

## TIIVISTELMÄRAPORTTI

Rivakka:

### Kierrätysmateriaalivirtojen käyttöön liittyvien riskien arvioinnin hyödyntäminen maanpuolustuksessa ja poikkeusolosuhteissa

**Tutkimuspäällikkö Mauno Rönkkö, Ympäristöinformatiikan tutkimusryhmä, Itä-Suomen yliopisto, [mauno.ronkko@uef.fi](mailto:mauno.ronkko@uef.fi), puh. 040 355 2202**

**Tutkija Samuel Hartikainen, Sisäympäristön ja työhygienian tutkimusryhmä, Itä-Suomen yliopisto, [samuel.hartikainen@uef.fi](mailto:samuel.hartikainen@uef.fi), puh. 040 355 3808**

Tiivistelmä: Hankkeessa tutkittiin kiertotalouden lainsäädäntöä ja siihen liittyvää ohjeistusta siirryttäessä normaaliolosuhteista häiriötilanteisiin tai kohti poikkeusolosuhteita. Hankkeessa pyrittiin selvittämään, parantaako kiertotalouteen liittyvän säädännön ohjeistaminen huoltovarmuuden ja puolustuskyvyn stabiilisuutta yhteiskunnallisten häiriötilanteiden ja poikkeusolosuhteiden aikana. Lisäksi pohdittiin sitä, mitä mahdollisuuksia ja riskejä säädännön ohjeistaminen tuo mukanaan huoltovarmuuden ja puolustuskyvyn ylläpitämiseen. Tutkimuksen perusteella lainsäädännön ohjeistamisella olisi hyvinkin mahdollista loiventaa häiriötilanteiden vaikutusta yhteiskuntaan tai mahdollistaa loivempi siirtymä normaaliolosuhteista poikkeusolosuhteisiin. Tutkimuksen perusteella näyttää kuitenkin siltä, että kiertotalous muuttaa jätehuoltoa siinä määrin, että nykyisen jätelain ajantasaisuutta olisi hyvä katselmoida. Tutkimuksen mukaan jätehuollon häiriötila voi vaikuttaa merkittävästi myös kriittisten toimintojen ylläpitoon. Lisäksi jätehuollon häiriötilassa haitta-aineiden ja toksiinien vaikutus korostuu, mikä voi vaikuttaa merkittävästi materiaalien laatuun ja niiden aiheuttamiin terveys- ja ympäristöhaittoihin.

#### 1. Johdanto

Tällä hetkellä on menossa voimakas globaali yhteiskunnallinen muutos, jolla on suora vaikutus sekä huoltovarmuuteen että puolustuskykyyn. Kyseessä on kestävä kehityksen muutosprosessi. Se tuo mukanaan materiaalitehokkuuden ja kierrätyksen kaikille yhteiskunnan toimialoille, jolloin yhteiskuntien toimintaa ei voi enää ennakoita analysoimatta niiden perustana olevia materiaali- ja energiavirtoja.

Erityisesti kierrätysmateriaalien osuus teollisuuden raaka-ainevirroista kasvaa voimakkaasti johtuen mm. EU:n linjaamista kestävä kehityksen tavoitteista. Myös Suomessa valtioneuvosto linjasi yhdeksi strategisen tutkimuksen painopisteeksi vuonna 2015 resurssiniukan yhteiskunnan ja materiaalitehokkuuden. Kiertotalous on talouden uusi malli, jossa materiaalit kiertävät ja tuotteille luodaan lisäarvoa palveluilla ja älykkyydellä. Resurssiltaan niukkenevassa yhteiskunnassa luonnonvaroja kierrätetään tehokkaasti samalla kun materiaali- ja energiavirtoja hyödynnetään mahdollisimman tarkasti.

Kiertotaloudessa yhteiskunnan tuotantoinfrastruktuuri kytkeytyy voimakkaasti kierrätysinfrastruktuuriin ja kulutustalouteen. Infrastruktuurista tulee siten herkkä ulkoisille muutoksille, jolloin häiriötilojen kokonaisvaikutukset ovat hankalasti ennakoitavia ja niillä on suora vaikutus huoltovarmuuteen ja puolustuskykyyn.

Systeemiset ratkaisut eri teollisuudenalojen välillä ja valmius hyödyntää kierrätysmateriaalivirtoja voisivat luoda myös uusia toimintamahdollisuuksia häiriötilanteisiin ja poikkeusolosuhteisiin. Osa toimijoista kokee kuitenkin jo normaaliolosuhteissa vallitsevan säädännön pirstaloituneeksi. Tästä lähtökohdasta nyky-yhteiskunnassa äkillinen muutos siirryttäessä normaaliolosuhteista häiriötilanteisiin tai

poikkeusolosuhteisiin olisi liian jyrkkä ja sen vaikutukset olisivat hankalasti ennakoitavissa.

