data nähtiin mahdollistajana monimuotoisille innovaatiopalveluille. Kaivannaistoiminnan jatkeena ovat jalostukseen, logistiikkaan, vientiin ja maisemointiin liittyvät palveluaihiot. Näiden ympärille tunnistettiin potentiaalia energiatalouden, rahoituksen, turvallisuuden ja päästökaupan alueilta. Sääntelyn tarkoituksenmukaisuus on tärkeä mahdollistaja. Kolmas ryhmä pohti, minkälaisia hankkeita tarvittaisiin kiertotalouden edistämiseksi ja skaalaamiseksi. Ehdotetut hankkeet kohdistuivat kaivostoiminnan koko elinkaaren parempaan ymmärrykseen, sivukivien, kaivosten vesitalouden ja digitaalisten ratkaisujen kehittämiseen. Neljännessä ryhmässä pohdittiin vielä tarvittavaa osaamisen kehittämistä. Osaamista ja innovaatioita ei jaeta eri toimijoiden kesken ja siksi tehdään samoja virheitä uudestaan eikä parhaita käytäntöjä levitetä. Tarvitaan selkeät säännöt ja ohjeet datan jakamiselle.

Kaivosten sivuvirtojen analyysidatan hyödyntäminen -työpaja 13.2.2023

Jotta kaivannaisteollisuuden sivukiviä ja etenkin rikastushiekkaa voitaisiin hyödyntää, tulisi tietää missä ja mitä materiaalia on hyödynnettävissä. Työpajassa kartoitettiin, mitä tietoa meillä on sivuvirtojen sisältämistä raaka-aineista, missä tämä olemassa oleva tieto on, kuka tiedon omistaa, mihin ja miten tieto tulisi tallentaa sekä kenellä on pääsy tietoihin ja tietokantaan. Tilaisuuden jälkeen saatiin käyntiin toimijoiden yhteistyönä oppilastyö, jossa pohdittiin dataan ja raportointiin liittyvää yhden luukun mallia, eli kaivoksen järjestelmään kerran syöttämä tieto voitaisiin hyödyntää niin viranomaisraportointiin kuin kaupankäyntiin.

Kaivosten sivuvirtojen hyödyntämisen logistiikka -työpaja 18.4.2023

Kaikissa ennakkomateriaaleissa suurimpana esteenä kaivosten sivuvirtojen hyödyntämiseen on esitetty logistiikkaa, kuljetusmatkan pituutta ja kustannusta. Työpaja järjestettiin yhdessä Infra ry:n kanssa. Työpajassa keskusteltiin, missä sijaitsevat mahdolliset käyttökohteet kaivosten sivukiville ja rikastushiekoille, mitkä ovat suurimmat haasteet sivuvirtojen logistiikassa, miten parannamme sivuvirtojen logistiikkaa, sen tehokkuutta ja kannattavuutta sekä miten puramme lainsäädännön, luvituksen ja normiston luomat esteet. Tämä oli työpajojen teemoista haasteellisin, ja se heijastuu myös saaduista tuloksista. Tämä voisi olla osa-alue, johon julkisen sektorin sääntely- ja taloudellinen ohjaus voisi tuoda ratkaisuja. Logistiikka-haasteella on vahva yhteys biodiversiteetti-toimiin ja julkisen hankinnan periaatteisiin.

Julkista kysyntää kaivosten sivuvirroille -työpaja 16.5.2023

Työpaja järjestettiin yhteistyössä Motivan kanssa. Työpajassa toivottiin konkreettisia esimerkkejä ja keinoja julkisen toimijan mahdollistajan roolin edistämiseksi. Työpajassa todettiin, että julkiset toimijat tarvitsevat lisätietoa hyödyntääkseen kaivosten sivuvirtoja, millaisiin käyttökohteisiin kaivosten sivuvirtoja voisi käyttää julkisessa rakentamisessa, mitä riskejä tilaajalle muodostuu kaivosten sivuvirtojen hyödyntämisestä ja miten näitä voidaan vähentää sekä mikä edistää kaivosten sivuvirtojen hyödyntämistä julkisissa projekteissa sivuvirtojen tuottajan näkökulmasta.

