



**TURUN
YLIOPISTO**
Kauppakorkeakoulu

HARVINAISTEN MINERAALIEN VASTUULLINEN HANKINTA

Toimitusketjujen johtamisen
Kandidaatin tutkielma

Laatija:
Roy Nyqvist

Ohjaajat:
KTT Sini Laari

28.4.2025
Turku

Kandidaatintutkielma

Oppiaine: Toimitusketjujen johtaminen

Tekijä: Roy Nyqvist

Otsikko: Harvinaisten mineraalien vastuullinen hankinta

Ohjaaja: KTT Sini Laari

Sivumäärä: 17

Päivämäärä: 28.4.2025

Tämän tutkielman tutkimusongelmana on, miten harvinaisten mineraalien hankintaa voidaan toteuttaa vastuullisesti globaalissa toimitusketjussa. Työn tavoitteena on analysoida vastuullisen hankinnan mahdollisuuksia ja haasteita harvinaisten mineraalien, kuten litiumin, koboltin ja harvinaisten maametallien osalta. Aihe on ajankohtainen energiasiirtymän ja digitalisaation myötä kasvavan kysynnän vuoksi, ja tutkielma osallistuu tieteelliseen keskusteluun vastuullisista toimitusketjuista ja globaalista materiaalihallinnasta.

Tutkielma perustuu kirjallisuuskatsaukseen ja hyödyntää tieteellisiä malleja ja käsitteitä, kuten due diligence -periaatteita, toimitusketjujen läpinäkyvyyttä ja alavirran yritys vastuun roolia. Viitekehyksessä hyödynnetään lisäksi Goodhartin sääntöä selittämään vastuullisuusmittareihin liittyviä ongelmia. Tutkielma analysoi ajankohtaisia tieteellisiä artikkeleita ja kansainvälisiä sääntelydokumentteja tunnistaa parhaat käytännöt ja kehittämiskohteet.

Tulosten mukaan vastuullinen hankinta edellyttää sekä sitovaa sääntelyä että yritysten aktiivista roolia toimitusketjujen eettisyyden varmistamisessa. Teknologiset ratkaisut, kuten jäljitettävyyjärjestelmät, tarjoavat tukea, mutta eivät yksin ratkaise rakenteellisia vastuullisuuspuutteita. Tutkielma korostaa alavirran yritysten vastuuta ja tuo esiin tarpeen kehittää oikeudenmukaisempia kustannusten ja vastuiden jakomalleja globaaleissa toimitusketjuissa.

Avainsanat: Harvinaiset mineraalit, vastuullinen hankinta, toimitusketjut, due diligence, jäljitettävyys, alavirran yritykset, vastuullisuus, energiasiirtymä

Sisällysluettelo

1	Johdanto	5
2	Harvinaiset mineraalit ja niiden globaali vaikutus	7
2.1	Harvinaisten mineraalien vastuullisuushaasteet	7
2.2	Regulaatio harvinaisten mineraalien vastuullisessa hankinnassa	9
2.3	Vapaaehtoisuus vastuullisuuden ohjauksessa	10
3	Vastuullinen hankinta harvinaisten mineraalien toimitusketjuissa	12
3.1	Yritysten rooli vastuullisuudessa	12
3.2	Riskienhallinta ja due diligence käytännössä	13
3.3	Jäljitettävyys ja läpinäkyvyys toimitusketjuissa	14
3.4	Elinkaarianalyysi ja ympäristövaikutusten hallinta	15
3.5	Kiertotalous ja materiaalien uudelleenkäyttö	16
4	Synteesi ja Pohdinta	18
4.1	Teemojen välinen jännite	18
4.2	Vastuullisen hankinnan mahdollisuudet ja edellytykset harvinaisten mineraalien toimitusketjuissa	19
4.3	Yhteenveto ja johtopäätökset	20
	Lähteet	22

Taulukkoluetelo

2.1	Harvinaisten mineraalien käyttökohteet	8
-----	--	---

1 JOHDANTO

Kriittisten raaka-aineiden, kuten harvinaisten maametallien, koboltin ja litiumin, merkitys on kasvanut ratkaisevasti globaalien ympäristö- ja energiatavoitteiden vuoksi. Siirtymä vähähiilisiin teknologioihin – kuten sähköautoihin, aurinkopaneeleihin ja tuulivoimaan – on nostanut näiden materiaalien kysynnän ennennäkemättömälle tasolle. Ilman vakaata ja jatkuvaa pääsyä näihin resursseihin, siirtymä kohti kestävämpää energiataloutta ei ole toteutettavissa käytännössä (Sovacool, 2022). Samaan aikaan kriittisten materiaalien tuotantoketjut ovat monimutkaisia ja globaalisti hajautettuja (IRENA, 2023). Tämä tarkoittaa, että raaka-aineiden hankintaan liittyy monia ristikkäisiä taloudellisia, poliittisia ja ympäristöllisiä ulottuvuuksia, jotka tekevät vastuullisesta hankinnasta haastavan, mutta välttämättömän tavoitteen.

Yksi keskeinen ongelma liittyy siihen, missä ja miten näitä raaka-aineita tuotetaan. Monet kriittiset mineraalit louhitaan alueilla, joissa työolosuhteet ovat heikot ja ympäristösäätely vähäistä. Tämä voi johtaa sekä vakaviin ihmisoikeusloukkauksiin että mittaviin ekologiisiin vaikutuksiin, kuten veden pilaantumiseen ja maaperän köyhtymiseen (Ali 2014). Lisäksi tuotanto keskittyy usein harvoihin maihin, mikä lisää toimitusketjujen geopoliittista haavoittuvuutta. Esimerkiksi Kiinan ylivalta harvinaisten maametallien jalostuksessa tekee muista valtioista riippuvaisia sen poliittisista ja taloudellisista päätöksistä (Wang, Gaustad, Babbitt & Bailey, 2021). Tämä riippuvuus luo epävarmuutta, joka voi hidastaa tai estää ilmastotavoitteiden saavuttamista, mikäli materiaalien saatavuus vaarantuu.

Toimitusketjujen haavoittuvuus konkretisoitui erityisesti COVID-19-pandemian aikana. Pandemia aiheutti merkittäviä häiriöitä tuotantoon ja logistiikkaan, mikä paljasti kriittisten materiaalien toimitusketjujen rakenteellisen haurauden. Tuotantolaitoksia jouduttiin sulkemaan, kansainvälinen kuljetus häiriintyi, ja materiaalien hinnat nousivat rajusti. Kriisi osoitti, että nykyiset toimitusketjumallit eivät ole riittävän kestäviä globaalien sokkien edessä (Habib ym. 2021). Se myös alleviivasi tarvetta luoda läpinäkyvämpiä ja joustavampia järjestelmiä, joissa sekä toimitusvarmuus että vastuullisuus voivat toteutua samanaikaisesti.

Monet yritykset ovat kuitenkin edelleen tilanteessa, jossa niillä on vain rajallinen näkyvyys toimitusketjunsä alkupäähän. Raaka-aineiden alkuperää, tuotanto-olosuhteita ja käytettyjä työvoiman muotoja on vaikea jäljittää, mikä tekee vastuullisuuden todentamisesta monimutkaista. Tämä heikentää myös mahdollisuuksia reagoida vastuullisuusriskeihin ja kehittää korjaavia toimenpiteitä (Young, Dias & Zhe, 2019). Tällaisessa tilanteessa vastuullinen hankinta ei ole enää pelkästään eettinen tai maineeseen liittyvä kysymys, vaan se liittyy suoraan liiketoiminnan jatkuvuuteen, sääntelyn noudattamiseen ja pitkän aikavälin kilpailukykyyn.

Tässä tutkielmassa tarkastellaan kysymystä: Miten harvinaisten ja kriittisten mineraalien hankintaa voidaan toteuttaa vastuullisesti globaalissa toimitusketjussa? Tutkielman tavoitteena on ymmärtää vastuullisen hankinnan keskeiset periaatteet, arvioida toteutuksen esteitä ja mahdollisuuksia, sekä tarkastella, millaisia käytännön ratkaisuja ja teknologioita voidaan hyödyntää toimitusketjujen läpinäkyvyyden ja kestävyiden parantamiseksi.