Tarkastelu rajattiin kierrätysinfrastruktuurin analysointiin. Tutkimuksen aikana pohdittiin lisäksi häiriötilanteisen vaikutuksia kumin ja tekstiilien kierrätykseen, mutta tutkimuksen aikana osoittautui järkeväksi rajata työ muovin kierrätykseen. Muovin (ja kumin sekä tekstiilien) kierrätys ja uusiokäyttö on tunnustettu yhdeksi globaalisti merkittävimmäksi tutkimus- ja kehityskohteeksi. Pelkästään muovista pakkausjätettä kertyy Suomessa vuosittain n. 120 000 tonnia.

Hankkeessa tutkittiin sitä, voidaanko jyrkkää muutosta normaaliolosuhteista häiriötilanteisiin tai poikkeusolosuhteisiin loiventaa ohjeistamalla kiertotalouteen liittyvää säädäntöä sallivampaan suuntaan ja sitä kautta taata kriittisen infrastruktuurin toimivuus. Hankkeessa tarkasteltiin kiertotalouteen liittyvän säädäntöä, ohjeistusta ja ohjeistuksen vaikutusta huoltovarmuuden ja puolustuskyvyn stabiilisuuteen.

Hankkeessa tutkittiin myös kierrätysprosessien ja niiden muutoksen ympäristö- ja terveysvaikutuksia häiriötilanteissa. Hankkeessa selvitettiin, mitkä tekijät vaikuttavat terveys- ja ympäristöhaittojen muodostumiseen. Lisäksi pohdittiin sitä, voidaanko riskejä rajata säädännön keinoin.

Hankkeen aikana tehtiin yhteistyötä Huoltovarmuuskeskuksen kanssa. Huoltovarmuuskeskusta tiedotettiin toimijoiden kanssa käydyistä keskusteluista ja tutkimusta myös tarkennettiin Huoltovarmuuskeskuksen kanssa käytyjen keskustelujen pohjalta. Tutkimuksen tuloksista käytiin myös läpi yhdessä Huoltovarmuuskeskuksen kanssa.

## 2. Tutkimuksen tavoite ja suunnitelma

Hankkeessa tutkittiin kiertotalouden lainsäädäntöä ja siihen liittyvää ohjeistusta siirryttäessä normaaliolosuhteista häiriötilanteisiin tai kohti poikkeusolosuhteita. Tutkimushypoteesina oli, että säädäntöön liittyvällä lisäohjeistuksella voitaisiin loiventaa muutospaineita ja vähentää ennakoimattomia seurauksia yhteiskunnassa. Hankkeen tutkimuskysymykset olivat siten:

- 1) Parantaako kiertotalouteen liittyvän säädännön ohjeistaminen huoltovarmuuden ja puolustuskyvyn stabiilisuutta yhteiskunnallisten häiriötilanteiden (mm. talouskriisien ja luonnononnettomuuksien) sekä poikkeusolosuhteiden aikana.
- 2) Mitä mahdollisuuksia ja riskejä säädännön ohjeistaminen tuo mukanaan huoltovarmuuden ja puolustuskyvyn ylläpitämiseen?
- 3) Kuinka paljon ja millä seurauksilla ympäristö- ja terveysriskeihin perustuvaa säädäntöä voidaan ohjeistaa kriisien ja poikkeusolosuhteiden aikana tapahtuvan jätemateriaalien, teollisuuden sivuvirtojen ja ravinteiden kierrätyksen yhteydessä?

Tutkimuskysymyksiin lähdettiin hakemaan vastauksia keräämällä taustamateriaalia ja haastatteleamalla alan toimijoita sekä asiantuntijoita. Kerättyä aineistoa jalostettiin edelleen tunnistamalla siitä poikkeamat ja kohdentamalla poikkeamiin vaikuttavuusanalyysi. Vaikuttavuusanalyysin tuloksia käytettiin vastattaessa hankkeen tutkimuskysymyksiin. Taulukko 1 esittää hankkeen aikataulun.

**Taulukko 1. Rivakka-hankkeen aikataulu.**

Vaihe	helmi	maalis	huhti	touko	kesä	heinä	elo	syys	loka	marras
Taustamateriaalin keräys										
Toimija- ja asiantuntijahaastattelut										
Poikkeama-analyysi										
HAZOP-analyysi										
Vikapuuanalyysi										
Vaikuttavuusanalyysi										
Riskianalyysi										
Asiantuntijatapaamiset (validointi)										
Tulosten raportointi										