Kaivosten sivuvirroista uusia tuotteita -työpaja 4.10.2023

Viimeisessä työpajassa haluttiin löytää potentiaalisia asiakkaita ja heidän näkemyksiään kiertotalouden edistämiseksi. Asiakasvaatimukset ovat lähtökohta tuote- ja tuotannonsuunnitteluun. Työpajassa pohdittiin mm. seuraavia asioita: miten näitä kaivosten sivuvirtoja hyödynnetään tällä hetkellä, millaisia tuotteita sivuvirroista voisi valmistaa, mitä panostuksia uusiokäytön lisäämiseksi tarvitaan, mikä estää hyödyntämästä sivuvirtoja nykyistä enemmän sekä mitkä olisivat nopeita toimia esteiden purkamiseksi. Vaikka asiakasnäkökulmaa saatiin työpajaan toivottua vähemmän, se poiki konkreettisia toimijoiden välisiä yhteydenottoja. Työpaja myös paljasti toiminnan käynnistymisen haasteen, kun asiakkaan ja raaka-ainelähteen välillä ei vielä ole toimivaa linkkiä, eikä kaivosten roolina ole ollut tunnistaa tarpeita oman toimintansa ulkopuolella. Pelkkä raaka-aineiden "Tinder" ei riitä, vaan tarvitaan lisää jalostavia ja raaka-ainevirtoja yhdistäviä uusia toimijoita.

Liite 3. Yritysesimerkkejä

AA Sakatti Mining Oy

AA Sakatti Mining Oy suunnittelee Sakatin Ni-Cu-PGE malmin hyödyntämistä niin, että malmi louhitaan maanalaisesta kaivoksesta ja rikastetaan Cu- ja Ni-rikasteiksi. Hankkeen suunnitteluvaiheessa on pyritty löytämään teknisiä ratkaisuja jätteen hyötykäytölle kaivoksella ja muualla. Vuotuinen malminlouhinta olisi 1.25–2.2 Mt. Sivukiven määrä koko toiminnan aikana olisi noin 8,8 miljoonaa tonnia. Kaivoksen toiminnassa muodostuu korkea- ja matalarikkistä sivukiveä. Kaikki sivukivi hyödynnetään käyttämällä sitä kaivostäytön materiaalina sekä kaivoksen rakennusmateriaalina. Rikastusprosessissa muodostuu matala- ja korkearikkistä rikastushiekkaa. Koko toiminta-aikana muodostuvan rikastushiekan määräksi on arvioitu 31,1–36,4 miljoonaa tonnia, josta 85–88 % on matalarikkistä ja 12–15 % korkearikkistä rikastushiekkaa. Kaikki korkearikkisen rikastushiekan ja osa matalarikkisestä rikastushiekasta käytetään kaivostäyttöön valmistettavan pastan materiaalina. Sakatti pyrkii jätteettömäksi kaivokseksi, ja hyötykäyttömahdollisuuksia etsitään matala- ja korkearikkiselle rikastushiekalle. Matalarikkisen rikastushiekan hyötykäyttömahdollisuudet ovat sementin sidosaineena kaivoksessa tai rakentamisessa kaivoksen ulkopuolella, sekä Mg-silikaattien korkean pitoisuuden ansiosta myös hiilidioksidin sidonnassa. Korkearikkisen rikastushiekan hyötykäyttömahdollisuudet ovat rikkihapon valmistuksessa. / Pertti Lamberg, AA Sakatti Mining Oy /

Berner Chemicals Oy

Berner Chemicals valmistaa Kokemäellä magnesiumkemikaaleja. Päätuotteet ovat magnesiumsulfaatti ja magnesiumhydroksidi. Magnesiumhydroksidia on käytetty saostuskemikaalina käsiteltäessä happamia ja sulfaattipitoisia kaivosvesiä ja -liuoksia. Tehdyissä piloteissa niistä on selektiivisesti saatu eroteltua metalleja, ja lopuksi sulfaatit on saatu hyödynnettävään muotoon magnesiumsulfaatiksi. Natriumsulfaattia tai kipsisakkaa ei synny. Berner Chemicalsilla on menossa hanke kaivosten rikastushiekkojen sisältämän magnesiumin hyödyntämisestä Kokemäen tehtaan raaka-aineena. / Antti Rinta-Harri, Berner Chemicals Oy /