Harvinaisiin mineraaleihin liittyvässä kirjallisuudessa esiintyy useita osittain päällekkäisiä käsitteitä, kuten kriittiset raaka-aineet (critical raw materials), harvinaiset maametallit (rare earth elements) ja strategiset mineraalit. Näillä termeillä on erilaisia painotuksia kontekstin mukaan. Harvinaiset maametallit viittaavat kemiallisesti määriteltyyn ryhmään 17 alkuainetta, joilla on erityisiä magneettisia ja optisia ominaisuuksia (Massari & Ruberti, 2013). Kriittiset raaka-aineet puolestaan ovat taloudellisesti ja teollisesti tärkeitä materiaaleja, joiden saatavuuteen liittyy merkittäviä riskejä. Kriittisyys ei siis perustu yksin mineraalin niukkuuteen vaan sen toiminnalliseen merkitykseen ja toimitusketjujen haavoittuvuuteen (European Commission, 2023). Strategisilla mineraaleilla viitataan usein erityisesti puolustusteollisuuden tai valtion turvallisuuden kannalta tärkeisiin raaka-aineisiin, ja niiden määrittely voi vaihdella valtioiden välillä (IEA, 2021). Tässä tutkielmassa käytän termiä **harvinaiset mineraalit**, jolla viitataan ryhmään raaka-aineita, kuten litium, koboltti, neodyymi ja muut harvinaiset maametallit, jotka ovat teknologisesti keskeisiä ja joiden tuotanto-olosuhteisiin tai saatavuuteen liittyy erityisiä yhteiskunnallisia, ympäristöllisiä tai geopoliittisia riskejä.

2 HARVINAISET MINERAALIT JA NIIDEN GLOBAALI VAIKUTUS

2.1 Harvinaisten mineraalien vastuullisuushaasteet

Harvinaiset mineraalit ovat nousseet kriittiseen asemaan globaalissa taloudessa, teknologisessa kehityksessä ja erityisesti ilmastonmuutoksen torjunnassa. Näillä materiaaleilla tarkoitetaan erityisesti harvinaisia maametalleja (REE, rare earth elements), kuten neodyymi, praseodyymi ja dysprosium, sekä muita teollisuudelle elintärkeitä metalleja kuten koboltti, litium, gallium ja indium. Niiden merkitys ei perustu määrään vaan toiminnalliseen välttämättömyyteen. Ilman näitä mineraaleja ei ole mahdollista valmistaa kestopäätteitä, joita tarvitaan esimerkiksi sähköautojen moottoreissa ja tuuliturbiinien generaattoreissa. Litiumin ja koboltin kohdalla kysymys on ennen kaikkea akkuteknologian perusmateriaaleista. Harvinaiset mineraalit ovat siten materiaallinen perusta energiasiirtymälle, ja niitä voidaan pitää vihreän teknologian hiljaisina kulmakivinä (Vidal, Goffé & Arndt, 2013).

Mineraalien kysynnän kasvu on ollut räjähdysmäistä, ja kansainväliset arviot viittaavat siihen, että esimerkiksi litiumin ja harvinaisten maametallien tarpeet voivat lisääntyä moninkertaisesti vuoteen 2040 mennessä, jos siirtymä uusiutuvaan energiaan toteutuu suunnitellusti (IEA, 2021). Vaikka tämä kehitys näyttää teknologisen kehityksen mahdollistajana, se tuo mukanaan huomattavia riskejä materiaalien saatavuuden, tuotannon kestävyys- ja globaalien oikeudenmukaisuuden näkökulmista. Harvinaisten mineraalien esiintymät ovat usein geologisesti hajallaan ja taloudellisesti hyödyntämiskelpoisia esiintymiä on vähän. Lisäksi näitä mineraaleja ei juuri koskaan louhita pääasiallisena tuotteena, vaan ne saadaan usein sivutuotteina muiden metallien kaivoksista, mikä tekee niiden tuotannosta erityisen haavoittuvaa äkillisille markkina- tai tuotantohäiriöille (Massari & Ruberti, 2013).

Tuotannon keskittyminen tiettyihin maihin on yksi suurimmista haasteista globaalien toimitusvarmuuden kannalta. Kiina on pitkään hallinnut harvinaisten maametallien tuotantoa ja erityisesti niiden jalostusta, vastaten yli 80 prosentista maailman REE-markkinoista (Wang, Gaustad, Babbitt & Bailey, 2021). Tämä tekee muista maista riippuvaisia Kiinan poliittisista ja taloudellisista päätöksistä, mikä on erityisesti länsimaissa herättänyt huolta strategisesta haavoittuvuudesta. Vastaavasti Kongon demokraattinen tasavalta on ylivoimaisesti suurin koboltintuottaja, mutta toiminta tapahtuu usein valvonnan ulkopuolella ja siihen liittyy lukuisia vastuullisuusongelmia. Nämä sisältävät muun muassa lapsityövoiman käyttöä, vaarallisia työolosuhteita ja vakavia ihmisoikeusloukkauksia, joita on dokumentoitu useissa kansainvälisissä selvityksissä (Amnesty International, 2016). Näin ollen mineraalien tuotanto ei ole pelkästään taloudellinen tai tekninen kysymys, vaan se on syvästi sidoksissa eettisiin ja poliittisiin kysymyksiin.

Harvinaisten mineraalien merkitys vähähiilisten teknologioiden ja modernin elektroniikan valmistuksessa perustuu niiden ainutlaatuisiin fyysisiin ja kemiallisiin ominaisuuksiin. Näitä mineraaleja, kuten litiumia, kobolttia ja neodyymiä, käytetään muun muassa akkujen, tuuliturbiinien ja kestopagneettien valmistuksessa. Tuotanto on kuitenkin maantieteellisesti keskittynyttä, mikä lisää toimitusketjujen haavoittuvuutta. Seuraava taulukko kokoaa yhteen keskeiset harvinaiset mineraalit, niiden tärkeimmät käyttökohteet ja pääasialliset tuotantomaat (IEA, 2021; Wang et al., 2021; Massari & Ruberti, 2013).

Table 1 Harvinaisten mineraalien käyttökohteet ja tuotantomaat (IEA (2021), Wang et al. (2021), Massari & Ruberti (2013))

Mineraali	Käyttökohteet	Suurimmat tuottajamaat
Neodyymi	Sähkömoottorit, tuuliturbiinit	Kiina
Litium	Akut, energian varastointi	Australia, Chile, Kiina
Koboltti	Akkujen katodit, elektroniikka	Kongo (DRC), Venäjä
Dysprosium	Kestomagneetit	Kiina
Gallium, indium	Näytöt, puolijohteet, aurinkopaneelit	Kiina, Etelä-Korea, Japani

Ympäristönäkökulmasta harvinaisten mineraalien kaivostoiminta aiheuttaa huomattavaa kuormitusta. Harvinaisten mineraalien louhinta ja jalostus tuottavat usein suuria määriä jätettä, joka sisältää myrkyllisiä aineita ja jopa radioaktiivisia yhdisteitä. Erityisesti Kiinassa ja Mongoliassa on raportoitu maaperän ja vesistöjen saastumista sekä maankäytön laajoja häiriöitä, jotka vaikuttavat sekä luontoon että paikallisyhteisöihin (Ali, 2014). Näiden vaikutusten mittakaava korostaa vastuullisen tuotannon ja valvonnan tarvetta, mutta myös sitä epätasapainoa, jossa materiaalinen hyöty kertyy usein globaaleille pohjoisen teollisuusmaille ja haitat jäävät tuotantomaiden kannettavaksi. Tämä epäsuhta nostaa esiin kysymyksiä globaalista oikeudenmukaisuudesta ja vastuusta vihreän siirtymän kustannusten jakautumisessa.

Tulevaisuutta tarkasteltaessa harvinaisten mineraalien tuotantoon kohdistuu monia paineita ja risiriitaisia odotuksia. Yhtäältä siirtymä vähähiiliseen talouteen edellyttää mittavaa tuotannon kasvattamista. Toisaalta kestävyuden näkökulmasta on selvää, että nykyinen toimintamalli ei voi jatkua ilman merkittäviä uudistuksia. Näitä voivat olla kierrätyksen lisääminen, vaihtoehtoisten materiaalien kehittäminen ja tuotannon vastuullisuuden parantaminen koko arvoketjun tasolla. Tutkimus ja innovaatiot esimerkiksi kobolttittomien akkujen tai synteettisten kestopagneettien osalta voivat lieventää riippuvuutta tietyistä materiaaleista, mutta niiden käyttöönotto vie aikaa ja vaatii rinnalleen vahvaa materiaalipolitiikkaa. Ilman strategista otetta saatavuuteen ja vastuullisuuteen liittyvät riskit voivat muodostua esteiksi energiasiirtymän tavoitteille.

