

# Kiertotalous Lapin ammattikorkeakoulussa





## **Kiertotalous Lapin ammattikorkeakoulussa**



Toimittajat:

Katri Hendriksson • Seppo Saari • Juha-Pekka Snäkin • Sanna Tyni

# Kiertotalous

# Lapin ammattikorkeakoulussa

B. Tutkimusraportit ja kokoomateokset 10/2019

© Lapin ammattikorkeakoulu ja tekijät

ISBN 978-952-316-287-7 (nid.)

ISSN 2489-2629 (painettu)

ISBN 978-952-316-288-4 (pdf)

ISSN 2489-2637 (verkkajulkaisu)

Lapin ammattikorkeakoulun julkaisuja  
B. Tutkimusraportit ja kokoomateokset 10/2019

Rahoittajat: Vipuvoimaa EU:lta, Euroopan aluekehitysrahasto, Lapin liitto

Toimittajat: Katri Hendriksson, Seppo Saari,  
Juha-Pekka Snäkin & Sanna Tyni

Kansikuva: Tero Kokko

Taitto: Lapin AMK, viestintäyksikkö

Lapin ammattikorkeakoulu  
Jokiväylä 11 C  
96300 Rovaniemi

Puh. 020 798 6000  
[www.lapinamk.fi/julkaisut](http://www.lapinamk.fi/julkaisut)

Lapin korkeakoulukonserni



Lapin korkeakoulukonserni LUC on yliopiston ja ammattikorkeakoulun strateginen yhteenliittymä. Konserniin kuuluvat Lapin yliopisto ja Lapin ammattikorkeakoulu.  
[www.luc.fi](http://www.luc.fi)

# Sisällys

<b>ESIPUHE</b>	9
<b>KIERTOTALOUSTOIMINNAN KYTKEYTYMINEN OSAKSI KORKEAKOULUTOIMINTOJA</b>	11
<b>INSINÖÖRIELÄMÄÄ KESTÄVYYSKRIISIN KESKELLÄ</b>	19
<b>PROSESSI- JA KAIVOSTEOLLISUUSKLUSTERI</b>	24
Teollisten sivuvirtojen potentiaalit Meri-Lapissa	25
Circular Arctic Infrastructure Materials, CAIM –hanke	33
Kiertotalous nyt ja lähitulevaisuudessa: Case Pohjaset Oy	47
Kaivosten sivukivikasat ja kiertotaloustekninen näkökulma	53
ASC4CE Kiertotalouden arktiset teräsrakenteet	57
Kunnossapito osana kiertotaloutta	63
<b>YHDYSKUNTIENKIERTOTALOUS</b>	68
Rovaniemen kaupungin kiertotaloustoimenpiteet	69
Hanke-esittely: Arctic Energy-Low Carbon Energy Self Sufficient Community	75
Näkökulmia rakennetun ympäristön ja rakentamisen kiertotalouteen	79
<b>UUSIUTUVAT LUONNONVARAT</b>	94
Lapin maaseudun sivuvirrat hyötykäyttöön	95
Biologisten luonnonvarojen käytön tehostaminen – poro- ja kalatalous osaksi Lapin kiertotaloutta	103
Uusiutuva energia ja kiinteistöjen energiatehokkuus osana kiertotaloutta	109
Arktinen älykäs metsäverkosto	115
Hanke-esittely: ROSEWOOD	121
<b>KIERTOTALOUSKOULUTUS</b>	124
KIERTOKOULU – Yritysrajapinnassa toteutettavan kiertotalous ja teolliset sivuvirrat opintokokonaisuuden kehittäminen	125
Kiertotalouskoulutus luonnonvara-alalle ja rakennustekniikkaan.	131
Kiertotalousosaamista ammattikorkeakouluihin	135

Ongelmaperusteinen oppiminen kiertotalouden opintokokonaisuuden määrittelyssä: Case Tapojärvi . . . . .	141
Tuikku – Oppimisprojektista kiertotalousyrittäjyyteen. . . . .	147
Kiertotalous Innovaatiojohtamisen opintojakson teemana YAMK -opetuksessa . . . . .	155
Kiertotaloutta rekursiivisena oppimisprosessina . . . . .	161
<b>LOPPUSANAT . . . . .</b>	<b>170</b>
Kiertotalouden tulevaisuuden haasteet . . . . .	171







# Esipuhe

Kiertotalous on noussut kansainväliseksi megatrendiksi. Luonnonvarojen älykäs käyttö ja huoli ilmastonmuutoksesta pohjoisilla alueilla on vaikuttanut Lapin alueen kiertotalousosaamisen kehittämiseen. Bio-, ja kiertotalous perustuu kestävän kehityksen periaatteisiin, jossa resurssiviisuus ja kestävän talouden periaatteet yhdistyvät. Suomen itsenäisyyden juhlarahaston, Sitran, arvioiden mukaan kiertotalous voi tarjota jopa kolmen miljardin euron vuotuisen arvopotentialin vuoteen 2030 mennessä.

Lapin alue on tunnettu runsaista luonnonvaroistaan. Luonnonvaroja halutaan hyödyntää älykkäästi ja kestävästi kehitystä kunnioittaen. Lapin ammattikorkeakoulu on sitoutunut luonnonvarojen älykkään käytön edistämiseen. Vuodesta 2016 lähtien kiertotalous on ollut Lapin ammattikorkeakoulun strateginen alue. Kiertotalouden kehitystyötä on tehty sekä tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnassa että koulutuksessa. Lisäksi ammattikorkeakoulu on vahvasti mukana Lapin alueen yritysten ja yhteisöjen bio-, ja kiertotaloustoiminnan kehittämistyössä.

Ammattikorkeakoululla on mahdollisuus vaikuttaa aluekehitykseen osaamiskeskittymien, korkeakoulujen tiiviimmän yhteistyön, yritysverkostojen ja kansainvälisen kumppanuuksien kautta. Lapin ammattikorkeakoulun asiantuntijayhteisö mahdollistaa bio- ja kiertotalousosaamisen kehittämisen monialaisesti osaamisrajojen ylittäen. Meillä on mahdollisuus vaikuttaa sekä kansalliseen, että kansainväliseen, ympäristön ja luonnonvarat huomioivaan innovaatio-, ja tutkimustyöhön. Yhteistyö alueen kuntien, kaupunkien sekä yritysten kanssa on osa vahvaa ja pitkäjänteistä Lapin alueen aluekehitystyötä, jolla luodaan uutta elinvoimaa Lappiin myös tuleville sukupolville.

Tämä kokoelma esittelee Lapin ammattikorkeakoulun monialaista bio-, ja kiertotalouden tutkimus-, kehittämis-, ja koulutustoimintaa. Kiitämme kaikkia yhteistyökumppaneitamme. Tervetuloa tutustumaan uudistavaan bio-, ja kiertotaloustoimintaamme. Yhdessä olemme enemmän.

Yhteistyöterveisin,

Riitta Rissanen,  
Rehtori, Toimitusjohtaja  
Lapin ammattikorkeakoulu



# Kiertotaloustoiminnan kytkeytyminen osaksi korkeakoulutoimintoja

Tämä artikkelikokoelma on toteutettu osana Lapin ammattikorkeakoulun kiertotalouteen liittyvän TKI-toiminnan suunnittelu ja kehittäminen (KIERTO TKI) -hanketta (Kuva 1.). Bio- ja kiertotalous on kytkeytynyt lyhyessä ajassa tiiviisti osaksi Lapin ammattikorkeakoulun TKI- ja opetustoimintaa. Kokoelman tavoitteena on esitellä toimintaa kokonaisuudessaan ja erityisesti auttaa hahmottamaan toiminnan monipuolisuus. Kaikkia hankkeita tai meneillään olevia/toteutuneita casejä ei ole mahdollista koota yksien kansien väliin mutta olkoon tämä ensimmäinen laajempi tilannekatsaus bio- ja kiertotalouden jalkautumisesta Lapin ammattikorkeakoulun ja myös Lapin alueen toimintaan.

## JOHDANTO

Kiertotalous on tehnyt ilmiömäisen nousun maailmanlaajuisena megatrendinä muutamassa vuodessa. Maailmalla on havahduttu tilanteeseen, jossa elämme veitsen terällä maapallon kantokyvyn ja käytettävissä olevien luonnonvarojen riittävyyden suhteen. Ihmisen vaikutus maapallon luonnolliseen tasapainoon teollistumisen kautta on selkeästi havaittavissa konkreettisina ilmiöinä kuten ilmaston lämpenemisenä ja sen myötä ilmenneinä sivuvaikutuksina kuten alueellisen kuivuuden lisääntymisenä,



Kuva 1. KIERTO TKI –hankkeen hankeposterit.

jäätiköiden sulamisena, entistä kuumempina ajanjaksoina tai ilmanlaadun heikkene-  
misenä. 1990-luvulta lähtien on keskusteltu ihmisten vaikutuksesta ympäristöön ja  
kuinka negatiivisiin vaikutuksiin pitäisi puuttua. 2000-luvun alkupuoliskolla kestävä  
kehitys ja kiertotalous toivat uutta toivoa ja mahdollisuuksia muuttaa tilannetta.