Betolar Oyj

Betolar Oyj kehittää teollisuuden sivuvirtojen pohjalta kiertotalousratkaisuja neitseellisten materiaalien säästämiseksi ja hiilidioksidipäästöjen minimoimiseksi. Esimerkiksi Aarhusissa Tanskassa korvataan perinteiset betoniset vesi- ja viemäriputket Betolarin teknologiaan perustuvilla sementittömillä betoniputkilla, joiden

valmistamiseen on käytetty terästeollisuuden masuunikuonaa. Kaivosteollisuuden on kehitetty ratkaisuja, esimerkiksi litiumhydroksidin valmistuksen yhteydessä syntyvän sivuvirran, analsiimihiekan, hyödyntämiseksi side- ja runkoaineena rakennusteollisuuden ja kaivosteollisuuden tarpeisiin. Vaihtoehtoisella sideaineella, esimerkiksi kovettuvan kaivostäytön sovelluksissa, on saavutettu kustannustehokkaita ratkaisuja CO₂-päästöjä minimoiden. Betolar myös kehittää menetelmiä hyödyntämättömien jäännösmateriaalien ympäristöturvallisen loppusijoittamisen varmistamiseksi. / Pasi Karekivi, Betolar Oyj /

Boliden Kevitsa Mining Oy

Boliden Kevitsassa hyötykäytetään metallipitoiset lietteet prosessivesien käsittelystä. Vedet sisältävät myös suoja-pumppauksilla takaisin kierrätettävät sekä suotovesien keruujärjestelmillä kerätyt vedet. Kevitsassa on erikseen korkearikkisen ja matalarikkisen rikastushiekan läjitys, mikä edesauttaa metallien mahdollista myöhempää hyötykäyttöä teknologian kehittyessä. Sivukivestä käytetään kaivosalueella infrarakentamiseen kaikki mahdollinen louhittu tarvekivi. Kaivosalueelta poistettujen moreenien on saatu kaikki hyötykäytettyä. Myös korkeanikkelinen moreeni hyötykäytetään ympäristörakenteissa esim. kapselikiven maisemoinnissa. Co-disposal-hankkeessa tutkitaan rikastushiekan hyödyntämistä hapen kulkua estävissä pintarakenteissa. Biopieittoprojekteissa on hyödynnetty teollisuuden sivuvirroja: biohiiltä, lentotuhkaa sekä lietekompostia. Tarkoituksena on edistää Lapin alueella syntyvän käyttökelpoisen orgaanisen sivuvirtamateriaalin kierrätystä sekä tutkia niiden hyödyntämistä monilajisen kasvillisuuden parantamiseen. / Johanna Holm, Boliden Kevitsa Mining Oy /

Elementis Minerals B.V.

Elementis Mineralsin merkittävimmät sivuvirrat ovat louhinnan sivukivet, magneesiittimineraalipitoinen rikastushiekka sekä vesienkäsittelyprosesseissa syntyvät metallipitoiset sakat. Yhteistyössä julkisten ja yksityisten toimijoiden kanssa Elementis Minerals on tutkinut arvoaineiden talteenottoa sivuvirroista ja etsinyt sivukiville ja rikastushiekalle mahdollisia käyttökohteita. Rikastushiekkaa on käytetty maanrakentamistarkoitukseen kaivosalueella ja aiemmin myös metallurgisen teollisuuden raaka-aineena. Hiekan hyötykäyttöä ja jatkojalostusta on tutkittu paljon mm. maanrakentamisessa, geopolymeereissä sekä metalli- ja kemianteollisuuden raaka-aineena. Elementisin rikastushiekan tekee kiinnostavaksi sen sisältämä magnesium, joka on yksi EU:n kriittisten raaka-aineiden listan aineista. Rikastushiekan jäteluonne vaikeuttaa sen hyödyntämistä, mutta mahdollisuutena nähdään uusien sivutuotteiden jalostaminen nykyisin rikastushiekkaan päätyvistä virroista, mikä vähentäisi myös loppusijoitettavan rikastushiekan määrää. Elementis on mukana