2.2 Regulaatio harvinaisten mineraalien vastuullisessa hankinnassa

Harvinaisten mineraalien tuotantoon liittyvien eettisten, ympäristöllisten ja geopoliittisten ongelmien takia mineraalien vastuullista hankintaa on pyritty ohjaamaan yhä tiukemman sääntelyn kautta. Koska vapaaehtoiset vastuullisuusohjelmat eivät ole riittäneet ratkaisemaan tuotantoon liittyviä haittoja, kuten ihmisoikeusloukkauksia tai luonnonvarojen ylikäyttöä, kansainväliset instituutiot ja alueelliset toimijat ovat kehittäneet useita poliittisia ja oikeudellisia kehyksiä toimitusketjujen vastuullisuuden parantamiseksi (OECD, 2016).

Kansainvälisesti keskeinen sääntelykehys on OECD:n Due Diligence Guidance for Responsible Supply Chains of Minerals from Conflict-Affected and High-Risk Areas. Ohjeistus tarjoaa yrityksille viisiportaisen viitekehyksen, jonka avulla ne voivat tunnistaa ja ehkäistä haitallisia vaikutuksia mineraalien toimitusketjuissaan. Vaikka kyseessä ei ole oikeudellisesti sitova säädös, ohjeistus toimii globaalina standardina ja sen suosituksia on sisällytetty osaksi kansallista lainsäädäntöä useissa maissa (OECD, 2016).

Euroopan unioni on vastannut vastuullisuushaasteisiin säädöksillä, jotka koskevat sekä yritysten raportointivastuita että raaka-aineiden strategista hallintaa. Vuonna 2023 julkaistu Critical Raw Materials Act (CRMA) pyrkii vahvistamaan EU:n omavaraisuutta ja resilienssiä harvinaisten mineraalien saatavuudessa sekä edistämään vastuullisia toimitusketjuja (European Commission, 2023). Samalla Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) asettaa suuryrityksille velvoitteen raportoida muun muassa ympäristö- ja ihmisoikeusvaikutuksista koko toimitusketjussaan. CSRD:n tavoitteena on lisätä vastuullisuuden läpinäkyvyyttä ja yhdenmukaistaa raportointikäytäntöjä (European Parliament & Council, 2022).

Yhdysvalloissa keskeinen regulaatio on Dodd-Frank Actin pykälä 1502, joka velvoittaa julkisesti noteerattuja yrityksiä selvittämään, sisältävätkö niiden tuotteet ns. konfliktimineraaleja (tina, tantaali, volframi ja kulta) Kongon demokraattisesta tasavallasta tai sen naapurimaista (U.S. Securities and Exchange Commission, 2012). Vaikka tämä sääntely ei kata kaikkia harvinaisia mineraaleja, se on merkittävä esimerkki yrityksiä sitovasta lainsäädännöstä, jossa toimitusketjujen vastuullisuus liitetään suoraan rahoitusmarkkinoihin ja sijoittajainformaatioon.

Lisäksi Yhdistyneiden kansakuntien (YK) ohjaavat periaatteet yritystoiminnasta ja ihmisoikeuksista (UNGP) muodostavat moraalisen ja käytännöllisen viitekehyksen, jonka mukaan yritysten tulee kunnioittaa ihmisoikeuksia omassa toiminnassaan ja toimitusketjuissaan (United Nations, 2011). Vaikka UNGP ei ole oikeudellisesti velvoittava, se toimii perustana monille muille sääntelyaloitteille ja yritysten vastuullisuuslinjauksille. Kansainvälisen työjärjestön (ILO) yleissopimukset täydentävät tätä viitekehystä erityisesti lapsityön ja pakkotyön kieltojen osalta (ILO, 1999).

Vaikka sääntelykehyksiä on olemassa useita, niiden käytännön vaikuttavuus riippuu suuresti toimeenpanosta, valvonnasta ja yritysten sitoutumisesta. Useimmat kansainväliset ohjeistukset ovat edelleen luonteeltaan suosituksia, eivätkä sisällä sanktioita rikkomuksista. Lisäksi tiedon saatavuus

ja raportointikäytännöt vaihtelevat merkittävästi eri maiden ja yritysten välillä. Tämä tekee vastuullisuuden arvioinnista vaikeaa ja heikentää vertailtavuutta (OECD, 2023).

Sääntelykehysten kehittäminen on kuitenkin välttämätöntä, sillä ilman selkeitä pelisääntöjä ja läpinäkyvää ohjausta vastuullisuus jää helposti markkinoiden ehdoilla toimivien yritysten vapaaehtoisuuden varaan. Kansainvälisesti koordinoitu, valvottava ja käytännössä sovellettava sääntely on keskeinen edellytys kestävän ja oikeudenmukaisen harvinaisten mineraalien tuotannon turvaamiseksi.

Tässä yhteydessä on syytä huomioida myös Goodhartsin säännön (engl. Goodhart's Law) merkitys sääntelyn vaikuttavuuden arvioinnissa. Säännön mukaan mikä tahansa tilastollinen säännönmukaisuus lakkaa olemasta luotettava, kun sitä aletaan käyttää ohjauksen tai valvonnan välineenä (Goodhart, 1975) Tämä tarkoittaa, että kun yritysten vastuullisuutta mitataan tietyillä indikaattoreilla tai raportointikriteereillä, on vaarana, että nämä mittarit muuttuvat itse tavoitteiksi. Yritykset saattavat pyrkiä näyttämään vastuullisilta täyttämällä ulkoisia vaatimuksia muodollisesti, vaikka todelliset toimintatavat eivät muuttuisi. Tämä johtaa helposti tilanteeseen, jossa vastuullisuus kaventuu pelkäsi raportointiharjoitukseksi, eikä aidoksi muutokseksi. Tämän vuoksi sääntelykehysten suunnittelussa tulisi kiinnittää huomiota, ettei mittareista tule tärkeämpiä kuin itse vastuullisuuden perimmäinen tarkoitus.

2.3 Vapaaehtoisuus vastuullisuuden ohjauksessa

Monet vastuullisen mineraalihankinnan käytännöt perustuvat yhä vapaaehtoisuuteen, mikä on sekä vahvuus että heikkous. Yritykset voivat omaehtoisesti sitoutua erilaisiin vastuullisuusaloitteisiin, kuten OECD:n due diligence -ohjeistukseen, YK:n ohjaaviin periaatteisiin tai alan sisäisiin sertifiointijärjestelmiin, kuten Responsible Minerals Initiative (RMI) -ohjelmaan. Vapaaehtoisuus mahdollistaa nopean reagoinnin ja joustavan soveltamisen, mutta se jättää vastuullisuuden toteutumisen pitkälti yritysten omaan harkintaan (OECD, 2023). Tämä johtaa vaihtelevaan tasoon: osa yrityksistä raportoi avoimesti ja kehittää aktiivisesti eettisiä käytäntöjä, kun taas toiset jättävät vastuullisuuden täysin huomiotta.

Tutkimusten mukaan vapaaehtoisuuteen perustuvat järjestelmät ovat usein riittämättömiä monimutkaisten toimitusketjujen hallintaan, erityisesti silloin, kun toiminta ulottuu korkean riskin alueille, joissa ei ole toimivaa sääntely- tai valvontajärjestelmää (Young et al., 2019). Tällaisissa tapauksissa riskit, kuten lapsityö, ympäristön saastuminen tai yhteisöjen oikeuksien polkeminen, jäävät helposti piiloon. Lisäksi vapaaehtoisuus ei poista kaupallista painetta kustannusten minimoimiseen, mikä voi johtaa vastuullisuusnäkökohtien sivuuttamiseen kilpailuetujen tavoittelussa.

Vapaaehtoisten toimien vaikuttavuutta heikentää myös tiedon puute. Monet yritykset eivät tunne toimitusketjunsä alkupäätä riittävästi, eivätkä pysty arvioimaan materiaalien alkuperään liittyviä riskejä. Ilman ulkoista valvontaa tai sitovia velvoitteita vastuullisuus jää helposti markkinoinnin tasolle, eikä tuota todellisia parannuksia tuotanto-olosuhteisiin (Sovacool et al., 2022).