### 3. Aineisto ja menetelmät

Tutkimuksen taustalla oleva viitekehys lähtee siitä, että kiertotalouden mukanaan tuomia muutoksia ei ole huomioitu nykytoiminnassa. Tästä näkökulmasta kiertotalouden mukanaan tuomat haasteet näkyvät poikkeamina, jotka tulevat esiin eri toimijoiden ja asiantuntijoiden avoimessa haastattelussa. Tällöin haastattelujen pohjalta tehty poikkeama-analyysi paljastaa tuotantoinfrastruktuurin ja yhteiskunnan herkkyiden ulkoisille häiriöille ja tuo sitä kautta esille kiertotalouden kriisinsietokyvyn erityispiirteitä. Hypoteesina oli, että vaikuttavuusanalyysi paljastaa, mihin toimintoihin ja toimintatapoihin tulisi yhteiskunnassa kiinnittää huomiota, jotta kierrätyspohjainen tuotantoinfrastruktuuri pysyisi toimintakuntoisena häiriötekijöiden vallitessa. Lisäksi hypoteesina oli, että yhdistämällä vaikuttavuusanalyysin tulokset haastattelu- ja taustamateriaalin, saadaan tarkempi kuva siitä, miten säädännön ohjeistaminen voisi loiventaa häiriötekijöiden kokonaisvaikutusta.

Tutkimuksen alussa keräsimme asiaan liittyvää taustamateriaalia. Keskeisimpinä lähteinä tutkimuksessa käytettiin mm. seuraavia lähteitä:

- [1] Henna Tolvanen (toim.). Huoltovarmuuskeskus 2015, Suomen Laki, Ajantasa. Talentum Media Oy, 2015.
- [2] Ellen McArthur Foundation. The new plastics economy: Rethinking the future of plastics. Ellen McArthur Foundation, 2016.
- [3] M. P. M. Janssen et. al. Plastics that contain hazardous substances: recycle or incinerate? RIVM Letter report 2016-0025. 2016.
- [4] Margareta Wahlström, Jutta Laine-Ylijoki, Ola Wik, Anke Oberender and Ole Hjelmars. Hazardous waste classification. TemaNord, 2016:519.
- [5] F. Christensen et. al. Kemiske stoffer i forbrugerprodukter, der kan hinder genanvendelse. Miljøstyrelsen, Denmark, 2016. ISBN 978-87-93435-51-3.
- [6] Hanna Eskelinen, Teija Haavisto, Hanna Salmenperä, Helena Dahlbo. Muovien kierrätyksen tilanne ja haasteet. CLIC Innovation Ltd., Raportti nro D4.1-3, Helsinki 2016.
- [7] Huoltovarmuuskeskus. Jätehuollon varautumis- ja jatkuvuussuunnitteluohje, 2011.
- [8] Tapio Määttä. Soft Law kansallisen oikeuden oikeuslähteenä. Tutkimus oikeudellisen ratkaisun normipremissin muodostumisen perusteista ympäristöoikeudessa. Oikeustiede-Jurisprudentia XXXVIII (2005), s. 337–460.
- [9] Tapio Määttä. Joustavien normien kiinteytys-, täsmentämis-, konkretisointimekanismit ympäristöoikeudessa. Teoksessa Lohi, Tapani (toim.): Kaavoitus, rakentaminen, varallisuus. Juhlajulkaisu Vesa Majamaa 1945–28/12–2005. Helsinki 2005, s. 265–296.
- [10] Tapio Määttä. Näkökulmia sääntelytarkkuuteen: Lainsäädäntölähtöisestä analyysistä elävään oikeuteen. Teoksessa Jyrki Tala (toim.): Sääntelytarkkuuden ongelmia. Oikeuspoliittisen tutkimuslaitoksen tutkimuksia 251. Helsinki 2010, s. 51–76.

- [11] Huoltovarmuuskeskus. Huoltovarmuuden skenaariot 2025, 2013.
- [12] Iina Sahramäki ja Terhi Kankaanranta. Jäterikollisuus Suomessa nyt ja tulevaisuudessa. Poliisiammattikorkeakoulun tutkimuksia, 43, 2016. Haastattelumuotona käytettiin avointa haastattelua, jota ohjattiin etukäteen valmistelulla case-kuvauksella. Casena käytettiin elintarvikepakkausten ja elintarviketuotannon elinkaarta. Casea konkretisoitiin maidon ja maitotölkkin valmistuksen kuvauksella.
- [13] Mauno Rönkkö ja Samuel Hartikainen. CASE: Elintarvikepakkaukset ja erityisesti maitotölkit. Rivakka-hankkeen sisäinen raportti, Itä-Suomen yliopisto, 31.3.2016.

Haastateltavina oli viranomaisia, tutkijoita ja työntekijöitä Turvallisuus- ja kemikaalivirastosta, Huoltovarmuuskeskuksesta, Suomen Ympäristökeskuksesta, Pirkanmaan ELY-keskuksesta, Itä-Suomen yliopiston Ympäristöoikeuden oppiaineesta, Jättekukolta, Valiolta ja Ekokemiltä. Haastatteluista tehtiin luottamukselliset muistiot, joiden pohjalta haettiin vastauksia tutkimuskysymyksiin.