Luonnonvarakeskuksen koordinoimassa Biopeitto Kainuu -hankkeessa (2023–2025), jonka yhtenä tavoitteena on pienentää loppusijoitettavien kaivannaisjätteiden ympäristövaikutuksia kehittämällä peittorakenneratkaisuja paikallisyhteistyönä. Elementis on mukana hankkeessa rahoittajana ja pilotointikohteenä sivukiven läjitysalueen maisemoinnissa ja jälkihoidossa. Lisäksi Elementis on selvittänyt uuden teknologian hyödyntämistä metallien talteen ottamisessa vesifraktioista ja jalostamiseksi kaupallisiksi tuotteiksi. / Satu Peltoniemi, Elementis Minerals B.V. /

FinnCobalt Oy

Osana Hautalammen Cu-Ni-Co-kaivoksen kehityshanketta FinnCobalt Oy on tarkastellut alueelle varastoitujen Outokummun kuparikaivostoiminnan rikastushiekkojen hyödyntämistä. Alueella arvioidaan olevan hyödynnettävissä yhteensä n. 11 Mt rikastushiekkaa, jonka pitoisuudet ovat suurusluokkaa: Cu 0.14 %, Ni 0.06 % ja Co 0.08 %. Rikastushiekan sisältämien metallien metallisisällön arvo on huomattava, jopa 500–1000 M€. Yhtiö on selvittänyt aiempien rikastushiekan rikastuskampanjoiden toteutumista ja toteuttanut alueella näytteenoton vuonna 2021. FinnCobalt Oy on selvittänyt yhdessä Aalto-yliopiston kanssa (diplomityö Julia Alajoki) rikastushiekan liuottamista sekä vaahdottamalla saatavan rikasteen laatua ja liuottamista. Hyödyntämisen esteeksi muodostuu rikastushiekasta vaahdottamalla saatavan rikasteen heikko laatu. Saatavalle ”rikasteelle” ei ole tunnettuja kaupallisia markkinoita, eikä ”rikasteen” alhainen arvo mahdollista pitkiä kuljetuksia. Aikeena on jatkaa tutkimus- ja kehitystyötä selvittämällä rikastushiekkojen ja köyhän rikasteen soveltuvuutta erilaisiin paine- tai happiliuotusmenetelmiin. Kaikki rikastushiekan hyödyntämisvaihtoehdot edellyttävät Hautalammen kaivos-hankkeen ja rikastamon rakentamista. / Ilari Kinnunen, FinnCobalt Oy /

Finnsementti Oy

Finnsementti Oy:llä on kaksi sementtitehdasta, jotka sijaitsevat Lappeenrannassa ja Paraisilla. Finnsementti kierrättää omat mineraaliset jakeensa, kuten myös muiden teollisuustoimijoiden jakeet, jotka sopivat käyttöön. Esimerkiksi terästeollisuudesta tulee erilaisia kuonia ja rautapitoisia jakeita. Polttolaitosten tuhkaat ovat myös aktiivisessa käytössä. Kemian- ja rakennustuoteteollisuudelta tulee erilaisia jauhe-maisia pii- ja alumiinipitoisia materiaaleja sekä muita hyötykäyttöön kelpaavia raaka-ainejakeita. Finnsementti on ottanut kokeiluun erilaisia ”monikomponentti” materiaaleja ja tutkinut mahdollisuuksia niiden hyötykäyttöön. Tärkein raaka-aine on edelleen kalkkikivi. Finnsementti tekee aktiivisesti töitä sen eteen, että löytäisi erilaisia kalkkipitoisia jakeita, jotka toimisivat kalkkilisukkeina prosesseissa. Pii-, alumiini- ja rautapitoisia lähteitä on jo jonkin verran käytössä. Kaivosten sivukivien suhteen suurimpana haasteena koetaan sopivien lähteiden löytämisen. Näiltä tiimoilta

Finnsementti oli mukana, kun yritettiin luoda niin sanottua ”tietopankkia” jossa olisi analyysejä eri kaivostoimijoiden sivuvirroista. Kyseinen hanke ei kuitenkaan saanut tuulta siipiensä alle. / Ursula Kääntee, Finnsementti Oy /