Vaikka vapaaehtoisuus voi toimia täydentävänä mekanismina sitovan sääntelyn rinnalla, se ei yksin riitä takaamaan harvinaisten mineraalien vastuullista hankintaa. Vapaaehtoiset aloitteet voivat parhaimmillaan valmistaa yrityksiä tulevaan sääntelyyn ja edistää alan sisäistä normin muutosta, mutta pitkällä aikavälillä tarvitaan kansainvälisesti koordinoitua ja valvottavaa sääntelykehystä, jotta vastuullisuus toteutuu yhdenvertaisesti koko arvoketjussa (OECD, 2023).

3 VASTUULLINEN HANKINTA HARVINAISTEN MINERAALIEN TOIMITUSKETJUISSA

3.1 Yritysten rooli vastuullisuudessa

Vastuullinen hankinta viittaa yritysten ja muiden organisaatioiden pyrkimykseen varmistaa, että tuotteiden tai raaka-aineiden hankintaan ei liity vakavia ympäristöhaittoja, ihmisoikeusloukkauksia tai korruptiota. Se perustuu ajatukseen siitä, että yritysvastuu ulottuu omien rajojen ulkopuolelle koko toimitusketjun kattavaksi kokonaisuudeksi. Vastuullisuus hankinnassa voi ilmetä esimerkiksi läpinäkyvyyden lisäämisellä, toimittajien valvontana, ympäristövaikutusten vähentämisenä tai eettisten ohjeistusten käyttöönottona. Harvinaisten mineraalien kohdalla nämä kysymykset nousevat keskiöön erityisellä painoarvolla, sillä niiden tuotantoon liittyy monimutkainen yhdistelmä ekologisia, sosiaalisia ja geopoliittisia riskejä (Young, Dias & Zhe, 2019).

Harvinaisten mineraalien toimitusketjut ovat rakenteeltaan erityisen haastavia. Tyypillisesti niiden alkupää, eli kaivostoiminta ja jalostus, tapahtuu matalan sääntelytason maissa, joissa ympäristönsuojelu ja työolosuhteet voivat olla puutteellisia. Tuotannon eri vaiheet – louhinta, jalostus, logistiikka ja komponenttivalmistus – ovat hajautuneet useille mantereille, ja lopputuotteet päätyvät monesti korkean teknologian yrityksille globaalin pohjoisen markkinoilla. Tämä globaali hajautuminen tekee toimitusketjuista läpinäkymättömiä ja vaikeasti hallittavia (Sovacool, Ali & Bazilian, 2022). Esimerkiksi yksittäinen teknologiayritys voi olla useiden välikäsien päässä kaivoksesta, josta sen tuotteessa käytetty koboltti tai neodyymi on peräisin, eikä yrityksellä ole välttämättä suoraa tietoa siitä, missä olosuhteissa mineraali on tuotettu. Vaikka nämä ns. alavirran toimijat eivät ole suoraan vastuussa kaivostoiminnasta, niillä on merkittävä vaikutus koko toimitusketjun vastuullisuuteen. Cao, Sharmina ja Cuéllar-Franca (2024) korostavat, että esimerkiksi teknologia- ja akkuyritykset voivat hyödyntää ostovoimaansa ja asemaansa painostaakseen toimittajiaan läpinäkyvämpiin ja eettisempiin toimintatapoihin. Tällainen vaikutusvalta voi kanavoitua käytännössä esimerkiksi auditointien, vastuullisuusstandardien ja jäljitettävyyttä tukevien teknologioiden käyttöönottoon. Näin alavirran yrityksistä muodostuu keskeisiä toimijoita vastuullisen hankinnan toteuttamisessa, vaikka ne eivät itse ole osia materiaalien fyysisistä tuotantoa.

Vastuullisen hankinnan erityispiirteisiin kuuluu myös se, että monet harvinaiset mineraalit eivät ole kaupallisesti merkittäviä volyymituotteita, mutta teknologisesti ne ovat täysin korvaamattomia. Tämä asettaa hankinnalle strategista painoarvoa: yksittäinen toimituskatkos, poliittinen päätös tai ympäristövahinko voi vaikuttaa koko arvoketjun toimintaan. Kysyntä on usein keskittynyttä, mutta tarjonta on riippuvaista epävakaaista tuotantoalueista. Tällaisessa kontekstissa vastuullinen hankinta ei ole ainoastaan moraalinen valinta vaan myös kriittinen osa riskienhallintaa ja toimitusvarmuuden turvaamista (Eggert, 2021).

Lisäksi harvinaisiin mineraaleihin liittyvä vastuullisuus ei rajoitu vain raaka-aineen alkuperään, vaan se ulottuu myös siihen, miten mineraalia käytetään ja mitä tapahtuu sen elinkaaren lopussa. Onko raaka-aine kierrätettävissä? Voidaanko sen käyttöä vähentää? Voidaanko mineraalia korvata jollain toisella vähemmän ongelmallisella vaihtoehdolla? Nämä kysymykset ovat osa laajempaa vastuullisen hankinnan kokonaisuutta, jossa huomioidaan ympäristöllinen, sosiaalinen ja taloudellinen kestävyys yhtä aikaa (Vahidi, Aitchison & Zhao, 2021).

Vastuullisen hankinnan periaatteet ovat siis laajasti tunnistettuja, mutta niiden soveltaminen harvinaisten mineraalien toimitusketjuihin edellyttää erityisiä työkaluja ja prosesseja. Jotta vastuullisuus voisi toteutua käytännössä, yritysten on kyettävä tunnistamaan, arvioimaan ja hallitsemaan mineraalihankintaan liittyviä riskejä – sekä reagoimaan niihin läpinäkyvästi. Seuraavassa alaluvussa tarkastellaan, miten tätä riskienhallintaa pyritään toteuttamaan käytännössä, erityisesti kansainvälisten due diligence -ohjeistusten valossa.

3.2 Riskienhallinta ja due diligence käytännössä

Vastuullisen hankinnan toteuttaminen edellyttää systemaattista riskienhallintaa, erityisesti harvinaisten mineraalien kaltaisilla aloilla, joissa toimitusketjut ovat monimutkaisia ja riskit keskittyvät ketjun alkupäähän. Riskienhallinta tässä kontekstissa tarkoittaa toimia, joilla yritys tunnistaa ja arvioi toimintansa mahdolliset kielteiset vaikutukset – erityisesti ihmisoikeuksiin, ympäristöön ja eettisiin liiketoimintakäytäntöihin liittyvät riskit – ja ryhtyy konkreettisiin toimiin niiden ehkäisemiseksi ja lieventämiseksi (OECD, 2016).

Keskeinen viitekehys vastuulliselle riskienhallinnalle on OECD:n due diligence -ohjeistus, joka on suunniteltu erityisesti mineraalien toimitusketjuihin korkean riskin alueilla. Ohjeistus rakentuu viiden vaiheen mallille: (1) yrityksen vastuullisuuspolitiikan laatiminen ja sisällyttäminen johdon järjestelmiin, (2) riskien kartoittaminen toimitusketjussa, (3) riskien ehkäisy tai lieventäminen, (4) toiminnan seuraaminen ja tulosten arviointi, ja (5) julkinen raportointi (OECD, 2016). Vaikka ohjeistus ei ole oikeudellisesti sitova, sitä käytetään laajasti globaalina standardina vastuullisuuden arvioinnissa ja se toimii perustana esimerkiksi EU:n ja Yhdysvaltojen mineraalisääntelylle.

Riskien tyyppi vaihtelee riippuen mineraalista, maantieteellisestä sijainnista ja tuotantomuodosta. Yleisimpiä riskejä ovat lapsityövoiman käyttö, pakkotyö, kaivostoiminnan aiheuttama ympäristön pilaantuminen, alkuperäiskansojen oikeuksien loukkaukset sekä lahjonta ja korruptio (Smit et al., 2020). Esimerkiksi Kongon demokraattisessa tasavallassa toimiva käsin tehtävä koboltin pienkaivos-toiminta on toistuvasti yhdistetty lapsityövoimaan ja hengenvaarallisiin työolosuhteisiin (Banza Lubaba Nkulu et al., 2018). Tällaiset riskit ovat vaikeita havaita ilman syvällistä toimitusketjuanalyysia ja säännöllistä valvontaa.