Lapin ammattikorkeakoulussa havaittiin jo varhaisessa vaiheessa kiertotalouden  
tuomat mahdollisuudet oman toiminnan kehittämässä ja siten myös entistä parem-  
pi mahdollisuus palvella Lapin aluetta ja sen eri osa-alueita omalla toiminnallaan.  
2016 kiertotalous otettiin osaksi ammattikorkeakoulun strategisia painoaloja. Kehit-  
tämistyötä varten varattiin taloudellisia resursseja ja laadittiin kolmen vuoden toi-  
mintasuunnitelma kehitystyön käynnistämistä varten. Organisaatioon rekrytoitiin  
kiertotalouden erityisasiantuntijoita, jotka yhteistyössä TKI- ja opetushenkilöstön  
kanssa lähtivät suunnittelemaan askelmerkkejä kiertotalouden toteuttamiseksi orga-  
nisaationa joka päiväisessä toiminnassa. Kuva 2 esittelee Lapin AMKin kiertotalous-  
toiminnasta kirjoitettua artikkelia Digipolis Magazine-lehteen keväältä 2018.



**Kuva 2.** Lapin AMKin kiertotaloustoimintaa esittelevä artikkeli Digipolis Magazine -lehden 1/2018-numerossa. (Tyni 2018)

## TUTKIMUS-, KEHITYS- JA INNOVAATIOTOIMINTA (TKI)

Lapin ammattikorkeakoulu on TKI-toiminnaltaan vuosi vuoden jälkeen arvioitu  
kärkipäähän Suomen ammattikorkeakoulujen listauksissa. Osaamisalat tunnistavat  
ydinosaamisalueensa ja panostavat TKI-toimintaa näihin suuntauksiin, kuitenkin  
unohtamatta etsiä jatkuvasti uusia mahdollisuuksia laajentaa toimintaa palvelemaan

entistä paremmin Lapin aluetta ja sen yrittäjiä. Kiertotalous sitoutui nopeasti osaksi TKI-toimintaa ja sen havaittiin täydentävän ja tuovan uusia mahdollisuuksia tutkimustoimintaan ja myös uudenlaista yhteistyötä osaamisalojen, yritysten ja tutkimusorganisaatioiden kesken. Keväällä 2019 Lapin AMKissa oli meneillään noin 120 hanketta, joista noin 40 oli kytkettävissä kiertotalouden mukaiseen toimintaan.

Yksi keskeisimmistä kiertotaloustoiminnan hankkeista on vuonna 2017 käynnistynyt Lapin ammattikorkeakoulun kiertotalouteen liittyvän TKI-toiminnan suunnittelu ja kehittäminenhanke, tuttavallisemmin KIERTO TKI. Hankkeen keskeisenä tavoitteena on vahvistaa Lapin elinkeinoelämää parantamalla Lapin AMKin bio- ja kiertotalouteen liittyvää TKI-toimintaa ja edesauttaa näin uusien teollisen mittakaavan hankkeiden toteutumista Lapissa. Hankkeen aikana rakennetaan ammattikorkeakoululle selkeä toimintasuunnitelma bio- ja kiertotaloustoiminnan kehittämiseksi. Hankkeen myötä on toteutettu muun muassa henkilö- ja yrityshaastatteluja oman osaamisen sekä yritysten toiveiden ja tavoitteiden kartoittamiseksi. Lisäksi hanke ja Lapin AMKin oma panostus kiertotaloustoiminnan edistämiseen on mahdollistanut aktiivisen verkostoitumisen muihin kiertotalouden parissa toimiviin korkeakouluihin ja tutkimusorganisaatioihin (Kuva 3 ja 4.).



**Kuva 3.** Verkostoitumista kiertotalouden merkeissä Lappeenrannan teknillisellä yliopistolla kesällä 2018 (yläkuva.) ja Kiinassa, Pekingissä, toukokuussa 2018 (alakuva.).



**Kuva 4.** Lapin AMKin asiantuntija mukana Raw Material Week:llä marraskuussa 2017 (vas.) ja Göteborgissa järjestetyssä Circular Materials -konferenssissa maaliskuussa 2018 (oik.).

Teollisuus ja luonnonvarat-osaamisalalla kytkös kiertotalouden periaatteiden mukaiseen toimintaan oli selkeä alusta lähtien. Osa toiminnasta on vuosien ajan toiminut kiertotalouden periaatteiden mukaisesti. Tällä hetkellä bio- ja kiertotaloustoiminta jakaantuu kolmeen ydinalueeseen: teollisuuden sivuvirtoihin, yhdyskunta, maanrakennus- ja rakennustekniikkaan sekä maaseutuun liittyvään toimintaan. Yhteistyö Kaupan ja kulttuurin osaamisalan kanssa on tuonut uusia näkökulmia kummankin alan työn tekijöille. Ei ole kuin ajan kysymys, kun yhteistyö bio- ja kiertotalouden puitteissa laajenee käsittämään poikkitieteellisesti kaikki Lapin AMKin ydintoiminnan alueet.

Uusien TKI-hankkeiden sisällöissä on ollut jo selkeästi havaittavissa bio- ja kiertotalouden teeman kytkeytyminen toimintaan ja kehitystyöhön. Myöskin alueella toimivilta kaupungeilta, kunnilta ja yrityksiltä nousee jatkuvana virtana uusia ajatuksia ja ideoita oman toimintansa kehittämiseksi. Kiertotalous toimii yhdistävänä tekijänä isolla alueella ja hyvinkin erityyppisten toimijoiden keskuudessa. Keskustelun lähtökohtana on monesti toiminut hullultakin kuulostava ajatus tai idea, joka oikeiden ihmisten löytäessä toisensa saakin siivet alleen ja yksi askel eteenpäin on jälleen otettu. Näiden askelien kautta Lappia ja Lapin alueen toimijoita odottaa varmasti mitä mielenkiintoisin tulevaisuus.

## KIERTOTALOUSKESKUS

Vuosi 2017 oli monella muullakin tapaa menestyksekkäs vuosi Lapin aluekehitykselle. Kesäkuussa 2017 Sitra julkaisi päätöksensä tukea Kemiin perustettavaa valtakunnallista bio- ja kiertotalouskeskusta. Päätös sijoittaa keskus Kemiin vahvasti kiertotalouden roolia alueellisen kehityksen kärkiteemana ja osoitti myös jo tehdyn työn olevan oikealla suunnalla. Kiertotalouskeskus (2018) on Kemin Digipolis Oy:n, Lapin ammattikorkeakoulun ja Kemin kaupungin yhteistyön tulos, jossa yhdistyvät Digipoliksena vahva osaaminen yrityskehitys- ja klusteritoimijana sekä Lapin AMKin koulutus- ja TKI-toiminta. Lapin AMK ja Digipolis muodostavat hyvän, toistensa osaamista täydentävän parin, jonka kautta edes autetaan alueellista kehitystyötä mahdollisimman monipuolisesti. Kiertotalouskeskuksen toimintamallia on kehitetty osana KIERTO TKI-hanketta. (Kiertotalouskeskus 2018)

## OPETUS

Ammattikorkeakoulun päätehtävänä on kouluttaa ajan tasalla olevia ammattilaisia, jotka siirtävät osaamisensa alueen yritysten osaamista täydentämään. Bio- ja kiertotalous on haluttu kytkeä laajasti myös osaksi opetustyötä. Opetuksen sisältöjen kehittämiseksi Lapin ammattikorkeakoulu on saanut tukea sekä alueelliselta ELY-keskuskelta, että Sitralta ja Opetus- ja kulttuuriministeriöltä. Ammattikorkeakoulussa on meneillään viisi koulutuksenkehityshanketta:



- KIERTOKOULU – Yritysrajapinnassa toteutettavan kiertotalous ja teolliset sivuvirrat opintokokonaisuuden kehittäminen (ELY-keskus)
- KITAKO – Kiertotalouden opetuksen kehittäminen (Sitra)
- Bio- ja kiertotalouden muuntokoulutus (OKM)
- Kiertotalousosaamista ammattikorkeakouluihin - Kierto AMK (OKM, kärkihanke)

Näistä koulutuksen kehityshankkeista on laadittu omat esittelynsä osaksi tätä kokoelmaa.