Keliber Oy

Keliber on hakenut aktiivisesti hyötykäyttöä tulevan litiumin kaivos- ja jalostustoiminnan sivuvirroille. Rikastushiekkaa ja liejua syntyisi noin 600 000 tonnia vuodessa. Rikastushiekka koostuu valtaosin tavallisen hiekan mineraaleista: kvartsista, maasälvistä ja kiilteestä, eikä se sisällä haitallisia raskasmetalleja ja sulfideja. Testien mukaan rikastushiekasta on mahdollista jalostaa kvartsi- ja maasälpä tuotteita lasi- ja keraamisen teollisuuden raaka-aineiksi. Lisäksi sitä voidaan käyttää sellaisenaan tai yhdessä muiden sivuvirtojen, kuten kierrätyslasin ja -lasivillan kanssa, osana erilaisten keraamisten materiaalien raaka-aineseoksia. Rikastushiekan on testattu soveltuvan myös betonin ja asfaltin täyteaineeksi sekä laastin ja geopolymeeribetonin runkoaineeksi. Keliberin rikastushiekan käytöstä maanparannusaineena suopohjien metsittämisessä on saatu lupaavia tuloksia. Kaivoksen sivukivillä on käyttöpotentiaalia esim. lähialueelle rakennettavien tuulivoimapuistojen rakenteissa. Litiumjalostamon sivutuotteena syntyvää analsiimihiekkaa voidaan käyttää täyttömateriaalina Kokkolan sataman rakentamisessa. Tutkimukset sen käytöstä sementtiä korvaavana sideaineena ovat käynnissä. / Hannu Hautala, Keliber Oy /

Mirka Ltd.

Mirkalla on jo jonkin aikaa tutkittu kaivosteollisuuden sivuvirtoja ja näiden materiaalien käyttöä hiomatuotteissa, joko hiomajyvinä tai niiden kiinnittämiseen tarvittavien liimojen täyteaineena. Hiomajyviin käytettäviltä materiaaleilta vaaditaan ennen kaikkea kovuutta. Sivuvirtojen materiaaleja on myös tutkittu mahdollisina raaka-aineina hiomajyvävalmistuksessa. Mirka kartoittaa parhaillaan laajemmin Suomen ja lähialueiden kaivosteollisuuden sivuvirtoja. Erityisesti yritystä kiinnostavat kovat mineraalit, kuten korundi ja erilaiset aluminaatit. Mirkan Veturi-hankkeessa (SHAPE) sivuvirtamateriaaleilla tulee olemaan merkittävä rooli, kun rakennetaan uutta kiertotalouteen perustuvaa ekosysteemiä mineraalisivuvirtojen hyödyntämisen ympärille. / Charlotta Risku, Mirka Ltd. /

Otanmäki Mine Oy

Otanmäki Mine Oy on tutkinut vuodesta 2017 lähtien Otanmäen vanhan kaivoksen rikastushiekan arvomineraalien talteenottoa. Tutkimusten tuloksena on määritetty rikastushiekkavaranto, jonka suuruus on n. 10 Mt ja keskimääräinen ilmeniittipitoisuus n. 16 %. Ilmeniitin lisäksi rikastushiekassa on n. 1 % magnetiittia. Muu osa

rikastushiekasta on erilaisia silikaattimineraaleja. Otanmäki Mine Oy on kehittänyt yhteistyössä GTK:n ja IHC:n kanssa ilmeniitin ja magnetiitin rikastusmenetelmän, jossa hyödynnetään mineraalien tiheyseroa. Rikastushiekan uudelleenprosessointi kestäisi arviolta 4–5 vuotta ja vuotuinen kapasiteetti olisi n. 1,5 Mt käsiteltyä rikastushiekkaa. Päätuotetta ilmeniittiä tuotettaisiin arviolta 150 000 tonnia ja magnetiittiä n. 15 000 tonnia vuodessa. Muina tuotteina olisivat sora ja erilaiset hiekkafraktiot, joita tuotettaisiin 50 000–100 000 tonnia vuodessa. Ilmeniitti kuljetettaisiin laivalla titaanidioksidin valmistajille. Hiekka ja sora kuljetettaisiin lähialueiden infrarakennuskohteisiin ja betoniteollisuuden raaka-aineeksi. Rikastushiekan uudelleenprosessointihankkeessa on nyt meneillään ympäristövaikutusten arviointi (YVA), joka päättyy vuoden 2024 alussa. Vuoden 2024 aikana aloitetaan ympäristölupaprosessi. Ilmeniitin tuotanto rikastushiekasta voisi alkaa aikaisintaan vuonna 2026. / Jouko Jylänki, Otanmäki Mine Oy /