Seuraavassa vaiheessa haastatteluaineistosta tunnistettiin poikkeamia (esteitä, haasteita ja haittoja) sekä niiden syitä ja seurauksia. Poikkeamia tarkasteltiin HAZOP-analyysillä. HAZOP-analyysissä poikkeamista luotiin HAZOP-taulu. HAZOP-analyysillä saatiin kuva siitä, mitä poikkeamaluokkia tutkimusongelmaan liittyi ja mistä näkökulmasta analyysiä tuli jatkaa.

HAZOP-analyysin pohjalta poikkeamista tehtiin vikapuuanalyysi. Siinä poikkeamat järjestettiin syys-seuraus -suhteeseen ja niistä muodostettiin toisistaan riippumattomia vikapuita, jotka tarkastelivat tutkimusongelmaa haastattelussa esiin nousseiden poikkeamien mukaisista näkökulmista.

Vikapuiden analyysiä jatkettiin laskennallisella menetelmällä. Siinä vikapuista muodostettiin painotettuja verkostoja, joissa kuhunkin vikapuun solmusta lähtevään nuoleen liitettiin painokerroin. Painokertoimella ilmaistiin, miten suuri vaikuttavuus yhdellä poikkeamalla on nuolen osoittamaan poikkeamaan. Tällöin painotetuista verkostoista pystyttiin laskemaan Monte Carlo –menetelmällä, mitkä poikkeamat olivat vaikuttavimpia ja miten herkkiä tulokset olivat painokertoimien arvoille.

Lopuksi laskennallisesti vaikuttavimmat poikkeamat luokiteltiin ja niiden avulla haettiin sekä taustamateriaalista että haastatteluaineistosta vastauksia tutkimuskysymyksiin.

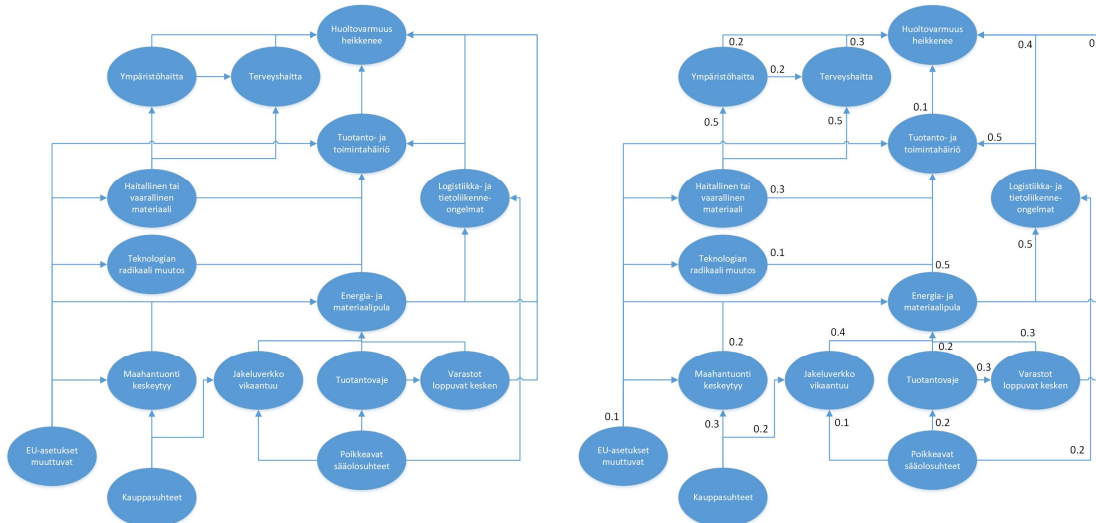
#### 4. Tulokset ja pohdinta

Koska kiertotalouden nopeiden kiertojen (huolto, omistajan vaihto, tuotteen päivitys) suhteen on jo olemassa valmiit infrastruktuurit, keskityttiin tutkimuksessa tarkastelemaan hitaan kierron (tuote muunnetaan materiaaliksi ja siitä valmistetaan uusiomateriaalia) haasteita erityisesti muovin suhteen. Asetelma konkretisoitiin muodostamalla yhteiskunnallisia toimintoja laajasti läpileikkaava elintarvikepakkausten case, jossa huomioitiin muovin rooli modernien elintarvikepakkausten mahdollistajana. Haastattelujen pohjana käytettiin elintarviketuotannon prosessia, joka muodostettiin taustamateriaalin pohjalta. Kuva 1 esittää näin muodostettua elintarviketuotannon prosessikaaviota.

Haastattelujen muistiot muodostivat yhteensä 32 sivun korpuksen, josta tunnistettiin yli 70 poikkeamaa. Poikkeamat luokiteltiin esteisiin, haasteisiin ja haittoihin. Poikkeama määriteltiin esteeksi, jos esti toimintaa. Poikkeama määriteltiin haasteeksi, jos se hankaloitti toimintaa merkittävästi. Poikkeama määriteltiin haitaksi, jos aiheuttama haitta oli hallittava. Sinällään luokittelua ei voi tehdä objektiivisesti, koska siihen vaikuttaa aina luokittelijan tausta sekä poikkeamien tulkinta ja sovellusnäkökulma. Lisäksi pitää ottaa huomioon, että haastattelumateriaalissa oli mukana subjektiivisia näkemyksiä.



yhteiskunnallista vikasetoisuutta olisi hyvä analysoida tarkemmin niin normaalioloissa kuin poikkeusoloissa.