Yritykset soveltavat due diligence -periaatteita käytännössä monin tavoin. Joillain toimijoilla on omat toimittajakohtaiset auditointimallinsa, kun taas toiset hyödyntävät kolmannen osapuolen järjestelmiä, kuten Responsible Minerals Assurance Process (RMAP) tai IRMA (Initiative for Responsible Mining Assurance). Näiden järjestelmien kautta voidaan varmentaa, että tuotantopaikka täyttää tietyt vastuullisuuskriteerit. Auditointien ja tarkistusten toteuttaminen koko arvoketjun läpi on kuitenkin kallista ja ajallisesti raskasta, eikä pienillä yrityksillä ole aina resursseja vaadittavaan syvyyteen (Sovacool et al., 2022).

Schleperin ym. (2022) tutkimus osoittaa, että nykyiset due diligence -käytännöt voivat johtaa siihen, että kustannukset siirtyvät epäoikeudenmukaisesti toimitusketjun alkupäähän, erityisesti pienille kaivostoimijoille ja jalostajille. Tämä epätasainen kustannusten jakautuminen voi heikentää vastuullisuusaloitteiden tehokkuutta ja jopa pahentaa olemassa olevia ongelmia, kuten pakkotyötä ja lapsityövoiman käyttöä. Tutkimus korostaa tarvetta kehittää oikeudenmukaisempia kustannusten jakomekanismeja, jotka huomioivat toimitusketjun eri toimijoiden resurssit ja vaikutusmahdollisuudet.

Riskienhallinnan suurin haaste on edelleen toimitusketjujen näkyvyys. Useimmilla yrityksillä on hyvä käsitys välittömistä toimittajistaan, mutta tieto katoaa nopeasti toiselle ja kolmannelle tasolle siirryttäessä. Tämä rakenteellinen läpinäkymättömyys vaikeuttaa tehokasta due diligence -prosessia ja voi johtaa vastuullisuuspuutteiden jäämiseen piiloon (Young et al., 2019). Tämän vuoksi yhä useampi kansainvälinen aloite ja regulaatiokehys painottaa sitä, että yritysvastuu ei rajoitu suoriin sopimuskumppaneihin, vaan ulottuu koko toimitusketjuun.

3.3 Jäljitettävyys ja läpinäkyvyys toimitusketjuissa

Jäljitettävyys on keskeinen osa vastuullista hankintaa, erityisesti silloin, kun raaka-aineisiin liittyy merkittäviä sosiaalisia ja ympäristöllisiä riskejä. Harvinaisten mineraalien kohdalla tämä korostuu, koska toimitusketjut ovat pitkät, hajautuneet ja usein epäselvästi dokumentoituja. Jäljitettävyyden tavoitteena on saada tarkkaa tietoa mineraalien alkuperästä ja tuotantoprosesseista – missä ja millä ehdoilla mineraali on louhittu, kuljetettu ja jalostettu. Tämä tieto on olennaista riskienhallinnan kannalta, sillä ilman läpinäkyvyyttä vastuullisuuden todentaminen on käytännössä mahdotonta (Young, Dias & Zhe, 2019).

Läpinäkyvyyttä voidaan edistää monin keinoin. Yksi perinteisimmistä tavoista on sertifiointi kolmannen osapuolen toimesta, esimerkiksi Responsible Minerals Initiative (RMI) -ohjelman tai Initiative for Responsible Mining Assurance (IRMA) -standardin mukaisesti. Nämä järjestelmät pyrkivät varmentamaan, että tietyt tuotantolaitokset tai kaivokset täyttävät vastuullisuuden vähimmäisvaatimukset. Sertifiointin kattavuus ja valvonnan luotettavuus vaihtelevat kuitenkin toimijasta riippuen, ja monet niistä painottuvat suurempiin kaivoshankkeisiin, jolloin pienkaivostoiminta jää usein ulkopuolelle (Sovacool, Ali & Bazilian, 2022).

Teknologian kehitys on tuonut uusia mahdollisuuksia toimitusketjujen läpinäkyvyyden parantamiseen. Erityisesti lohkoketjuteknologiaa on testattu mineraalien jäljitettävyyden välineenä. Lohkoketjut mahdollistavat muuttumattoman ja hajautetun tietokannan rakentamisen, jossa eri toimijat voivat kirjata mineraalien liikkumista ilman keskitettyä valvontaa. Tämä voi lisätä luottamusta ja vähentää väärentämisen riskiä toimitusketjussa (Östensson & Löf, 2017). Käytännössä lohkoketjupohjaisia järjestelmiä on kuitenkin otettu käyttöön toistaiseksi vain rajatusti, ja niiden käyttöönottoon liittyy merkittäviä haasteita, kuten yhteensopivuus, kustannukset ja paikallisen infrastruktuurin puute (Ma et al., 2021).

Toinen teknologinen lähestymistapa on digitaalisten passien ja QR-koodien hyödyntäminen, joiden avulla voidaan antaa tuotekohtaista tietoa raaka-aineen alkuperästä ja käsittelystä. Nämä järjestelmät soveltuvat erityisesti kuluttajatuotteisiin, kuten älypuheliiniin tai sähköautojen akkuihin, joissa kuluttajapainetta vastuullisuudelle on enemmän. Digitaaliset ratkaisut voivat myös helpottaa yritysten vastuullisuusraportointia ja sääntelyvaatimusten täyttämistä (Jebaraj et al., 2023).

On kuitenkin tärkeää huomata, että jäljitettävyyden toteuttaminen ei ole pelkkä tekninen tai logistinen kysymys. Se vaatii myös toimittajien yhteistyötä, poliittista tahtoa ja yhtenäisiä standardeja. Etenkin harvinaisten mineraalien kaltaisilla aloilla, joissa osa tuotannosta tapahtuu epävirallisissa tai heikosti valvotuissa oloissa, teknologia ei yksin riitä ratkaisemaan läpinäkyvyyden ongelmaa. Tarviin yhdistelmä oikeudellisia velvoitteita, yhteisiä käytäntöjä ja toimivaa valvontaa.

3.4 Elinkaarianalyysi ja ympäristövaikutusten hallinta

Vastuullisessa hankinnassa ympäristövaikutusten arviointi ei voi rajoittua pelkästään tuotteen valmistusvaiheeseen, vaan sen tulee kattaa koko toimitusketju – raaka-aineen louhinnasta käytön jälkeiseen vaiheeseen saakka. Elinkaarianalyysi (Life Cycle Assessment, LCA) on tähän tarkoitukseen kehitetty menetelmä, jonka avulla voidaan tarkastella tuotteen tai prosessin ympäristövaikutuksia koko sen elinkaaren ajalta. Harvinaisten mineraalien kohdalla LCA on keskeinen työkalu, koska mineraalien tuotanto on usein materiaalitehotonta, energiantensiivistä ja paikallisesti kuormittavaa (Sonderegger et al., 2020).

Harvinaisten mineraalien ympäristövaikutukset vaihtelevat huomattavasti riippuen mineraalista, esiintymästä ja tuotantotekniikasta. Esimerkiksi neodyymin ja muiden harvinaisten maametallien louhinta ja jalostus tuottavat merkittäviä määriä haitallisia jätteitä, jotka voivat sisältää raskasmetalleja ja radioaktiivisia yhdisteitä. Monet esiintymät sijaitsevat biologisesti monimuotoisilla alueilla, joissa kaivostoiminta voi aiheuttaa pysyviä vahinkoja ekosysteemeille (Ali, 2014). LCA mahdollistaa näiden vaikutusten kvantifioinnin ja vertaamisen muihin vaihtoehtoihin, mikä tukee vastuullisempaa päätöksentekoa hankinnan ja suunnittelun tasolla.

Yksi suurimmista haasteista LCA:n soveltamisessa harvinaisiin mineraaleihin on datan saatavuus. Monet toimitusketjun alkupään toiminnot tapahtuvat maissa, joissa ympäristötiedon keruu on puutteellista tai läpinäkymätöntä. Lisäksi harvinaiset mineraalit ovat usein sivutuotteita muiden metallien tuotannosta, jolloin niille ei ole olemassa omaa, suoraan mitattua ympäristöjalanjälkeä (Vahidi, Aitchison & Zhao, 2021). Tämä johtaa usein siihen, että LCA-laskelmat perustuvat keskiarvoihin tai mallinnuksiin, jotka eivät välttämättä kuvaa tarkasti yksittäisten hankintapäätösten vaikutuksia.

LCA:n tulkintaan liittyy myös metodologisia eroja. Esimerkiksi resurssien ehtymistä voidaan arvioida eri tavoin: painottaako analyysi fyysistä niukkuutta, tuotannon energiankulutusta vai taloudellista saatavuutta? Nämä näkökulmat johtavat usein erilaiseen arvottamiseen siitä, mikä mineraali on "kestävämpi" valinta (Sonderegger et al., 2020). Harvinaisten mineraalien kohdalla ei ole vielä vakiintunutta tapaa, jolla elinkaarivaikutuksia tulisi kuvata vastuullisuusraportoinnissa, mikä heikentää LCA:n vertailtavuutta eri toimijoiden välillä.