Outokumpu Chrome Oy Kemi Mine

Outokumpu käyttää paljon kierrätettyjä materiaaleja, ja pyrkii jatkuvasti nostamaan kierrätysastetta toiminnoissaan. Kemin kaivoksella hyödynnetään mahdollisimman paljon omassa toiminnassa muodostunutta sivukiveä. Kaivoksella sivukiviä käytetään suoraan maanalaisen louhoksen louhostäytöissä ja avolouhosten tukemisessa, yhteensä 1,66 milj. tonnia vuonna 2022. Kaivosalueen rakentamisessa, kuten teiden ja patokorotusten rakenteissa, sivukiveä käytettiin 385 000 tonnia. Lisäksi kaivoksen kiviä hyödynnetään kaivosalueen ulkopuolella esimerkiksi tie- ja raiderakentamisessa (5 500 tonnia vuonna 2022). Aiempina vuosina kasoihin lajiteltua ja kasattua alhaisen malmipitoisuuden marginaalimalmia (ns. X-malmi) syötettiin rikastamolle 290 000 tonnia. Kaivoksen sivukivikasat pienenevät kaikkiaan 973 000 tonnia vuonna 2022. Kemin kaivoksella käytetään muiden prosessilaitosten sivutuotteita korvaamassa neitseellisiä luonnonmateriaaleja. Kaivoksella on mm. käytetty jo toistakymmentä vuotta kovettuvan kaivostäytön sideaineena energiatuotannon tuhkaa ja masuunikuonaa. Kiertotalouden kehitystyön tuotoksena on rikastushiekka-altaalle tehty innovatiivinen peittorakennekerros Tornion tehtaiden vedenpuhdistusakasta. Tulevaisuuden kiertotalouden tutkimus- ja kehityskohteita tulevat olemaan muun muassa vaihtoehtoiset rikastushiekka-alden peittorakenteet sekä rikastushiekan uudelleen käsittely. / Raisa Hyvärinen, Outokumpu Chrome Oy Kemi Mine /

Swerock Oy

Swerock Kiviaines on hyödyntänyt kaivosten sivukiviä murskaamalla ja jatkojalostamalla. Tämä kattaa ns. bulkki ja asfaltti sekä ratakivien tuotantoa. Sivukivien käyttö on ollut sangen vähäistä, johtuen sivukivien laadusta ja kuljetusmatkasta. Hyödyntämisen edellytyksenä on, että sivukivi täyttää kiviaineksille Suomessa asetetut laatuvaatimukset sekä sijaitsee lähellä kulutuskohteita. Yleensä kaivosten sivukivet eivät täytä laatuvaatimuksia, varsinkaan malmimineraalivaatimusten osalta tai pehmeiden mineraalien osalta. Asfaltti ja ratasepelien osalta malmimineraaleja saa olla optisessa ohuthietarkastelussa standardien mukaisesti vain 5 %, joista kiisuja saa olla näytteessä 5 prosentista vain 3 %. Loppujen malmimineraalien on oltava oksideja. Tämä määrä on todella pieni, ajatellen kaivoksien sivukiviä. Lisäksi suurin osa Suomen kaivoksista on kiisupohjaisia kaivoksia. Kivessä ei saa olla 15–20 % pehmeitä mineraaleja, riippuen kiven käyttötarkoituksesta. Kivessä ei siis voi olla esim. talkkia, kloriittia, ja biotiittia, ajatellen kiven rapautuneisuutta ja käyttöä laatuvaatimusten mukaisesti. Kiven täytyy myös olla suhteellisen tasalaatuista, eikä sen laatu voi vaihdella kovinkaan paljoa. Swerock Valmisbetoni osallistui Helsingin kaupungin klusterihankkeeseen vuonna 2022, jossa tavoitteena oli selvittää purkuvillan (kivivilla) hyödyntämistä valmisbetonissa sementin korvaajana. Villajauheen hyödyntämistä testattiin kolmessa erilaisessa betoniseoksessa. Tulokset olivat vaihtelevia, joskin jossain määrin onnistuneita. Purkuvilla sisälsi jonkin verran epäpuhtauksia, mikä aiheutti laboratorio-olosuhteissa vahvaa hajuhaittaa. Jatkoa ajatellen heräsi kysymyksiä purkuvillajauheen hyödyntämisestä muihin sementtipohjaisiin materiaaleihin kuin betoniin. Terästeollisuuden masuunikuonaa käytetään alalla vakiintuneesti seosaineena betonin valmistamisessa. / Mari Borén, Swerock Kiviaines ja Jesse Junnila, Swerock Valmisbetoni /