**Kuva 2. Yleisten poikkeamien vikapuu vasemmalla ja vastaava painotettu verkko oikealla.**

Vikapuiden laskennallisella analyysillä selvitettiin edelleen, mitkä poikkeamat ovat muita poikkeamia keskeisempiä ja vaikuttavampia. Tätä varten vikapuut muunnettiin painotetuksi verkoiksi antamalla jokaiselle poikkeamasta lähtevälle nuolelle painokerroin. Painokerrointen arvo oli välillä 0.1 – 0.5 ja se kuvasi poikkeamaan liittyvää riskiä (0.1=vähäinen riski ja 0.5=merkittävä riski). Kuva 2 esittää esimerkkinä näin saatua yleisten poikkeamien painotettua verkkoa.

Painokerrointen arvot annettiin subjektiivisesti. Sinällään painokertoimille ei ole olemassa "oikeita" objektiivisia arvoja, joten laskentaan otettiin mukaan myös herkkyysanalyysi. Siinä poikkeutettiin Monte Carlo –menetelmällä painokertoimia ja analysoitiin poikkeutuksen vaikuttavuus tulokseen.

Taulukko 3 esittää esimerkkinä yleisten poikkeamien painotetusta verkosta saatua poikkeamien laskennallista vaikuttavuutta huoltovarmuuteen ja tuloksen herkkyyttä. Taulukosta nähdään esimerkiksi, että vaikuttavimpia poikkeamia ovat energia- ja materiaalipula, varastojen loppuminen sekä logistiikka- ja tietoliikenneongelmat. Näiden keskinäinen vaikuttavuusjärjestys on kuitenkin riippuvainen painokertoimista. Sen sijaan teknologian radikaalilla muutoksella on vähäinen vaikuttavuus eikä se riipu annetuista painokertoimista.

Tällä menetelmällä saatiin laskettua kaikista vikapuista poikkeamat, joilla on suurin vaikutus kussakin vikapuussa liittyen huoltovarmuuteen, terveyshaittaan ja ympäristöhaittaan. Tulos oli laskennallinen eikä ole siten riippuvainen puiden subjektiivisesta tulkinnasta. Vaikuttavimmat poikkeamat ryhmiteltiin edelleen keskenään. Taulukko 4 esittää näin saatua tulosta, jota voidaan käyttää vastaamaan tutkimuskysymyksiin.

**Taulukko 3. Yleisten poikkeamien keskinäinen vaikuttavuus.**

Syy	Vaikuttavuus	Herkkyys
Energia- ja materiaalipula	0,775	0,226
Varastot loppuvat kesken	0,732	0,201
Logistiikka- ja tietoliikenneongelmat	0,45	0,126
Tuotantovaje	0,375	0,168
Haitallinen tai vaarallinen materiaali	0,31	0,12
Jakeluverkko vikaantuu	0,31	0,133
Poikkeavat sääolosuhteet	0,227	0,086
Maahan tuonti keskeytyy	0,155	0,075
EU-asetukset muuttuvat	0,135	0,043
Tuotanto- ja toimintahäiriö	0,1	0,029
Kauppasuhteet muuttuvat	0,078	0,045
Teknologian radikaali muutos	0,01	0,005

**Taulukko 4. Haastattelujen perusteella vaikuttavimmat poikkeamat ryhmiteltynä.**

Poikkeama	Yleinen	Tuote	Elintarvike	Jätehuolto	Kiertotalous	Huoltovarmuus	Terveyshaitta	Ympäristöhaitta
energia- ja materiaalipula	x					x		
varastojen loppuminen	x					x		
saatavuuden heikentyminen			x			x	x	
tuotanto- ja toimintahäiriöt			x			x	x	x
tuotantovaje	x					x		
logistiikka- ja tietoliikenneongelmat	x					x		
pakkauksen ja jakelun muuttuminen					x	x		
haitallinen tai vaarallinen materiaali käytössä	x						x	x
tuotteen sisältämät allergeenit, toksinit ja haitta-aineet		x				x	x	x
materiaalin kontaminoituminen		x		x		x	x	x
vaarallisen aineen sekoittuminen jätteeseen				x		x	x	
tuote on teknisesti tai rakenteellisesti puutteellinen		x				x	x	x
jätehuollon riippuvuus muista maista					x	x		
jätteen vienti keskeytyy				x				x
jätteiden käsittelyn hidastuu tai keskeytyy				x		x	x	x
materiaalin hallitsematon kertyminen					x	x	x	x
teurasraatojen hävityspaikan käytön estyminen			x			x	x	x
kierrätyksen hajautus jäsenvaltioihin					x	x		
kierrätysmateriaalien ostajien puute					x			x
kierrätysprosessien hallitsemattomuus					x		x	x
hävitettävän (väärän) materiaalin kierrätys					x		x	x