Tästä huolimatta LCA:lla on tärkeä rooli vastuullisen hankinnan kehittämässä. Se auttaa yrityksiä tunnistamaan suurimmat ympäristövaikutusten lähteet ja priorisoimaan toimia niiden vähentämiseksi. LCA myös mahdollistaa vaihtoehtoisten materiaalien arvioinnin teknisten ja ympäristöllisten reunaehtojen puitteissa. Esimerkiksi akkukemian muutokset, kuten koboltin korvaaminen, voivat perustua elinkaaritarkasteluihin, joissa arvioidaan sekä suorituskyky että ympäristökuorma (Nassar & Graedel, 2020).

3.5 Kiertotalous ja materiaalien uudelleenkäyttö

Kiertotalous tarjoaa lupaavan lähestymistavan vastuullisen hankinnan kehittämiseen, erityisesti harvinaisten mineraalien kohdalla, joiden primäärituotantoon liittyy merkittäviä ympäristö- ja ihmisoikeusriskejä. Kiertotalouden perusajatus on siirtymä lineaarisesta ”ota–valmista–heitä pois” -mallista kohti järjestelmää, jossa tuotteet, materiaalit ja raaka-aineet pysyvät kierrossa mahdollisimman pitkään, ja jätteet sekä hukka minimoidaan (Reuter et al., 2019). Harvinaisten mineraalien kierrättäminen ja uudelleenkäyttö voivat siten vähentää riippuvuutta uusista louhituista resursseista ja samalla pienentää tuotantoon liittyviä kielteisiä vaikutuksia.

Vaikka harvinaisten mineraalien kierrätyspotentialiaali on teknisesti tunnistettu, sen hyödyntäminen on edelleen rajallista. Monet näistä materiaaleista esiintyvät lopputuotteissa pieninä pitoisuuksina, osana monimutkaisia komponentteja. Esimerkiksi neodyymi, praseodyymi ja dysprosium ovat usein integroituna kestmagneetteihin, joita löytyy muun muassa kovalevyistä ja sähkömoottoreista. Näiden metallien tehokas talteenotto edellyttää kehittyneitä teknologioita ja tarkasti suunniteltua tuotemuotoilua, joka mahdollistaa purkamisen ja erottelun (Glöser-Chahoud et al., 2021). Toistaiseksi useimmat tällaiset laitteet päätyvät sekajätteeksi tai energiakäyttöön, jolloin arvokkaat materiaalit menetetään.

Yksi kierrätyksen esteistä on myös taloudellinen: harvinaisten mineraalien hinta ei aina riitä tekemään niiden talteenotosta kannattavaa. Lisäksi markkinoilla on epävarmuutta kierrätetyn materiaalin laadusta ja toimitusvarmuudesta. Tästä syystä kiertotalouden edistäminen edellyttää paitsi teknologista kehitystä myös poliittista ohjausta ja liiketoimintamallien muutosta (Peiró et al., 2013). Esimerkiksi tuotesuunnittelussa voidaan soveltaa ”design for recycling” -periaatteita, joiden avulla laitteet tehdään helpommin purettaviksi ja materiaalit eroteltaviksi. Samalla tarvitaan kannustimia kierrätyksen infrastruktuurin rakentamiseksi ja kierrätetyn materiaalin kysynnän kasvattamiseksi.

Urban mining eli niin sanottu kaupunkikaivostoiminta tarjoaa yhden keinon harvinaisten mineraalien kierrättämiseen. Tämä tarkoittaa materiaalien talteenottoa käytöstä poistuneista tuotteista, rakennuksista ja infrastruktuureista. Elektroninen jäte, kuten vanhat älypuhelimet, akut ja kodinkoneet, sisältää usein merkittäviä määriä harvinaisia ja kriittisiä metalleja, joita voidaan periaatteessa hyödyntää uudelleen (Reuter ym. 2019). Käytännössä kuitenkin logistiikka, lajittelu ja puhdistusprosessi voivat tehdä urban miningista haastavan toteuttaa kustannustehokkaasti ilman julkista tukea tai sääntelyohjausta.

Vaikka kiertotalouden täysi potentiaali ei vielä toteudu harvinaisten mineraalien kohdalla, se on tärkeä osa pitkäjänteistä vastuullisuusstrategiaa. Kierrätyksen ja uudelleenkäytön avulla voidaan vähentää luonnonvarojen kulutusta, pienentää ympäristövaikutuksia ja parantaa toimitusvarmuutta muuttuvassa geopolitisessä ympäristössä.

4 SYNTEESI JA POHDINTA

Vastuullinen hankinta harvinaisten mineraalien toimitusketjuissa on osoittautunut monikerroksiseksi kokonaisuudeksi, jossa kytkeytyvät yhteen raaka-aineiden fyysinen saatavuus, globaali oikeudenmukaisuus, teknologinen kehitys ja kestävän kehityksen tavoitteet. Aiemmissä luvuissa käsiteltiin näitä teemoja osittain erillisinä näkökulmina: harvinaisten mineraalien kriittinen merkitys teknologialle ja energiasiirtymälle, tuotannon keskittymisestä aiheutuvat toimitusketjuriskit, sääntelyn ja due diligence -menettelyjen kehitys, jäljitettävyyden teknologiat sekä kiertotalouden ja elinkaariajattelun rooli vastuullisuuden rakentamisessa. Nyt siirrytään vaiheeseen, jossa näitä elementtejä tarkastellaan yhdessä.

Tutkielman keskeinen tutkimuskysymys – miten harvinaisten ja kriittisten metallien hankintaa voidaan toteuttaa vastuullisesti globaalissa toimitusketjussa – ei saa yksiselitteistä vastausta yksittäisestä lähteestä tai teoriasta. Sen sijaan kirjallisuus osoittaa, että vastuullinen hankinta rakentuu useiden samanaikaisten tekijöiden varaan, joiden yhteisvaikutus ratkaisee lopputuloksen. Vaikka periaatteet ovat olemassa ja monet yritykset sekä kansainväliset instituutiot pyrkivät aktiivisesti kehittämään vastuullisia käytäntöjä, käytännön toteutus on edelleen hajanaista ja monilta osin riittämätöntä. Tämä herättää tarpeen tarkastella tarkemmin, miten eri lähteet keskustelevat keskenään, missä painotukset eroavat ja mitkä ovat ne rakenteelliset esteet, jotka selittävät vastuullisuuden haasteita.

4.1 Teemojen välinen jännite

Yksi selkeimmistä kirjallisuudessa toistuvista havainnoista on vastuullisuuden ja saatavuuden välinen jännite. Toisaalta harvinaiset mineraalit nähdään välttämättöminä vihreän siirtymän onnistumiselle – ilman neodyymiä, kobolttia tai litiumia ei rakenneta sähköautojen akkuja eikä tuuliturbiineja (Sovacool, Ali & Bazilian, 2022). Toisaalta näiden materiaalien tuotanto tapahtuu usein olosuhteissa, joissa ympäristövaikutukset ja ihmisoikeusriskit ovat merkittäviä. Esimerkiksi Kongon demokraattisessa tasavallassa tapahtuva koboltin pienkaivostoiminta on yhdistetty toistuvasti lapsityöhön ja vaarallisiin työolosuhteisiin (Banza Lubaba Nkulu et al., 2018). Tämä tekee vastuullisesta hankinnasta paradoksaalisen tehtävän: materiaalit, joiden avulla pyritään kohti kestävämpää tulevaisuutta, tuotetaan tavoilla, jotka eivät ole kestävän kehityksen mukaisia.

Lähteet jakautuvat sen suhteen, missä määrin vastuullisuuden ongelmat nähdään teknisinä tai rakenteellisina. Useat tutkimukset, kuten Ma, Kang ja Zheng (2021), korostavat teknologisten ratkaisujen, kuten lohkoketjujen, potentiaalia toimitusketjujen läpinäkyvyyden parantamisessa. Heidän mukaansa jäljitettävyyttä voidaan rakentaa järjestelmällisesti, jos yritykset ja toimittajat sitoutuvat samoihin standardeihin. Vastaavasti digitaaliset työkalut voivat helpottaa auditointia ja raportointia. Samalla kuitenkin Young, Dias ja Zhe (2019) esittävät kriittisemmän näkemyksen: vastuullisuuden

ongelmat johtuvat pikemminkin siitä, että toimitusketjut ovat rakenteellisesti hajautettuja ja monitasoisia – eikä niitä hallita yritysten omilla työkaluilla. Teknologialla on roolinsa, mutta se ei poista poliittisten olosuhteiden tai taloudellisten kannustimien merkitystä.