Kantavana ajatuksena kiertotalouskoulutuksen kehitystyössä on ollut tarjota opiskelijoille mahdollisuus kehittää kiertotalousosaamistaan osana opintojaan, siten että kiertotalous täydentää niitä. Koulutuksen kiertotalousteemaisissa kehityshankkeissa huomioidaan myös opintojaksojen soveltuvuus yritysten henkilöstön koulutustarpeisiin. Yksittäisiä opintojaksoja tai pienempiä kokonaisuuksia suorittaen työntekijällä on mahdollisuus päivittää osaamistaan töiden ohessa. Monimuoto-opintoja on myös mahdollista suorittaa ympäri Suomen eli sijaintikaan ei ole este opinnoille.

## VIESTINTÄ

Viestinnän merkitys on korostunut bio- ja kiertotalouden mukaisen toiminnan kehitystyössä ja jalkauttamisessa osaksi oman organisaation toimintaa. Lisäksi uudenlaisen toiminnan sitouttaminen osaksi alueen toimintaa tarvitsee vahvaa tiedotusta monen eri kanavan kautta. Kiertotalouden ja sen toimintaperiaatteiden tunnettuuden kasvattaminen vaatii pitkäjänteistä työtä ja tässä ammattikorkeakoulun volyyymi on eduksi. Sidosryhmien tunnistaminen ja kohdennetun viestinnän ohjaaminen vaativat suunnitelmallisuutta

Viestintää voidaan toteuttaa monin eri tavoin ja monenlaisille kohderyhmille. Kulueneen vuoden aikana on järjestetty kiertotalousteemaisia seminaareja, laadittu tiedotteita ja julkaisuja hankkeista, kehitystyöstä sekä ammattikorkeakoulun toiminnasta kiertotalouden parissa. Tapahtumiin on riittänyt osallistujia kiitettävän aktiivisesti sekä Lapin alueelta, että sen ulkopuoleltakin. Toivottavasti ajan myötä erityyppisten tapahtumien järjestäminen monipuolistuu entisestään.

Tärkeä osa korkeakoulutoimintaa on myös tieteellisten julkaisujen laatiminen. Lapin ammattikorkeakoululla on oma verkkojulkaisunsa, Lumen-lehti, jonka 1/2018 numerossa julkaistiin kiertotalouden erityisasiantuntijoiden, Juha-Pekka Snäkinin ja Sanna Tynin, artikkeli ”Kiertotalouden mahdollisuudet Lapissa”. (Snäkin & Tyni 2018) Lisäksi kiertotaloustoiminnasta on kirjoitettu kaksi artikkelia AMK-lehden Kiertotalouden ja resurssitehokkuuden-erikoisnumeroon 1/2018. (Muje & Ranta 2018; Snäkin & Tyni 2018) Myös paikallisissa sanomalehdissä on julkaistu lyhyempiä tiedotteita kiertotaloustoiminnasta Lapin alueella.

## KIRJALLISUUS

- Kiertotalouskeskus. 2018. Hakupäivä 9.11.2018 <http://www.teollinenkiertotalous.fi/>
- Muje, P. & Ranta, A. 2018. Poro- ja kalatalouden biojätteet raaka-aineeksi. AMK-lehti/UAS Journal, 1/2018. Hakupäivä 9.11.2018. <https://uasjournal.fi/1-2018/poro-ja-kalatalous/#1458134585005-b3f22396-5506>
- Snäkin, J.-P. & Tyni, S. 2018. Kiertotalouden mahdollisuudet ja haasteet Lapissa: Alan tutkimus ja osaamisen kehittäminen. Lumen – Lapin ammattikorkeakoulun verkkolehti, 1/2018. Hakupäivä 8.11.2018. <https://blogi.eoppimispalvelut.fi/lumenlehti/2018/04/25/kiertotalouden-mahdollisuudet-ja-haasteet-lapissa-alan-tutkimus-ja-osaamisen-kehittaminen/>.
- Snäkin, J.-P. & Tyni, S. 2018. Kiertotalouden mahdollisuudet ja haasteet Lapissa: Kiertotalouskeskus maakunnan kehittämistyössä. AMK-lehti/UAS journal, 1/2018. Hakupäivä 8.11.2018. <https://uasjournal.fi/1-2018/kiertotalous-lapissa/>
- Tyni, S. 2018. Lapin AMK kiertotalouden pyörteissä. Digipolis Magazine, 1/2018, s. 10-11. Hakupäivä 8.11.2018. [https://issuu.com/digipolis-magazine/docs/dipo\\_magazine\\_1\\_2018\\_lores](https://issuu.com/digipolis-magazine/docs/dipo_magazine_1_2018_lores)





# Insinöörielämää kestävyyskriisin keskellä

## JOHDANTO

Maailma havahtui 1900-luvun lopun kulutusjuhlien jälkeiseen harmaaseen huomieseen 2000-luvun alussa. Lineaarinen tuotanto- ja kulutusmalli oli mahdollistanut nopeasyklisen kertakäyttökulttuuria ihannoivan tuotannon ja kuluttamisen mallin. Hiilitasapainon järkkymisen seuraukset näkyivät ympäri maailman muuttuneena ilmastona, luonnonvarojen hälyttävän nopeana hupenemisena, ekosysteemien muutoksena ja erilaisia hälytyssignaaleja osoittavina ilmiöitä, joiden määrä yleistyi vuosi vuodelta. Tsunamit, hirmumyrskyt, jäätiköiden sulaminen, kuivuus, nälänhätä ja resurssipula lähettivät vahvan viestin koko ihmiskunnalle, että näin ei voida jatkaa.

Nykyinen talous- ja hyvinvointikäsitteemme ovat murrostilassa globaalin kestävyyskriisin vuoksi. Tarvitsemme selkeän suunnanmuutoksen kohti kiertotalouden periaatteiden mukaista toimintaa, jossa korostuu hiilineutraalisuus, vähäpäästöiset toimintamallit, resurssitehokkuus ja älykkäät kestävä kehitystä toteuttavat ratkaisut. Tilanne vaatii myös muutosta ihmisten ajattelu- ja toimintatapoihin suhteessa kuluttamiseen, tuotteiden omistamiseen ja varallisuuteen, jotta talouden kasvu tapahtuu tulevaisuudessa maapallon kantokyvyn rajoissa. (Hartikainen 2016)

Suomella ja muilla Pohjoismailla on mahdollisuus toimia kiertotalouden ja kestävä kehityksen edelläkävijöinä hyvän koulutustasomme ja korkean teknologiaosaamisemme vuoksi. Uudet, innovatiiviset ratkaisut avaavat uudenlaisia markkinamahdollisuuksia jo olemassa olevien toimintojen korvaamiseksi tai rinnalle. Askel kohti roolia ongelmien ratkaisijoiksi, niiden aiheuttamisen sijaan on vain otettava. (Hartikainen 2016)

## VASTATOIMIIN KESTÄVYYSKRIISIÄ VASTAAN

IPCC:n (The Intergovernmental Panel on Climate Change) ilmastoraportit kertovat omaa karua tarinaansa ilmaston muuttumisesta hiilen kiertokulun epätasapainotilan kasvun suhteen. Uusin, sarjan kuudes raportti, julkaistiin syksyllä 2018. Maapallon lämpötila on noussut keskimäärin 1.0 °C verrattuna teollisuutta edeltävään aikakauteen

ja nousun on arvioitu olevan 1,5 °C vuosien 2030-2052 välillä, jos kasvu jatkuu nykyisellä tahdilla. Lämpötilan nousu tulee vaikuttamaan maapallon ilmastoon ja siten myös ekosysteemeihin monin tavoin, minkä vuoksi IPCC on jo aiemmissa raporteissaan kehottanut käynnistämään toimenpiteet ilmaston lämpenemisen hidastamiseksi ja hiilitasapainon palauttamiseksi maapallolla. (IPCC 2018.)

Ilmastonmuutoksen ja kestävyyskriisin välinen kytkös on ilmeinen. Teollistumisen aiheuttamat ongelmat alkavat olla yleisesti tunnustettuja ja niihin on lähdetty hakemaan ratkaisuja. Uusin megatrendiksi noussut ilmiö on kiertotalous, jolla pyritään korvaamaan ja korjaamaan lineaarisen toimintamallin aiheuttamat ongelmat. Syklisen tuotantomallin ja suunnittelun keinoin raaka-aineiden kierrätyksen ja uudelleenvalmistuksen aste pyritään nostamaan 100 prosenttiin. Sa malla pyritään minimoimaan muodostuvien jätteiden määrä ennakoivan suunnittelun keinoin. Eurooppa ja erityisesti Suomi ovat ottaneet erityisen roolin kiertotalouden viemiseksi osaksi kaikkea toimintaa.