Tapojärvi Oy

Tapojärvi Oy tutkii maanalaisten kaivosten rikastushiekkojen käyttöä pastatäyttöihin, sekä läjitettyjen sivukivien ryhmittelyä rikastamolle kelpaaviin malmikiviin ja infrarakentamisessa käytettäviin kiviaineksiin. Kaksi tehtyä selvitystä rikastushiekkojen hyödyntämisestä eivät johtaneet toteutukseen, koska rikastushiekkojen hyödyntäminen vaati läpikäytäväksi useita hallinnollisia menettelyjä. Saadun kokemuksen perusteella vanhojen rikastushiekka-aldaiden hyödyntämistä edistäisi vanhan kaivosinfrastruktuurin säilyttäminen. Tapojärvi perusti Hannukainen Mining Oy:n Kolarissa sijaitsevan vanhan rauta-kupari-kultakaivoksen uudelleenavaamiseksi. Myös vanhoja rikastushiekka-aldaita, sivukivikasoja ja avolouhoksia tullaan uudelleenkäyttämään, mikäli toimintaan vaadittavat luvat sallivat sen. Kaivosohanke on parhaillaan luvitusvaiheessa. Vuonna 2023 Tapojärvi järjesti kansainvälisen Innovation Challenge -kilpailun, jossa etsittiin uusiokäyttömahdollisuuksia muun muassa kaivosten sivuvirroille. Finalistiehdotukset analysoidaan ja niillä on mahdollisuus toteutua uusiksi kestäväksi kiertotalouden palveluiksi. / Juha Koskinen, Tapojärvi Oy /

Terrafame Oy

Terrafame on käynnistänyt syksyllä 2023 koetoiminnan, jossa testataan akkuteollisuudesta tulevan kierrätysraaka-aineen käyttöä akkukemikaalitehtaan syötteenä. Yhtiön tavoitteena on korvata osa kaivostoiminnasta peräisin olevasta metalliraa-ka-aineesta kierrätysraaka-aineella, joka vastaa myös EU:n CRMA:n tavoitteita. Terrafame kierrättää yhteistyökumppanin kanssa alueella syntyvän letkujätteen siten, että siitä valmistetaan uutta letkua omaan käyttöön. Terrafamen tuotantoprosessi mahdollistaa tehokkaasti metallipitoisten sivuvirtojen hyödyntämisen. Tällä hetkellä bioliotuksessa hyödynnetään metallien talteenottolaitoksen sinkkipitoinen esineutralointisakka sekä akkukemikaalitehtaan hapan strippausliuos. Lisäksi tavoitteena on hyödyntää bioliotuksessa myös akkukemikaalitehtaan nikkelpitoinen rautasakka, mutta tällä hetkellä ympäristölupa ei sitä mahdollista. Prosessissa olisi mahdollista hyödyntää myös muualta tuotavia sivuvirtoja, mutta se edellyttää ympäristöluvitusta, joka lähtökohtaisesti tulisi tehdä jokaiselle jakeelle erikseen. Yhtiön näkemys on, että tämänhetkinen ympäristölupakäytäntö ei tue teollisuuden sivuvirtojen hyödyntämistä, koska luvitus on hidasta ja sivuvirtojen hyödyntämispotentiaalin osoittaminen vaatii paljon työtä. / Veli-Matti Hilla, Terrafame Oy /