Tämä näkemysero heijastuu myös siihen, miten vastuullisuuden kehityspolkua hahmotellaan. Teknologiaorientoituneet lähteet painottavat tehokkuuden lisäämistä ja datan hyödyntämistä, kun taas rakenteelliseen muutokseen keskittyvät kirjoittajat, kuten Sovacool et al. (2022) peräänkuuluttavat yhteiskunnallista vastuuta ja sääntelyn vahvistamista. Oma näkemykseni on, että nämä näkökulmat eivät ole toistensa vastakohtia, vaan täydentäviä. Teknologia voi tarjota keinoja, mutta ilman poliittista ohjausta ja sääntelyä se jää helposti vapaaehtoisten käytäntöjen varaan, joiden vaikutus on rajallinen. Kysymys ei ole siitä, pitäisikö luottaa enemmän yrityksiin vai instituutioihin, vaan siitä, miten nämä toimijat saadaan koordinoimaan vastuullisuustyötä yhdessä.

Lisäksi kirjallisuudessa on havaittavissa ero siinä, miten vastuullisuuden laajuus ymmärretään. Osa lähteistä keskittyy toimitusketjujen alkupäähän (kaivostoimintaan ja materiaalin alkuperään) kun taas toiset korostavat myös materiaalin koko elinkaarta ja käyttöä (Nassar & Graedel, 2020). Tämä asettaa vastuullisuuden tarkastelulle uusia vaatimuksia: kyse ei ole vain siitä, missä mineraalit louhitetaan, vaan myös siitä, miten ne käytetään, kierrätetään ja korvataan. Näiden näkökulmien yhdistäminen on tärkeää, jotta vastuullinen hankinta ei jää suppeaksi compliance-harjoitukseksi, vaan siitä muodostuu osa aidosti kestävästä raaka-ainestrategiasta.

4.2 Vastuullisen hankinnan mahdollisuudet ja edellytykset harvinaisten mineraalien toimitusketjuissa

Vaikka kirjallisuus tuo esiin lukuisia haasteita, se tarjoaa myös selkeitä suuntaviivoja vastuullisen hankinnan kehittämiseksi. Mahdollisuuksia on tunnistettavissa erityisesti kolmella tasolla: teknologian hyödyntämisessä, kiertotalouden edistämässä ja sääntely-ympäristön vahvistamisessa. Teknologian osalta merkittävimmät mahdollisuudet liittyvät toimitusketjujen läpinäkyvyyteen ja jäljitettävyyteen. Lohkoketjujen, digitaalisten passien ja tekoälyyn perustuvien riskianalyyysjärjestelmien avulla voidaan parantaa alkuperätiedon luotettavuutta ja reagoida mahdollisiin vastuullisuusongelmiin nopeammin (Ma et al., 2021; Jebaraj et al., 2023). Teknologian skaalaaminen kuitenkin edellyttää standardointia, avoimuutta ja toimivaa infrastruktuuria, mikä puolestaan vaatii yhteistyötä yritysten, viranomaisten ja kansainvälisten järjestöjen välillä.

Kiertotalous tuo mukanaan mahdollisuuden vähentää riippuvuutta neitseellisistä raaka-aineista. Mineraalien talteenotto käytöstä poistuneista laitteista sekä tuotannon sivuvirroista voi vähentää sekä ympäristörasitusta että geopolittista haavoittuvuutta (Reuter et al., 2019). Tällä hetkellä kierrätyksen esteet liittyvät sekä teknologiaan että talouteen: monia harvinaisia mineraaleja ei ole taloudellisesti kannattavaa erotella tai ne ovat teknisesti vaikeasti irrotettavissa. Näiden ongelmien ratkaiseminen edellyttää sekä tuotesuunnittelun muutoksia että taloudellisia kannustimia, kuten verotuksellisia etuja

tai tuottajavastuuta laajentavia säädöksiä. Lisäksi markkinoilla tarvitaan kysyntää kierrätetyille materiaalille, mikä edellyttää muutosta ajattelutavoissa: kierrätetty ei saa tarkoittaa toissijaista.

Kolmas ja ehkä ratkaisevin mahdollisuus liittyy sääntelyn kehittämiseen. Useat lähteet nostavat esiin, että vapaaehtoisuuteen perustuvat vastuullisuuskäytännöt ovat jääneet riittämättömiksi (Smit et al., 2020; OECD, 2023). Yritysten sitoutuminen vaihtelee suuresti, eikä ilman ulkoista ohjausta saavuteta vertailtavia tai läpinäkyviä tuloksia. Tämän vuoksi kansainväliset ja alueelliset regulaatioaloitteet, kuten EU:n Critical Raw Materials Act ja Corporate Sustainability Reporting Directive, ovat erityisen tärkeitä: ne asettavat pelisäännöt, joita vastuullisuus edellyttää. Näiden toteutus vaatii kuitenkin valvontaa ja selkeitä seuraamuksia, jotta ne eivät jää pelkiksi ilmoitusvelvollisuuksiksi ilman todellista vaikuttavuutta.

On kuitenkin syytä huomioida, että mikään näistä mahdollisuuksista ei toteudu itsestään. Teknologia ei muutu ratkaisuksi ilman käyttöönottajia, kierrätys ei etene ilman taloudellista ohjausta ja sääntely ei vaikuta ilman toimeenpanoa. Vastuullisuuden edistäminen edellyttää siis ennen kaikkea rakenteiden ja kannustimien muuttamista niin, että kestävä valinnat ovat paitsi mahdollisia myös kannattavia. Tätä varten tarvitaan kokonaisvaltainen lähestymistapa, jossa yhdistyvät tekninen osaaminen, poliittinen tahto ja liiketoimintamallien uudistaminen.

4.3 Yhteenveto ja johtopäätökset

Vastuullisen hankinnan kehittämisessä korostetaan usein yritysten toimintaa, teknologian hyödyntämistä tai sääntelyn vahvistamista, mutta vähemmälle huomiolle jäävät yhteiskunnalliset valtasuhteet ja alueellinen epätasapaino. Kirjallisuudessa puhutaan kyllä eettisistä ongelmista ja globaaleista toimitusketjuista, mutta harvemmin kyseenalaistetaan sitä, miksi harvinaisten mineraalien tuotantoon liittyvät haitat kasaantuvat juuri niille alueille, joilla paikallisilla yhteisöillä on vähiten mahdollisuuksia vaikuttaa omaan ympäristöönsä. Esimerkiksi koboltin ja kullan tuotanto Keski-Afrikassa tai harvinaisten mineraalien louhinta Kiinassa ei ole pelkästään tekninen tai eettinen kysymys, vaan liittyy myös globaaleihin talousrakenteisiin, joissa materiaalihyöty kertyy kehittyneille valtioille, kun taas tuotannon riskit kohdistuvat etelän maihin.

Tämä näkökulma jää monissa teknologiapainotteisissa ratkaisuissa taka-alalle. Esimerkiksi lohko-*ketjuteknologia* voi parantaa läpinäkyvyyttä, mutta se ei ratkaise kysymystä siitä, millä ehdoilla mineraalit ylipäätään louhitaan ja kuka hyötyy niiden tuotannosta. Vastaavasti elinkaarianalyysit voivat tuottaa vertailukelpoista dataa ympäristövaikutuksista, mutta ne eivät ota kantaa poliittiseen oikeudenmukaisuuteen tai alueelliseen autonomiaan. Oma tulkintani on, että vastuullinen hankinta kaipaa laajempaa normatiivista kehystä – ei pelkästään kysymyksiä siitä, miten asiat tehdään, vaan myös kuka tekee, kenen ehdoilla ja mitä varten.