Suomen itsenäisyyden juhlarahasto Sitra julkaisi 2016 ensimmäisenä maailmassa kansallisen tiekartan siitä, kuinka kiertotalouteen tulisi siirtyä. Ensimmäinen versio tiekartasta keskittyi kokoamaan yhteen päälinjat, joiden kautta Suomella on parhaat mahdollisuudet muuttaa toimintaa ja toimenpiteet keskitettiin talouden, ympäristön ja yhteiskunnan painopisteille. Syksyllä 2018 julkaistiin kiertotalouden tiekartassa asetettujen tavoitteiden saavuttamisen tilannekatsaus. Kiertotalouden tiekartasta ilmoitettiin julkaistavan uusi versio jo vuoden 2019 alkupuolella ja luonnos avattiin julkiselle kommentoinnille syksyllä 2018. Asiantuntijalausuntojen ja luonnoksen saamien kommenttien pohjalta työstetään uuden tiekartan tavoitteet ja toimenpiteet. Merkittävin ero versioiden välillä on yksilön vaikutusmahdollisuuksien korostaminen; muutoksen kokonaisvaltaiseen läpivientiin tarvitaan niin yrityksiä, hallintoa kuin kansalaisiakin. (Sitra 2018b.)

Kiertotalouden tiekartta 2.0 tulee sisältämään tavoitteet ja konkreettiset toimenpite-ehdotukset niin julkishallinnolle, yrityksille kuin kansalaisillekin kiertotalousajattelun edistämiseksi kaikilla yhteiskunnan osa-alueilla. Julkishallinnon vaikutusmahdollisuuksia ohjaavana toimielimenä ei voi kylliksi korostaa. Toisaalta arvopohjastaan tietoiset ja omilla valinnoillaan vaikuttavat kansalaiset, toimivatpa he sitten kuluttajan, työntekijän tai yrittäjän roolissa, muodostavat suuren vaikuttajajoukon. Tietoisuus eri tuotteiden, palveluiden valintapäätösten sekä arkitekojen ympäristövaikutuksista tulevat muokkaamaan yhteisöllistä toimintakulttuuria. Tämä sosiaalinen ulottuvuus liitettynä kiertotalouteen on noussut esiin myös kansainvälisen tason keskustelussa. (Sitra 2018a; Sitra 2018c.)

## VISIOITA TULEVAISUUDESTA

Alexandre Lemille, Wizeimpact-yrityksen perustaja, on ollut kiertotalouden kehitystyössä mukana vuodesta 2011 lähtien. Hän on korostanut yksilön roolia kiertotalouden edistämisessä. Ihmiset ovat olleet kautta aikain syypää ilmastoon liittyviin ongelmiin. (Lemille 2018.)

Aikamme suurin systeeminen haaste on koetun hyvinvoinnin ja talouskasvun irti kytkeminen luonnonvarojen kulutuksesta. Muuttaako teknologia tulevaisuutemme? Virtualisoituminen, digitalisaatio, keinoäly, kaiken instrumentointi, robotisaatio, energiateknologiat, nanomateriaalit, bioteknologia, farmakologia, globaalit ict- rakenteet, globaalit joukkoalustat, blockchain teknologia tulevat, mutta mitkä inhimilliset rakenteet ne haastavat?

Teknologinen kehitys kytkeytyy inhimillisyyteen koska ihmisen kyvyt korostuvat. Teknologioiden kehittyminen haastaa meidät myös eettiseen pohdintaan siitä, miten vauraudenjako tapahtuu. Milleniaalisukupolven kuluttajakäyttäytyminen osoittaa jo nyt, että olennaista ei ole enää omistaminen vaan tavaroiden ja palveluiden resurssitehokas saatavuus tarpeen mukaan. Ajattelu synnyttää uusia jakamistalouden ansaintamalleja. Uuden sukupolven käsitys hyvinvoinnista on edellistä ikäluokkaa laajempi ja siihen liittyy yksilöä suurempi näkökulma.

Taloudellinen kasvu on perinteisesti järkyttänyt luonnon tasapainoa ja aikaansaanut sen lisäksi myös taloudellista epätasa-arvoa ihmisten välillä. Kiertotalouden seuraavan aallon tulisi sitä vastoin lisätä tasa-arvoa ja kestävyttä. Yksilöiden ja yhteisöjen arvoalinnat kestävän kehityksen edistämiseksi ja tasapainon löytämiseksi tulevat olemaan ratkaisuja kestävyyskriisiin selättämiseen. Myönteinen kehitys on sitä vaikuttavampaa, mitä selkeämmin yksikön ja yhteisön arvoalinnat kulkevat samaan suuntaan ja vahvistavat toinen toistaan. (Lemille 2018.)

Samat toimijat, jotka ovat ongelman aiheuttaneet, voivat olla Lemillen mielestä myös tärkeä osa ongelman ratkaisua. Lemillen käyttämä ilmaus, "Circular Human-sphere", käsitteellistää biologisen ja teollisen kiertotalouden välisen yhteyden ja nostaa esiin yksilön arvoalintojen ja organisatoristen valintojen rajapintaan dialogisen vuoropuhelun tarpeen. Hän esittää, että dialogista vuoropuhelua voidaan myös edistää ja johtaa samalla tavalla kuin biologista kiertotaloutta voidaan ohjata esimerkiksi verotuksen keinoin ja teollista kiertotaloutta muun muassa päästörajoituksin. (Lemille 2018.)

## KAAVAT EIVÄT TOTEUTA TODELLISUUTTA

Perinteiset kaavat, matemaattiset tai toiminnalliset, luovat turvallisuudentunteen siitä, että kaikki on hyvin, jos sen voi todistaa. Tai päinvastoin, on todistettava, jos jokin asia on huonosti tai väärin entiseen verrattuna. Globaali yhteisymmärrys ilmastonmuutoksen olemassaolosta on kuitenkin saavutettu ja taistelu kestävyyskriisiä vastaan on käynnistynyt. Muutos tulee vaatimaan yhteistyö-, mukautumis- ja soveltamiskykyä alasta ja asiantuntijan taustoista riippumatta. (Metropolia 2018.)

Toiminnan muutos vaatii sekä yksilö-, että organisaatiotasolla kykyä sitoutua uudelleen tekemiseen ja etsiä ratkaisuja sieltä, mistä niitä ei välttämättä ole aiemmin osattu etsiä. Totuus on, että sellaisten toimien aika, jotka hidastavat kestävyyskriisiä, on nyt. Käsillä oleva artikkelikokoelma on yksi askel eteenpäin tämän tavoitteen saavuttamiseksi. (Metropolia 2018.) Vaikka taistelun voi hävitä, niin ei koskaan koko sotaa.

## Yhteenveto

Nykyinen talous- ja hyvinvointikäsitteemme ovat murroksessa globaalissa kestävyyskriisissä. Tarvitaan suunnanmuutos kohti kiertotaloutta, jossa korostuvat hiilineutraalisuus, vähäpäästöisyys, resurssitehokkuus ja älykkäät kestäviä kehitystä toteuttavat ratkaisut. Tarvitaan myös muutosta ihmisten ajattelu- ja toimintatapoihin suhteessa kuluttamiseen, omistamiseen ja varallisuuteen. Kiertotalouden seuraavan aallon tulisi lisätä tasa-arvoa ja kestävyttä. Muutos tulee vaatimaan yhteistyö-, mukautumis- ja soveltamiskykyä alasta ja asiantuntijan taustoista riippumatta. Toiminnan muutos vaatii sekä yksilö-, että organisaatiotasolla kykyä sitoutua uudelleen tekemiseen ja etsiä ratkaisuja sieltä, mistä niitä ei välttämättä ole aiemmin osattu etsiä.

## KIRJALLISUUS

- Hartikainen, E. 2016. Kiertotalouden mahdollisuudet Suomelle, Megatrendit 2016. [www.slideshare.net/Ratkaisu100/ernesto-hartikainen-megatrendit-2016-kestavyyskriisi-nyt](http://www.slideshare.net/Ratkaisu100/ernesto-hartikainen-megatrendit-2016-kestavyyskriisi-nyt). Hakupäivä 7.11.2018.
- IPCC. 2018. Intergovernmental Panel on Climate Change, Global Warming of 1.5 °C. Hakupäivä 7.11.2018 <http://www.ipcc.ch/report/sr15/>
- Lemille, A. 2018. Circular Economy 2.0-conference, Sitra ja Institut Francais, Helsinki, 1.11.2018. Hakupäivä 7.11.2018. <https://www.youtube.com/watch?v=JdSv7HFUye8>, (kohdassa 20.00-40.00 min)
- Metropolia, Kestävyyskriisi – haaste ja ratkaisu. 2018. Hakupäivä 7.11.2018 <https://www.metropolia.fi/innovaatiokeskittymat/puhtaat-ja-kestavat-ratkaisut/kestavyyskriisi/>
- Sitra. 2018a. Kierrolla kärkeen, Suomen tiekartta kiertotalouteen 2016-2025. Hakupäivä 7.11.2018. <https://www.media.sitra.fi/2017/02/24032626/Selvityksia117-2.pdf>
- Sitra. 2018b. Luonnos: Kiertotalouden tilannekuva Suomessa 2018. Hakupäivä 7.11.2018 [d2htbfmhc6rwjj.cloudfront.net/attachments/2/9/5/d28ab44f141dfacfb79cfa3e9a35a.pdf](https://d2htbfmhc6rwjj.cloudfront.net/attachments/2/9/5/d28ab44f141dfacfb79cfa3e9a35a.pdf)
- Sitra. 2018c. Luonnos: Kiertotalouden tiekartta 2.0, Kiertotalouden tavoitteet ja toimenpiteet. Hakupäivä 7.11.2018 <https://www.d2htbfmhc6rwjj.cloudfront.net/attachments/f/7/6/2cb6dc97e49ba96b02af7b78ff50d.pdf>