Analyysin tuloksesta (Taulukko 4) nähdään, että vaikuttavimmat poikkeamat voidaan ryhmitellä kolmeen ryhmään: yleiset poikkeamat, haitta-aineisiin liittyvät poikkeamat ja jätehuollon poikkeamat. Taulukosta nähdään myös, mistä vikapuusta mikäkin poikkeama on peräisin ja vaikuttavatko ne huoltovarmuuteen, terveyshaitan muodostumiseen tai ympäristöhaitan muodostumiseen. Taulukosta havaitaan erityisesti, että vaikuttavuudeltaan laajimmat poikkeamat näyttävät olevan: 1) tuotanto- ja toimintahäiriöt; 2) tuotteen sisältämät allergeenit, toksinit ja haitta-aineet; 3) materiaalin kontaminoituminen; 4) tuotteen tekninen tai rakenteellinen puutteellisuus; 5) jätteiden käsittelyn hidastuminen tai keskeytyminen; 6) (jäte)materiaalin hallitsematon kertyminen; 7) teurasraatojen hävityspaikan käytön estyminen. Tuloksen perusteella voidaan antaa vastauksia alkuperäisiin tutkimuskysymyksiin.

Parantaako kiertotalouteen liittyvän säädännön ohjeistaminen huoltovarmuuden ja puolustuskyvyn stabiilisuutta yhteiskunnallisten häiriötilanteiden (mm. talouskriisien ja



luonnononnettomuuksien) sekä poikkeusolosuhteiden aikana?

Laajamittainen kiertotalous tukee huoltovarmuutta. Kiertotalous luo uusio- ja toisiokäytön infrastruktuurin, jota voidaan suoraan hyödyntää häiriötilanteissa ja mentäessä kohti poikkeusolosuhteita. Säädännön ohjeistamisella voidaan edelleen tehostaa kiertotalouden toimintaa sallimalla tilapäisesti esimerkiksi jopa (lievien) haitta-ainerajojen ylittäminen ja/tai tuotteiden käyttö niiden suunnitellun toimintakohteen ulkopuolella. Käyttötarkoituksen laajentaminen on erityinen mahdollisuus koskien uusiomuovituotteita. Lisäksi säädännön ohjeistamisella voidaan ohjata laajempia materiaalivirtoja energiakäyttöön energiapulan yhteydessä.

Kiertotalouden myötä tuotanto- ja toimintahäiriöiden merkitys korostuu. Kiertotalous myös aiheuttaa sen, että erilaiset dominoilmiöt tulevat mahdollisiksi. Erityisesti jätehuolto muuttuu kiertotalouden myötä. Jätehuolto kiertotaloudessa tarkoittaa nopeaa lajittelua ja lyhytaikaista välivarastointia. Lajitellut jakeet on tarkoitus myydä ja kuljettaa eteenpäin, eikä niille ole varattu varastointitilaa. Käytännössä jätteiden käsittelyn keskeytyminen saattaa pysäyttää myös jätettä tuottavat prosessit, mikä voi edelleen pysäyttää prosessiin liittyvän alkutuotannon. Tämä voi puolestaan johtaa laajamittaiseen häiriötilaan, jolla voi olla vaikutusta jopa puolustuskykyyn. Laajamittainen häiriötila voi olla vältettävissä säädännön ohjeistamisella, jossa otetaan (tarvittaessa) tietoinen terveys- ja ympäristöhaittariski, mutta jolla pystytään ylläpitämään kriittisiä toimintoja.

Kiertotalouteen liittyvä jätehuollon lisääntyvä kansainvälistyminen vaikuttaa myös tuotantoinfrastruktuuriin. Suomen maantieteellisestä asemasta johtuen kansainvälinen kierrätystoiminta ei välttämättä toteudu laajamittaisesti. Kuljetuskustannusten osuus tässä toiminnassa on merkittävä. Toisaalta kaikenlainen lakisääteinen kierrätystoiminta ei myöskään ole kannattavaa Suomessa johtuen pienistä volyymeistä. Tästä syystä häiriötilanteessa säädännön ohjeistamisella on suuri vaikutus kriittisten toimintojen ylläpitämiseen, esimerkiksi sallimalla väliaikaisen kierrätettävän materiaalin pidempiaikaisempi varastointi tai vaihtoehtoinen käsittely-prosessi (mm. polttaminen).

Mitä mahdollisuuksia ja riskejä säädännön ohjeistaminen tuo mukanaan huoltovarmuuden ja puolustuskyvyn ylläpitämiseen?