Lisäksi vastuullisuuden toteuttaminen vaatii jatkuvaa tasapainottelua erilaisten tavoitteiden välillä. Yritysten näkökulmasta vastuullisuus voi olla strateginen valinta tai sääntelyn pakottama reaktio,

mutta se kilpailee aina muiden liiketoiminnan tavoitteiden kanssa, kuten kustannustehokkuuden ja nopeuden. Kansainvälisessä keskustelussa ei aina tunnisteta tätä jännitettä riittävästi. Myös poliittinen sääntely voi törmätä vastustukseen silloin, kun se uhkaa strategisia raaka-ainevirtoja tai teollisuuden kilpailukykyä. On siis tärkeää tunnistaa, että vastuullinen hankinta ei tapahdu neutraalissa tilassa vaan vaatii neuvottelua intressien, resurssien ja arvovalintojen välillä.

Toinen kirjallisuudessa vähemmän korostettu kysymys liittyy aikajänteeseen. Monet ratkaisut, kuten kierrätyksen tehostaminen tai materiaalien korvaaminen, ovat teknisesti mahdollisia, mutta vaativat vuosikymmenien kehitystyötä ja investointeja. Tämä ei kuitenkaan aina kohtaa poliittisen päätöksenteon nopeita syklejä tai markkinoiden lyhytnäköisiä tuottotavoitteita. Riskinä on, että vastuullisuus jää lyhyen aikavälin toimenpiteiksi, jotka eivät aidosti muuta tuotannon perusrakenteita. Tämän vuoksi olisi tärkeää, että vastuullinen hankinta nähdään osana laajempaa siirtymää kohti kestäviä talous- ja tuotantomalleja, ei vain reaktiona yksittäisiin kriiseihin tai paineisiin.

Tutkielman keskeinen havainto on, että vastuullinen hankinta harvinaisten mineraalien toimitusketjuissa edellyttää yhteispeliä monella tasolla – lainsäädännön, yrityskäytäntöjen ja teknologian välillä. Pelkkä raportointi tai yksittäiset tekniset ratkaisut eivät riitä, jos toimitusketjun alkupään rakenteelliset epäoikeudenmukaisuudet jäävät käsittelemättä.

Vastauksena tutkimuskysymykseen voidaan todeta, että vastuullinen hankinta on toteutettavissa vain silloin, kun sitä ohjaa sekä sitova sääntely että yritysten oma halu toimia vastuullisesti. Teknologiat, kuten jäljitettävyyseratkaisut ja elinkaarianalyysit, tukevat tätä prosessia, mutta ne eivät korvaa normatiivista arviointia siitä, mikä on sosiaalisesti ja ympäristöllisesti oikeudenmukaista. Alavirran yritysten aktiivinen rooli ja kyky vaikuttaa koko toimitusketjuun on erityisen keskeistä. Niiden valinnoilla voi olla ratkaiseva merkitys sille, missä määrin vastuullisuus toteutuu käytännössä.

Tutkimuksessa nousee esiin myös tarve tarkentaa vastuunjakoa: kenelle vastuullisuusvelvoitteet käytännössä kohdistuvat ja miten niiden kustannukset ja hyödyt jakautuvat eri toimijoiden kesken? Jatkossa olisikin syytä kehittää oikeudenmukaisia vastuurakenteita, jotka eivät siirrä kustannuksia yksipuolisesti toimitusketjun heikoimmille lenkeille.

Jatkotutkimuksessa olisi hyödyllistä tarkastella syvemmin vastuullisuuden vaikutusta yritysten kilpailukykyyn eri toimialoilla, vertailla sääntely- ja standardimallien vaikuttavuutta sekä selvittää, miten eri maiden politiikat ohjaavat yrityksiä kohti läpinäkyvämpiä hankintaketjuja. Lisäksi tarvitaan lisää empiiristä tutkimusta siitä, miten vastuullisuus voidaan kytkeä osaksi yritysten strategista päätöksentekoa pitkäjänteisesti eikä vain maineenhallinnan välineenä.

LÄHTEET

- Ali, S. H. (2014). Social and environmental impact of the rare earth industries. *Resources*, 3(1), 123–134. <https://doi.org/10.3390/resources3010123>
- Amnesty International. (2016). *This is what we die for: Human rights abuses in the Democratic Republic of the Congo power the global trade in cobalt*. <https://www.amnesty.org/en/documents/afr62/3183/2016/en/>
- Banza Lubaba Nkulu, C., Casas, L., Haufroid, V., De Putter, T., Saenen, N. D., Kayembe-Kitenge, T., ... & Nemery, B. (2018). Sustainability of artisanal mining of cobalt in DR Congo. *The Lancet Planetary Health*, 2(11), e541–e548. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(18\)30204-0](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(18)30204-0)
- Cao, X., Sharmina, M., & Cuéllar-Franca, R. M. (2024). Sourcing cobalt in the Democratic Republic of the Congo for a responsible net-zero transition: Incentives, risks and stakeholders. *Journal of Cleaner Production*, 430, 138933. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138933>
- Eggert, R. G. (2021). Critical minerals and sustainable economic growth. *Resources, Conservation and Recycling*, 167, 105278. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105278>
- European Commission. (2023). *Proposal for a Regulation on Critical Raw Materials (CRMA)*. <https://ec.europa.eu>
- Goodhart, C. A. E. (1975). Problems of monetary management: The UK experience. In A. S. Courakis (Ed.), *Inflation, depression, and economic policy in the West* (pp. 111–146). Rowman & Littlefield.
- International Energy Agency. (2021). *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*. <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions>
- Massari, S., & Ruberti, M. (2013). Rare earth elements as critical raw materials: Focus on international markets and future strategies. *Resources Policy*, 38(1), 36–43. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2012.07.001>
- Mudd, G. M., Werner, T., Weng, Z., & Yellishetty, M. (2017). Responsible sourcing of critical metals. *Elements*, 13(5), 325–330. <https://doi.org/10.2113/gselements.13.5.325>
- Nassar, N. T., & Graedel, T. E. (2020). Responsible sourcing of rare earths: Exploration-stage intervention including life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*, 267, 122051. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122051>
- OECD. (2016). *OECD Due Diligence Guidance for Responsible Supply Chains of Minerals from Conflict-Affected and High-Risk Areas* (3rd ed.). OECD Publishing.
- OECD. (2023). *Global Supply Chains and Responsible Business Conduct*. <https://www.oecd.org>
- Schleper, M. C., Blome, C., Stevenson, M., Thürer, M., & Tusell, I. (2022). When it's the slaves that pay: In search of a fair due diligence cost distribution in conflict mineral supply chains. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 164, 102801. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2022.102801>

Smit, T., Young, S., Diaz, D., & McLellan, B. (2020). Social and environmental risk assessment for the responsible sourcing of minerals. *Resources Policy*, 68, 101748. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101748>

Sovacool, B. K., Ali, S. H., & Bazilian, M. (2022). Responsible sourcing for energy transitions: Discussing academic and policy perspectives on metals for renewable energy. *Journal of Environmental Management*, 306, 114398. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114398>

U.S. Securities and Exchange Commission. (2012). *Final Rule: Conflict Minerals*. <https://www.sec.gov/rules/final/2012/34-67716.pdf>

Vahidi, E., Aitchison, L., & Zhao, F. (2021). Environmental and supply chain implications of rare earth element recycling from waste electronics. *Resources, Conservation & Recycling*, 170, 105574. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105574>

Vidal, O., Goffé, B., & Arndt, N. (2013). Metals for a low-carbon society. *Nature Geoscience*, 6(11), 894–896. <https://doi.org/10.1038/ngeo1993>

Wang, X., Gaustad, G., Babbitt, C. W., & Bailey, C. (2021). Rare earth supply chains: Current status, constraints and opportunities. *Resources, Conservation and Recycling*, 164, 105171. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105171>

Wen, Y., Northey, J. M., & Mudd, G. M. (2020). Responsible sourcing of rare earth elements in China: Evaluating progress and challenges. *Resources Policy*, 65, 101559. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.101559>

Young, S. B., Dias, G. F., & Zhe, L. (2019). Conflict minerals and the challenge of responsible global supply chains. *Journal of Industrial Ecology*, 23(6), 1230–1241. <https://doi.org/10.1111/jiec.12879>

Tekoälyn käytön selvennys

Tämän tutkielman tukena on hyödynnetty tekoälypohjaisia apuvälineitä tekstin jäsentelyyn, ideointiin, kieliopin tarkistukseen, sekä lähdeviittauksien ja lähdeluettelon luonnissa. Kaikki tutkielmassa esitetyt analyysit, tulkinnat ja johtopäätökset ovat kuitenkin itsenäisesti laadittuja, ja vastuu sisällöstä on kokonaisuudessaan kirjoittajalla.