# Prosessi- ja kaivosteollisuusklusteri

# Teollisten sivuvirtojen potentiaalit Meri-Lapissa

## JOHDANTO

Kiertotalousajattelu rakentuu periaatteelle, missä materiaalit kiertävät teollisessa symbioosissa ja tuotteille luodaan lisäarvoa palveluilla ja älykkyydellä. Kiertotalousajattelun tavoitteena on aikaansaada tilanne, missä jätettä syntyy mahdollisimman vähän ja jossa materiaalit säilyttävät arvonsa pysyessään pitkään tuottavassa käytössä. Teollisessa symbioosissa teollisuuslaitokset ovat kaikkia osapuolia hyödyttävässä vuorovaikutuksessa siten, että tietyssä prosessissa syntyvät tarpeettomat materiaalit energiavirrat hyödynnetään toisessa prosessissa. Materiaalien uudelleenkäyttämisen pyritään tekemään mahdollisimman taloudellisesti ja tehokkaasti. (Laukkanen, Dahl & Martikka 2013)

Tämän artikkelin tarkoituksena on luoda katsaus suurivolyymisimpiin teollisiin sivuvirtoihin Meri-Lapissa. Artikkelissa kuvataan keskeisimpien sivuvirtojen hyödyntämispotentiaali sekä herätellään ajatusta laajemmasta businesspotentiaalista. Artikkelin lopuksi pohditaan hieman tulevaisuutta eli sitä, mitä uusia avauksia sivuvirtojen hyödyntämiseksi toivotaan tulevaisuudessa synnyttävän.

## KIERTOTALOUDEN EDELLYTYKSET MERI-LAPISSA

Kemin Digipolis Oy on alueellinen kehitysyritys, jonka tavoitteena on yhteistyössä alueen teollisuuden ja pk-yritysten kanssa kehittää kiertotalouteen perustuvaa liiketoimintaa Meri-Lapissa sekä houkuttaa myös uusia toimijoita etabloitumaan alueelle. Osana tätä työtä Kemin Digipolis Oy on kartoittanut ja ylläpitänyt tietokantaa Meri-Lapin alueen teollisista sivuvirroista vuodesta 2014 alkaen. (Kemin Digipolis Oy 2015)

Meri-Lapin alueella on merkittävä suurteollisuuden keskittymä, joka koostuu metsä-, metalli- sekä kaivannaisteollisuudesta. Alueella syntyy 80 prosenttia Lapin teollisesta tuotannosta ja noin 7 prosenttia koko Suomen viennin arvosta. Teollisuuskeskittymä työllistää tällä hetkellä noin 4 000 henkilöä. Suurteollisuudessa syntyvät sivuvirrat tekevät Meri-Lapin alueesta erittäin mielenkiintoisen teollisen kiertotalouden ja teollisten symbioosien näkökulmasta. Teollisen kiertotalouden uskotaan olevan

Meri-Lapille keskeinen tulevaisuuden kasvualan ja aikaansaavan kehitystä monella tapaa. (Kemin Digipolis Oy 2015)

Meri-Lapin alueella toimiva teollisuus tuottaa vuodessa n. 1,7 miljoonaa tonnia sivutuotteita vuosittain, joita voisi hyödyntää nykyistä tehokkaammin monella eri tavalla. Taulukkoon 1 on listattu edellä mainittujen sivuvirtatuotteiden jakautuminen eri materiaalivirroiksi.

Taulukosta 1 havaitaan, että suurivolyymisimmat sivuvirrat muodostuvat metalli- tai metsäteollisuuden prosesseissa. Erityisesti metalliteollisuuden ferrokromi- ja rosterikuona muodostavat noin 1 000 000 tonnia vuodessa osuudellaan merkittävän sivuvirtajoukon. Toiseksi suurimman ryhmän muodostavat metsä- ja paperiteollisuuden sivuvirrat mutta nämä jäävät kokonaisvolyymiltaan vain satoihin tuhansiin tonneihin vuosittain verrattuna metalliteollisuuden sivuvirtojen määriin. On kuitenkin huomattava, että kyseiset määrät sivuvirtoja muodostuvat suhteellisen pienellä alueella, joka on halkaisijaltaan noin 25 kilometriä (Kuva 1). Suurteollisuuden lisäksi alueella on runsas määrä teollisuuspalveluyrityksiä, jotka mahdollistavat erilaisten kiertotalouden arvoketjujen syntymisen. (Kemin Digipolis Oy 2015; Tolvanen & Hacklin 2015)

Sivuvirta	Määrä t/a
Ferrokromikuona	650 000
Rosterikuona	400 000
Epäkuraantti poltettu kalkki	200-20 000
Kalsiitti + suodatinpöly	60 000
Poltettu/sammunut kalkki	30 000
Vedenpuhdistussakka	20 000
Dolomiitti-tiilijäte	20 000
Kuitusavi	19 800
Kalsiitti	15 000
Bioliete	12 100
Soodasakka	11 400
Lentotuhka	9 800
Kuorimon hiekkurijäte	9 100
Pohjatuhka	5 500
Suodatinpöly	5 000
Kalsiumkarbonaatti	2 700
MgO-C Tiilijäte	2 000
Kalkkijäte	200

**Taulukko 1.** Meri-Lapin teolliset sivuvirrat volumijärjestyksessä (tonnia/vuosi). (Kemin Digipolis Oy 2015)



**Kuva 1.** Kemi-Tornion ekoteollisuusalueen karttakuva (Poikela 2018)

## METALLITEOLLISUUS KIERTOTALOUSTOIMIJANA

Metalli- ja terästeollisuus muodostavat toiminnallaan merkittävän osan alueen energian kulutuksesta. Nämä teollisuuden alat ovat siten myös suuri hiilidioksidipäästöjen lähde. Metalliteollisuudessa muodostuvista valtavista sivuvirtamassoista merkittävä osa on kierrätetty jo vuosikymmenten ajan takaisin prosessia. Outokumpu oyj:n teräksen valmistuksessa käytettävässä raaka-aineessa kierrätysmetallin osuus on jopa 90 prosenttia. Tuotannon sähköntarve katetaan n. 70 prosenttia osuudelta vähähiilillä energianlähteillä. (Kemin Digipolis Oy 2015; Tekniikka- ja Talous -lehti 2018; Tilastokeskus 2015)

Kiristynvä kilpailu ja tiukemmat ympäristövaatimukset pakottavat metalliteollisuuden kuitenkin kehittämään vielä tehokkaampia tuotantoprosesseja sekä edistämään edelleen sivuvirtatuotteiden hyödyntämistä. Outokumpu Oyj onkin mukana lukuisissa tutkimushankkeissa, joiden tavoitteena on kehittää menetelmiä metallurgisten prosessien materiaali- ja energiatehokkuuden, kierrätyksen ja materiaalien uusiokäytön parantamiseksi. Pitkän linjan tavoitteena on jätteen ruostumattoman teräksen tuotantoprosessi, jossa prosessin kaikki materiaalivirrat ovat täysin kierrätettävissä, uudelleenvalmistettavia tai myytävissä markkinoille sivutuotteina. Tutkimuksen ja tuotekehityksen keskiössä ovat metallurgisissa prosesseissa syntyvät sivuvirrat, joista tärkeimpiä ovat kuonat, lietteet, hilseet, jätelämpö ja prosessivedet. Yrityksen tavoitteena on myös tukea tutkimukseen perustuvien innovaatioiden ja uuden liiketoiminnan syntymistä. (Kemin Digipolis Oy 2015; Outokumpu Juha Ylimaunu 2018a).