Väylävirasto

Väylävirasto edistää kiertotaloutta väylänpidossa lisäämällä hankintoihin ja ohjeistukseen kiertotalousnäkökohtia, tehostamalla ylijäämämassojen ja muiden materiaalien hyöty- ja uudelleenkäyttöä sekä kehittämällä materiaaliedonhallintaa. Vuonna 2022 Väylävirasto julkaisi ohjeen Uusiomateriaalien käyttö väylärakentamisessa. Ohjetta noudatetaan Väylävirastossa ja ELY-keskuksissa suunniteltaessa uusiomateriaalien käyttöä ja päätettäessä uusiomateriaalien käyttämisestä väylärakentamisessa. Väylävirasto on myös julkaissut vuonna 2020 oppaan ”Heikkolautaisen pengermateriaalin laadun arviointi”. Kaivosteollisuuden sivukivet ovat yksi oppaassa käsiteltävistä pengermateriaaleista. Tällä hetkellä Väylävirastolla on käynnissä Suhangon kaivostieprojekti Ranualla. Kaivostie käsittää 10 km tienrakentamista, johon tarvitaan huomattavan paljon penger- ja rakennekerrosmateriaalia. Suhangon kaivosyhtiön alueella on tuleva Konttijärven avolouhosalue, jossa malmin päällä on poistettavaa kalliota. Tätä sivukiveä hyödynnetään kaivostien rakentamisessa. Sivukiven käyttökohteita ovat ainakin massanvaihdon täyttömateriaalit, louhepenger, jakava kerros ja kantava kerros. Lisäksi selvitetään mahdollisuutta käyttää sivukiveä myös päällystekivenä. Vuonna 2009 valmistuneella Kevitsan kaivostieellä Sodankylässä hyödynnettiin kaivoksen sivukiveä tien massanvaihtoihin ja penkereisiin. Muutama vuosi aiemmin Suurikuusikon kultakaivoksen tiellä (Mt 9552 Kiistala-Rouravaara) Kittilässä oli hyödynnetty kaivoksen sivukiveä tien massanvaihtoihin ja penkereisiin. Sivukiven lisäksi pohjoisen tiehankkeissa on käytetty terästehtaan ferrokromikuonasta tehtyä OKTO-hiekkaa korvaamaan rakennekerroksen

suodatinhiekkaa. OKTO-hiekkaa on hyödynnetty hiekkakerroksen sijasta Kemi-Tornio-Simo-alueella paremman lämmöneristyskykynsä ja sitä kautta syntyvien materiaalisäästöjen vuoksi. Väylävirasto on myös mukana Kaakkois-Suomen luonnonkiviteollisuuden sivukivien käyttömahdollisuuksia vähäliikenteisillä maanteilla tutkivan diplomityön ohjausryhmässä. / Henna Teerihalme, Väylävirasto /

Yara Suomi Oy Siilinjärvi

Kiertotalous on ollut osa Yara Siilinjärven toimintaa jo vuosia. Vuosittainen louhintamäärä on 20–30 milj. tonnia. Tästä on malmia noin 11 milj. tonnia ja loppu on sivukiveä. Kaivoksella muodostuvaa sivukiveä ja rikastushiekkaa hyötykäytetään vuosittain sekä kaivoksen omassa toiminnassaan että kaivoksen ulkopuolella. Sivukivi luokitellaan muun muassa kovuusominaisuuksiensa perusteella soveltuvaksi eri käyttökohteisiin. Toimipaikan sisällä kiveä käytetään esimerkiksi teiden rakentamiseen ja kunnossapitoon, patoalueen rakentamiseen ja eri projektien tarpeisiin. Kiveä on toimitettu myös Siilinjärven kunnan rakennustarpeisiin. Viime vuonna sivukiveä hyötykäytettiin noin 3,5 milj. tonnia. Rikastamalla muodostuvaa rikastushiekkaa on tutkittu useiden eri tahojen toimesta soveltuvaksi esimerkiksi maanparannusaineeksi. Tulokset ovat olleet lupaavia. Toimipaikalla on jo useita vuosia toiminut LKAB Minerals:n biotiitti- ja kiilletehdas, jossa rikastushiekasta tuotetaan biotiittia maanparannukseen ja kiillettä muun muassa autoteollisuuden tarpeisiin. Vuonna 2022 Yara Suomi järjesti kiertotalousteemaisen hackathonin. Kilpailu poiki ideoita liittyen muun muassa kalin talteenottoon rikastushiekasta. Näitä tutkimuksia on jatkettu. Myös rikastushiekan käyttämistä ampumaratojen maaperän kunnostuksessa (kyky sitoa raskasmetalleja) on selvitetty lisää hackathonin jälkeen. / Hanna Lampinen, Yara Suomi Oy Siilinjärvi /

Verkkajulkaisu
ISSN 1797-3562
ISBN 978-952-327-992-6

Sähköinen versio: julkaisut.valtioneuvosto.fi