Analyysin tuloksesta (Taulukko 4) nähdään, että säädännön ohjeistamisella kiertotaloudessa on merkitystä liittyen haitta-aineiden, toksiinien ja allergeenien hallintaan sekä jätehuollon toimivuuden hallintaan. Haitta-ainepitoisuuksiin liittyvällä säädännön ohjeistamisella voidaan tehostaa tuotteiden ja materiaalien laajamittaisempaa käyttöä tai materiaalin laajamittaisempaa muuttamista energiaksi. Silloin voidaan myös sallia kiertotalouden mukainen uusiotuotteiden ja –materiaalien käyttö laajamittaisemmin ja sellaisissa kohteissa, joihin tuotteita ja materiaaleja ei ole alun perin tarkoitettu. Tämä pätee erityisesti muovien, tekstiilien ja kumien käyttöön. Ääritilanteissa voidaan myös helpottaa energiahuoltoa muuntamalla kertyneitä (jäte)jakeita energiaksi tai polttoaineeksi. Näillä toimilla voidaan paikata tilapäisesti tuotteiden (tuotanto)vajetta liittyen sekä huoltovarmuuteen että puolustusvoimien toimintaan. On kuitenkin tiedostettava, että häiriötilanteesta johtuva valvonnan puute voi johtaa kiertotaloudessa olevien tuotteiden teknisiin ja rakenteellisiin puutteisiin. Tästä seuraa onnettomuusriski tuotteiden käyttäjille. Esimerkiksi uusioraaka-aineessa oleva tiedostamaton lisäaine voi johtaa siihen, että tuotteen rakenne heikkenee ajan myötä (esim. sääaltistuksesta) ja tuote hajoaa ennakoimattomasti. Häiriötilanteissa kerättyjen jakeiden puhtautta ei myöskään voida välttämättä kontrolloida, joten haitta-aineiden huomaamaton kertyminen uusioraaka-aineisiin on mahdollista. Muutenkin materiaalien käyttö alkuperäisestä käyttötarkoituksesta poikkeavissa olosuhteissa sisältää niin teknisiä kuin rakenteellisia riskejä kuin myös allergeeni- ja haitta-aineriskejä [3,5].



Jätehuollossa jätejakeille ei ole varastoja, vaan jakeet on tarkoitus ottaa uudelleenkäyttöön nopeassa tahdissa. Tämä on ongelma paitsi huoltovarmuuden myös puolustuskyvyn näkökulmasta, jos yhteiskunnan kriittiset toiminnot uhkaavat keskeytyä jätteen käsittelyn keskeytymisestä. Yleisesti ottaen säädännöllä voidaan sallia jakeiden tilapäinen mutta hallittu kertyminen tai poltto häiriötilanteissa. Tällaisiin toimiin liittyy aina tunnistettava terveys- ja ympäristöriski. Mikäli jätejakeissa on oletettavissa haitta-aineita, on kontaminoitumisen ja konsentroitumisen oltava myös hallittavissa. Vaarallisten aineiden mukanaolo nostaa merkittävästi riskitasoa, jolloin poikkeustoimissa on oltava mukana myös valvonta ja monitorointi.

Häiriötilanteessa johtuva valvonnan puute voi johtaa kiertotaloudessa tuotteiden potentiaalisten allergeenien, toksiinien ja haitta-aineiden korostumiseen, koska tuotteen, sen osan tai sen materiaalien käyttökohde voi muuttua elinkaaren aikana. Potentiaalinen uhkakuva on esimerkiksi se, että ulkokäyttöön tarkoitettuja muoveja tai tekstiilejä käytetään joko sisätiloissa tai jopa ihmisiin tai eläimiin kosketuksissa olevissa tuotteissa. Tällöin alkuperäisissä tuotteissa mahdollisesti olevat biosidit ja allergeenit voivat aiheuttaa terveyshaittaa. Laajamittaisella terveyshaitalla voi olla välitön vaikutus puolustuskykyyn. Ongelmaa korostaa se, että osa haitta-aineista on hitaasti vaikuttavia ja seuraukset ovat latenttiset.

Kuinka paljon ja millä seurauksilla ympäristö- ja terveysriskeihin perustuvaa säädäntöä voidaan ohjeistaa kriisien ja poikkeusolosuhteiden aikana tapahtuvan jättemateriaalien, teollisuuden sivuvirtojen ja ravinteiden kierrätyksen yhteydessä?

Lähtökohtaisesti nykyinen lainsäädäntö on tehty eri olosuhteisiin kuin mitä kiertotalous tuo mukanaan. Tästä johtuen lakia joudutaan jo nyt soveltamaan, mikä voi puolestaan aiheuttaa sen, että nykyinen toiminta voi tuntua viranomaisista hajanaiselta ja epäselvältä. Ottaen huomioon analyysituloksen (Taulukko 4), nykyisen jätelain ajantasaisuutta olisi hyvä katselmoida.