SSAB, LKAB ja Vattenfall ovat käynnistäneet Hybrit-hankkeen, jonka tavoitteena on hiilidioksidivapaa teräksen tuotanto. Hankkeessa rautamalmipohjaisessa teräksenvalmistuksessa perinteisesti käytetty koksi on tarkoitus korvata vedyllä. Onnistuessaan lopputulos on ainutlaatuinen: teräksenvalmistustekniikka, jonka hiilijalanjälki on käytännössä olematon. (Kemin Digipolis Oy 2015; SSAB 2018)

## METSÄTEOLLISUUS KIERTOTALOUSTOIMIJANA

Myös metsäteollisuuden tavoitteena on raaka-aineiden resurssitehokas käyttö. Metsäteollisuuden kiertotalousajattelun voidaan nähdä ulottuvan ainakin neljälle eri toiminta-alueelle, jotka ovat hankintaketjun vastuullisuus, tuotannon ja prosessien kierto, teollisuuden sivuvirtojen hyödyntäminen sekä materiaalien kierrättäminen. Hankintaketjun vastuullisuus tarkoittaa vastuullista metsänhoitoa uusiutuvan luonnonvaran kasvun turvaamiseksi. Kierto tuotannossa puolestaan tarkoittaa menettelytapaa, missä vesi, kemikaalit ja muut resurssit kiertävät prosessissa useita kertoja. Käytännössä tämä tarkoittaa entistä suljetumpia kiertoja, saman veden uudelleenkäyttöä sekä kokonaan uuden tekniikan hyödyntämistä. (Kemin Digipolis Oy 2015; Tolvanen & Hacklin 2015)

Teollisten sivuvirtojen osalta ollaan metsäteollisuudessa kokonaan uusien ratkaisujen äärellä. Metsä Groupin Äänekoskelle avatun uuden biotuotetehtaan toiminnassa tavoitteena on tuotannon sivuvirtojen 100 prosenttia hyödyntäminen uusiksi

biotuotteiksi ja uusiutuvaksi energiaksi. Äänekosken tehdas toimii täysin ilman fossiilisia polttoaineita, ja tehdas tuottaa uusiutuvaa sähköä noin puolitoista kertaa enemmän kuin se käyttää. (Kemin Digipolis Oy 2015; Metsä Group 2018)

Noin puolet puusta on kuituja ja loput muita ainesosia. Sellun tuotannossa nämä eri aineosat erotetaan kuiduista. Perinteisesti kuidusta erotettu kuori ja ligniini hyödynnetään energian tuotannossa. Nyt näille sivuvirroille haetaan aktiivisesti korkeamman jalostusarvon käyttökohteita. Luonnonvarakeskuksen tutkijat ovat jo valmistaneeet puun kuoresta makuaineita jäätelöön ja säilöntäaineita poronlihalle. Puun kuoresta, joka nyt hyödynnetään pääasiassa energian tuotannossa, voi tehdä antimikrobisia ja antioksidatiivisia aineita säilömään ja maustamaan elintarvikkeita. Kuoresta voi myös irrottaa yhdisteitä rohdosten valmistukseen ja kosmetiikkateollisuuteen, jolloin puun kuorella voitaisiin korvata öljyperäisiä aineita. Stora Enso puolestaan on kehittänyt ligniinipohjaisen materiaalin, joka korvaa fossiilisia materiaaleja päällysteissä ja liimoissa tämä tuote, Lineo™ by Stora Enso, on voittanut Institution of Chemical Engineers (IChemE) -yhdistyksen myöntämän Vuoden innovaatiotuote 2018 -palkinnon. (Institution of Chemical Engineers 2018) Tällaiset innovatiiviset ratkaisut nostavat raaka-aineen kaupallista kilohintaa merkittävästi. (Kemin Digipolis Oy 2015; Luonnonvarakeskus 2018; Stora Enso 2018)

## MERI-LAPIN ALUEEN SIVUVIRRAT JA KIERTOTALOUSAALIPOTENTIAALI

Sivuvirtoja voidaan luokitella eri ryhmiin esimerkiksi sen mukaan, minkälaisiin käyttötarkoituksiin ne ominaisuuksiensa perusteella soveltuvat. Meri-Lapin sivuvirrat on jaoteltu kantaviin materiaaleihin, emäksisiin, orgaanisiin aineksiin, tuhkiin ja tiivistemateriaaleihin. Kullekin materiaaliryhmälle on pyritty löytämään käyttökohteita yleisellä tasolla ja kunkin jakeen osalta on pyritty tunnistamaan merkittävimmät hyötykäyttöä rajoittavat tekijät. (Kemin Digipolis Oy 2015; Ahma Oy 2015)

Volyymeiltään merkittävimpiä sivuvirtoja Meri-Lapin alueella ovat terästeollisuuden prosesseissa syntyvät ferrokromi- ja rosterikuona ja vedenpuhdistussakka sekä metsäteollisuudessa syntyvät soodasakka, bioliete ja lento- ja pohjatuhka. Outokumpu Oyj:n ferrokromin sulatusuunissa muodostuu ferrokromikuonaa noin 650 000 tonnia vuodessa. Rosterikuonaa puolestaan syntyy terästehtaan sulattamalla noin 400 000 tonnia vuodessa. Ferrokromikuonasta on jo pitkään valmistettu CE-merkityjä OKTO-eristeitä ja OKTO-murskeita muun muassa maanrakennusteollisuuden tarpeisiin. Rosterikuonasta puolestaan syntyy CE-merkittyä OKTO-JT- mursketta ja -hiekkaa. Osa rosterikuonasta menee myös yrityksen omaan käyttöön. Kuonien lisäksi terästehtaan prosessien yhteydessä syntyy myös muita sivuvirtoja. Yksi merkittävimmistä on vedenpuhdistussakka, joka on ferrokromiuunien savukaasupesureissa muodostuvaa sakkaa. Sitä syntyy noin 20 000 tonnia vuodessa. Vedenpuhdistussakka on olomuodoltaan kiinteää ja sen vedenläpäisevyys on pientä, jonka vuoksi se soveltuu käytettäväksi tiivistyskerroksessa erilaisissa loppusijoitusrakenteissa. (Kemin Digipolis Oy 2015; Outokumpu Juha Ylimaunu 2018a; Outokumpu 2018b; SSAB 2018)

Metsäteollisuuden sivuvirtoja Meri-Lapin alueella syntyy Stora Enso Oyj:n Veitsiluodon tehtailla sekä Metsä Group Oyj:n Kemin tehtailla. Merkittävimpiä sivuvirtoja ovat soodasakka, bioliete sekä lento- ja pohjatuhka. Soodasakkaa muodostuu poltettaessa mustalipeää ja tätä määrän tuhkan kaltaista materiaalia tuotetaan Meri-Lapin alueella yhteensä noin 12 000 tonnia vuodessa. Soodasakka on viime aikoina ollut suuren mielenkiinnon kohteena, kun tälle toistaiseksi alihyödynnetylle sivuvirralle on pyritty löytämään uusia käyttösovelluksia. Tehtaiden jätevesien puhdistuksen yhteydessä syntyy erilaisia lietteitä, joiden koostumus ja kosteuspitoisuus vaihtelevat riippuen siitä, missä vaiheessa prosessia ne on erotettu. Lietteet menevät usein polttoon, mutta niiden hyödyntäminen muussa käyttötarkoituksessa olisi kannattavaa, sillä korkean kosteuspitoisuuden vuoksi polttaminen ei välttämättä ole taloudellisesti järkevin ratkaisu. (Kemin Digipolis Oy 2015; Luonnovarakeskus 2018; Metsä Group 2018; Stora Enso 2018)

Pohja- ja lentotuhkaa syntyy polttoprosesseissa, joiden raaka-aineena on puu ja kuori. Pohjatuhkaa syntyy vuodessa kahden eri tehdasintegraatin prosesseissa yhteensä noin 5500 tonnia ja lentotuhkaa noin 10 000 tonnia vuodessa. Tässä artikkelissa Meri-Lapin metsäteollisuudessa syntyviä tuhkamääriä ei eritellä tarkemmin syntypaikoittain, vaan luvut ovat eri tehtaiden virtojen yhteissummia. On kuitenkin syytä muistaa, että tuhkat ovat hyvin heterogeenisiä materiaaleja ja niiden laatu ja ominaisuudet riippuvat aina lähtömateriaaleista ja prosessiolosuhteista. Oman haasteensa niiden hyödynnettävyydelle luokkin se, että jokaisen tuhkamateriaalin kohdalla pitää varmistua sen koostumuksesta ja soveltuvuudesta johonkin tiettyyn käyttökohteeseen. (Kemin Digipolis Oy 2015; Luonnovarakeskus 2018; Stora Enso 2018)

SMA Mineral Oy:n Röyttän kalkkitehtaalla syntyy vuosittain 15 000 tonnia hienojakoista kalsiittia, jota ei voida hyödyntää kalkkiuunilla. Lisäksi tehtaalla syntyy kalkkiuunin savukaasuista suodatettua kalkkiuunipölyä noin 2500 – 4000 tonnia vuodessa. Tämä suodatinpöly koostuu kalsiitista ja poltetusta kalkista. Häiriötilanteiden ja seisokkien yhteydessä tehtaalla syntyy myös epäkuranttia eli osittain palanutta kalkkimateriaalia. Koska tätä sivuvirtaa syntyy vain häiriötilanteissa, sen vuosittaiset syntymäärät vaihtelevat paljon, noin 200 tonnista 2000 tonniin vuodessa. Tehtaan sivuvirtatuotteet ovat tuotteistettuja. Alitekalsiittia voidaan hyödyntää esimerkiksi savukaasujen puhdistuksessa, pH:n säätöön sekä eläinrehun raaka-aineeksi. Suodatinpölyä voidaan hyödyntää esimerkiksi maanparannukseen. (Kemin Digipolis Oy 2015)

## YHTEENVETO

Sivuvirtojen tämänhetkinen hyödyntämistä Meri-Lapissa vaihtelee virtakohtaisesti. Yleisellä tasolla voidaan todeta, että tutkimustyötä ja yleistä kiinnostusta sivuvirtoihin liittyen on ollut paljon. Tästä huolimatta on vielä paljon materiaalivirtaa, joka jää hyödyntämättä tai joka hyödynnetään vaivallisesti. Edellytykset teollisten symbioosien luomiselle ovat vahvat ja erilaiset pilotit ja kokeilut ovat antaneet lupaavia tuloksia siihen suuntaan, että teollisten sivuvirtojen laajamittainen hyödyntäminen teollisissa symbiooseissa Meri-Lapin alueella on mahdollista. Kuonatuotteiden hyödyntämisestä on Meri-Lapin alueella jo pitkä kokemus. Tulevaisuudessa kuonaa varmasti hyödynnetään korkeamman jalostusasteen tuotteissa kuten erilaisissa betoni- ja geopolymeerituotteissa. Lisäksi sivuvirtatuotteille voidaan nähdä suuri hyödyntämispotentiaali kaivannaisteollisuudessa, missä teollisuuden sivuvirtatuotteita voidaan käyttää maarakentamisessa ja tiivistämisessä sekä myös neutralointimateriaalina.

Sivuvirtamateriaalien täytyy läpäistä tiukat seulat ennen kuin niitä voidaan hyödyntää esimerkiksi lannoite- tai rakennusmateriaalina. Joskus materiaalin hyödyntämistä saattaa haitata esimerkiksi se, että materiaalista liukenee liian suuria pitoisuuksia haitallisia aineita. Tuottamalla synteetit tuotteita, eli yhdistämällä eri jakeita, voidaan laimentaa haitta-aineiden pitoisuuksia sekä joissain tapauksissa myös sitoa haitta-aineita.

Suurin haaste kiertotalouteen siirtymisessä ei kuitenkaan liity materiaalien tekniisiin ominaisuuksiin, vaan siihen, että tarvitsemme kokonaan uudenlaisia innovaatioita sekä niihin liitettäviä rahoitus-, logistiikka- lupamenettely- ja liiketoimintamalleja. Kiertotaloudessa on kyse kokonaisvaltaisesta ekosysteemisestä muutoksesta. Tällaiset muutokset eivät koskaan synny helposti. Tulevaisuudessa eri prosessien sivuvirtoja soisi yhdistettävän toisen toimialan prosesseihin ennakkoluulottomasti. Teollisuusyritykset hyödyntävät jo nykyään tehokkaasti omia sivuvirtojaan ja säästävät näin esimerkiksi ostokemikaalien hankinnoissa. Teollisia symbiooseja rakentamalla voidaan edistää tällaisen toiminnan syntymistä myös eri yritysten välillä.

Tulevaisuuden toivoisi tuovan tullessaan myös kokonaan uusia materiaaleja. Esimerkkinä mainittakoon tekstiilit, jotka valmistetaan kierrätetyistä selluloosakuiduista korvaamaan ja täydentämään muuten ympäristöä ja vesitasetta rasittavaa puuvillan tuotantoa. Uudistamalla sivuvirta-ajattelua ja kohdentamalla innovaatiot paitsi oman toimialan, myös muiden liiketoimintamallien kehittämiseen, voidaan sivuvirtojen hyödyntämisestä saada kaupallisesti kestäviä menestystarinoita.



## KIRJALLISUUS

- Ahma Oy. 2015. Selvitys Kemins Digipolis Oy:lle teollisuuden sivu- ja jätevirtojen käyttökohteista Pohjois-Suomen alueella.
- Institution of Chemical Engineers. 2018. Technology that converts household waste into green gas to heat UK homes wins big at IChemE Awards. Hakupäivä 13.11.2018. <https://www.icheme.org/about-us/press-releases/technology-that-converts-household-waste-into-green-gas-to-heat-uk-homes-wins-big-at-icheme-awards/>.
- Kemins Digipolis Oy. 2015. Arktisen teollisuuden sivuvirrat hanke 20.11.2013 – 30.6.2015. Tiivistelmä.
- Laukkanen, T., Dahl, O. ja Martikka, M. 2013. Teollisuuden ympäristöasioiden hallinta. Aalto-yliopiston julkaisusarja Tiede + teknologia 1/2013.
- Luonnonvarakeskus. 2018. Kuori on hyötyaineiden aarreaita. Hakupäivä 13.11.2018. <https://www.luke.fi/kuori-on-hyotyaineiden-aarreaitta/>.
- Metsä Group. 2018. Kiertotalous – päivittäistä toimintaa ja esimerkkejä. Hakupäivä 14.11.2018. <https://www.metsagroup.com/fi/Media/Pages/Case-kiertotalous-paivittaisia-toimia-ja-esimerkkeja.aspx>
- Outokumpu Juha Ylimaunu. 2018a. Circular economy in practise – case Outokumpu, esitysmateriaali, 5/2018. Hakupäivä 13.11.2018. <http://arcticbiocapital.com/wp-content/uploads/2018/05/Juha-Ylimaunu.pdf>
- Outokumpu. 2018b. Recycling and production. Hakupäivä 13.11.2018. <https://www.outokumpu.com/fi-fi/sustainability/environment/recycling-and-production>
- Poikela, K. 2018. Kemi-Tornio industrial circular economy centre and network cooperation of Finnish ecoindustry parks with Sitra. Esitys 24.5.2018. Hakupäivä 14.11.2018. <http://arcticbiocapital.com/wp-content/uploads/2018/05/Kari-Poikela.pdf>
- SSAB. 2018. HYBRIT – Toward fossil-free steel. Hakupäivä 13.11.2018. <https://www.ssab.fi/ssab-konserni/kestava-kehitys/kestavat-toiminnot/hybrit?dcFilter=&dcSearch=>
- Stora Enso. 2018. Lineo™ by Stora Enso – A future of opportunities. Hakupäivä 13.11.2018 <https://www.storaenso.com/en/products/lignin/lineo>
- Tekniikka- ja Talous –lehti. 2018. Hakupäivä 12.11.2018. <https://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/metalli/6-9-miljoonaa-metallin-kiertotaloustutkimukseen-suomessa-kilpailu-ja-tiukemmat-ymparistovaatimukset-pakottavat-6748268>
- Tilastokeskus. 2015. Teollisuuden tilastot. Hakupäivä 14.11.2018. <http://www.stat.fi/til/teul/index.html>
- Tolvanen, T. & Hacklin, P. 2015. Kemins Digipolis Oy:lle logistiikkaselvitys Meri-Lapin teollisuuden sivu- ja jätevirtojen kuljetuksista Kittilän ja Sodankylän alueelle.



# Circular Arctic Infrastructure Materials, CAIM –hanke

## HANKKEEN KUVAUS

Circular Arctic Infrastructure Materials (CAIM) on Kemian Digipolis Oy:n sekä Lapin ammattikorkeakoulun yhteishanke, joka toteutettiin vuosina 2017-2018. Hankkeeseen osallistui lisäksi Kemian kaupunki, Outokumpu Chrome Oy, Stora Enson Veitsiluodon tehdas, Ecolan Oy ja Veljekset Toivanen Oy. Hankkeen tavoitteena oli pilotoinnin avulla saada aikaan yhteistoimintamalli, jossa parannetaan pk-yritysten kokemuseräistä osaamista sivuvirtamateriaalien infrarakentamiskäytössä, julkisista hankinnoista vastaavien tietoisuutta sivuvirtamateriaalien soveltuvuudesta infrarakentamisen käyttökohteissa ja TKI-osaamisen kytkemistä liiketoiminnalliseen kehittämiseen. Hankkeessa tavoitteena oli lisäksi pienentää neitseellisten luonnonmateriaalien käyttöä infrarakentamisessa. (Lapin liitto 2014; Smarter than rock 2012.)

Hankkeessa tutkittiin kolmen sivutuotteen toimittajan, Outokumpu Chrome Oy Tornion tehtaan, Stora Enso Oyj Veitsiluodon tehtaan ja Ecolan Oy:n tuotteiden soveltuvuutta maarakentamiseen. Koerakenteeksi valittiin Kemian kaupungin alueella sijaitseva Koululaisenpolun kevyen liikenteen väylä. Kohde on noin 160 metriä pitkä ja se peruskorjattiin kesällä 2017. Kohteessa tutkittiin kolmea sivutuotetta neljässä erilaisessa rakennevaihtoehdossa. Rakenteita verrattiin routivuuden osalta. Vertailurakenteeksi tehtiin yksi tieosa luonnonmateriaalista eli hiekasta. Kuvassa 1 on esitetty kokeen sijainti.