Säädännön ohjeistaminen tulee kysymykseen häiriötilanteissa ja poikkeavien tapahtumien yhteydessä siinä vaiheessa, kun ei vielä olla selvästi menossa poikkeusolosuhteisiin. Säädännön ohjeistaminen on tämän tutkimuksen perusteella hyvinkin potentiaalinen vaihtoehto. Jättemateriaalien, teollisuuden sivuvirtojen ja kierrätykseen liittyvä toiminta on jo muutenkin säädelyä ja valvottua, joten toimijoilla on hyvät valmiudet ottaa säädännön ohjeistus käyttöön. (Ympäristölain)säädännön ohjeistaminen on osa nykyaikaista oikeusjärjestelmää [10] ja siihen muutenkin liittyy ns. Soft Law –käsite [8] ja joustavat normit [9].

Säädännön ohjeistaminen tulisi kuitenkin rajoittaa kriittisten toimintojen ylläpitoon. Erityisesti jätehuoltoon liittyvää toimintaa joudutaan ohjeistamaan häiriötilanteissa. Tällöin ohjeistus koskee paitsi varsinaisesti jätehuollon toimijoita myös tuotantoprosessien toimijoita. Kiertotalouden myötä jätehuolto ei ole enää tuotantoprosessin nielu vaan välivaihe. Jätehuollon toiminnalla on vaikutusta myös prosessin alkuvaiheisiin. Prosessien muutosten yhteydessä on kuitenkin otettava huomioon toiminnan muutoksen ympäristö- ja terveysriskit. Erityisesti tuotteiden ja materiaalien kierrätyksessä toksiinien, allergeenien ja haitta-aineiden [3,5] konsentroituminen tulisi olla hallittavaa. Vaarallisia aineita on joka tapauksessa monitoroitava. Säädännön ohjeistamisen yhteydessä olisi hyvä myös suunnitella se, miten häiriötilanteen jälkeen palaututaan takaisin normaaleihin toiminta-prosesseihin ja kuinka syntyneet ympäristö- ja terveyshaitat hallitaan. Säädännön ohjeistamisella on myös vaikutusta harmaaseen talouteen, varsinkin jätehuollossa [14].

## 5. Loppupäätelmät

Tutkimuksen perusteella lainsäädännön ohjeistamisella olisi hyvinkin mahdollista



---

loiventaa häiriötilanteiden vaikutusta yhteiskuntaan tai mahdollistaa loivempi siirtymä normaaliolosuhteista poikkeusolosuhteisiin. Sädännön ohjeistaminen kuitenkin edellyttää tarkempaa riskianalyysiä, varsinkin jos toimintaan ja materiaaleihin liittyy haitta-aineita.

Tutkimus toi esiin kaksi uutta näkökulmaa huoltovarmuuteen liittyen kierotalouden mukanaan tuomiin yhteiskunnallisiin muutoksiin. Tutkimuksen perusteella näyttää sille, että kiertotalous muuttaa erityisesti jätehuoltoa niin paljon, että nykyisen jätelain ajantasaisuutta olisi hyvä katselmoida ei pelkästään huoltovarmuuden näkökulmasta vaan myös viranomaisnäkökulmasta normaaliolosuhteissa. Tämä oli tutkimuksen tärkein tulos. Tutkimus valotti lainsäädännön ohjeistamisen mahdollisuuksia häiriötilanteissa, mutta toimivan ohjeistamisen perusedellytys on se, että taustalla olevat lait ovat toiminnan näkökulmasta ajantasaisia. Tähän kokonaisuuteen liittyy myös olennaisesti jätehuollon varautumis- ja jatkuvuussuunnitelmat, joiden katselmointi olisi aiheellista lain katselmoinnin jälkeen.

Tutkimuksen toinen tärkeä tulos liittyy kriittisten prosessien toimivuuden analysointiin huoltovarmuutta ajatellen. Tutkimuksen mukaan jätehuollon häiriötila voi vaikuttaa merkittävästi myös kriittisten toimintojen ylläpitoon, jolloin ei riitä, että kriittisiä toimintoja tarkastellaan energihuollon tai logistiikan toimivuuden näkökulmasta. Myös jätehuollon toimivuuden näkökulma on otettava huomioon. Tähän liittyy lisäksi haitta-aineiden, toksiinien ja allergeenien konsentroitumisen analysointi prosesseissa. Jätehuollon häiriötila voi vaikuttaa merkittävästi materiaalien laatuun ja niiden aiheuttamiin terveys- ja ympäristöhaittoihin, mikä puolestaan vaikuttaa keskeisesti säädännön ohjeistamiseen liittyviin riskeihin ja riskien arviointiin.

## 6. Tutkimuksen tuottamat tieteelliset julkaisut ja muut mahdolliset raportit

Tutkimuksen aikana syntyi luottamuksellisia muistioita ja väliraportteja, jotka on toimitettu haastateltaville sekä Huoltovarmuuskeskukselle.