**Kuva 1.** Koululaisen polun sijainti (Kemian kaupunki 2018)

## HANKKEEN RAKENNUSKOHDDE

CAIM-hankkeen testialue, Koululaisenpolku, on 160 metriä pitkä kevyenliikenteen väylä. Testialue jakautui viiteen eri osuuteen, joista neljä rakennettiin hankkeen testauksessa olevasta sivutuotteesta ja yksi luonnonmateriaalista, hiekasta. OKTO-eristettä käytettiin kahdella osuudella erilaisilla kerrospaksuuksilla sekä pohjatuhkaa, Fill-R -tuotetta ja hiekkaa jokaista yhdellä osuudella. (Juola 2018)

Testialue varustettiin mahdollisia tulevaisuuden hankkeita silmällä pitäen kantavaan kerrokseen sijoitettavilla putkilla. Näiden asennus mahdollistaa päällysteen alle sijoitettavien sensoreiden tai muun instrumentoinnin mahdollisen myöhemmän asentamisen. Putket asennettiin kantavan kerrokseen poikittain 10 metrin välein koko testi alueen pituudelta. Kuvassa 2 on kuvattu putkien asennusta.

Rakenteiden käyttäytymistä seurattiin termisen talven yli vuosina 2017–2018. Tutkimuksessa tarkkailtiin sivutuotteiden ominaisuuksia suodatin-kerroksena, roudan etenemistä rakenteessa sekä rakenteiden routanousua. Seuranta toteutettiin 2 metriä pitkillä routantureilla, joita asennettiin yksi jokaiselle osuudelle. Routanousut määritettiin korkeusmittauksin päällysteen päältä ennen talvea ja maaliskuun 2018 viimeisellä viikolla sekä roudan sulettua kesäkuun 2018 alussa.

Korkeusmittaukset suoritettiin Kemin kaupungin toimesta. Kuvassa 3 on esitetty rakenteiden lämpötilamittauksissa käytetty routa-anturi.



**Kuva 2.** Putkien asennus testialueelle, Fill-R-rakennekerrokseen (Juola 2018)



**Kuva 3.** Routa-anturi (Juola 2018).

Rakenteet suunniteltiin Tiehallinnon Tierakenteen Suunnittelu -ohjeen ja InfraRYL:n Katuluokan 6 mukaiseksi. Tavoitekantavuudeksi päällysteen päältä valittiin 175 MN/m<sup>2</sup>. Rakenteet mitoitettiin 100 millimetrin maksimi routanousulle. Mitoituspakkasmääräksi valittiin kerran kymmenessä vuodessa esiintyvä pakkasmäärä, 48000 Kh. Rakenteiden mitoituksen suoritti Ahma Ympäristö Oy. Kantavuusmitoituksissa ja routanousumitoituksessa ei ole huomioitu rakennekerrosten alapuolella olevaa 200 millimetrin salaojakerrosta. (Tiehallinto 2004; Juola 2018.)

## RAKENNUSVAIHEEN HAASTEET

Rakennevaihtoehtojen yhtenä tavoitteena oli tutkia OKTO-eristeelle minimipaksuus, jolla se toimii yhdistettynä suodatinkerroksena sekä jakavana ja kantavana kerroksena kevyenliikenteen väylässä. Pohjatuhkaa ja Fill-R-kevytkiviainesta tutkittiin suunnittelijan mitoituksen mukaisena suodatinkerroksena. Näiden lisäksi neljänneksi osuudeksi haluttiin luonnonmateriaali verrokki eli tässä tapauksessa hiekka. (Juola 2018.)

OKTO-eristeen käyttö muutettiin suunnitelmista poikkeavaksi rakennusvaiheen aikana rakennuttajan eli Kemin kaupungin esityksestä. OKTO – rakenteeseen lisättiin jakava ja kantava kerros. Tämän lisäksi pohjatuhkaa ei kyetty kesän aikana tuottamaan alkuperäisen suunnitelman vaatimaa määrää, joten pohjatuhkalle varattua osuutta pienennettiin 15 metrin pituiseksi. Puuttuva osa tehtiin korvaavaksi OKTO-eristeellä pohjatuhkan rakennesuunnitelman mukaisesti ilman alusrakenteen päälle asennettavaa suodatinkangasta.

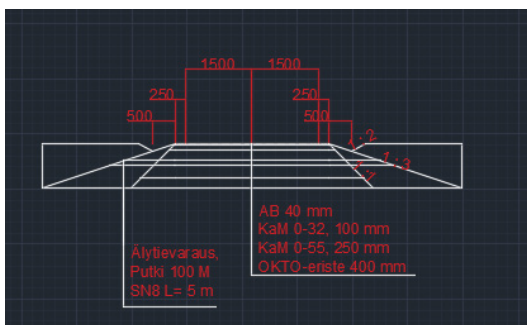
Alkuperäisen rakentamissuunnitelman mukaan rakentaminen oli tarkoitus toteuttaa neljässä osassa, jotka olivat 50 metriä OKTO-eristettä, 10 metriä hiekkaa, 50 metriä pohjatuhkaa ja 50 metriä Fill-R-kevytkiviainesta. Rakentaminen toteutettiin kuitenkin viitenä erillisenä osana, jotka olivat 50 metriä OKTO-eristettä (OKTO-1), 10 metriä hiekkaa, 15 metriä pohjatuhkaa, 35 metriä OKTO-eristettä (OKTO-2) ja 50 metriä Fill-R-kevytkiviainesta. Koerakennesosat ovat hankkeessa nimellä OKTO-1, Hiekka, Pohjatuhka, OKTO-2 ja Fill-R. (Juola 2018.)

## KOETIEN RAKENTEET

### OKTO-1 rakenne

OKTO on Outokumpu Oy:n Ferrokromituotannossa muodostuvasta ferrokromikuonasta valmistettua materiaalia. OKTO-eriste toimitettiin suoraan rakennusvaiheessa rakennuskohteeseen Outokumpu Oy:n Tornion tehtaalta. OKTO -eristeen E-moduulina

käytettiin mitoituksessa 100 MN/m<sup>2</sup>. OKTO-1 rakenne on paaluvälillä 0-50 metriä. OKTO-1 rakenteen poikkileikkaus on esitetty kuvassa 4. (Destia 2018; Juola 2018)

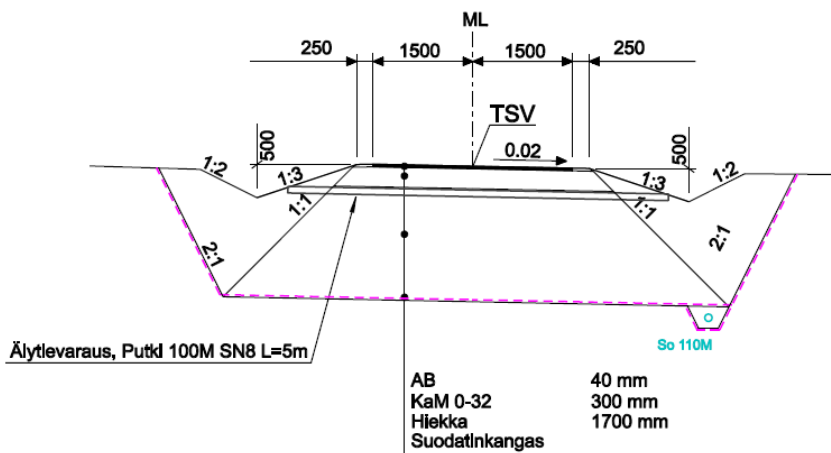


**Kuva 4.** OKTO-1 Rakenteen poikkileikkaus (Juola 2018).

### Hiekkarakenne

Hiekkaosuus rakennettiin luonnonkiviverrokkina sivutuotteille. Mitoituksessa hiekan E-moduulina käytettiin 70 MN/m<sup>2</sup>. Hiekkarakenne on paaluvälillä 50-60.

Hiekkarakenteen poikkileikkaus on esitetty kuvassa 5 ja kuvassa 6 on kuva hiekkaosuuden rakentamisvaiheesta.



**Kuva 5.** Tyypipoikkileikkaus/hiekkarakenne (Juola 2018)

### Pohjatuhkarakenne

Pohjatuhka on Stora Enson Veitsiluodon tehtaan energian tuotannossa syntyvä sivutuote. Energian tuotannossa peruspolttoaineena käytetään sellutehtaalla raaka-aineista muodostuvaa kuorta, sahanpurua, jätevesilietettä, muuta jätettä sekä turvetta. (Juola 2018)

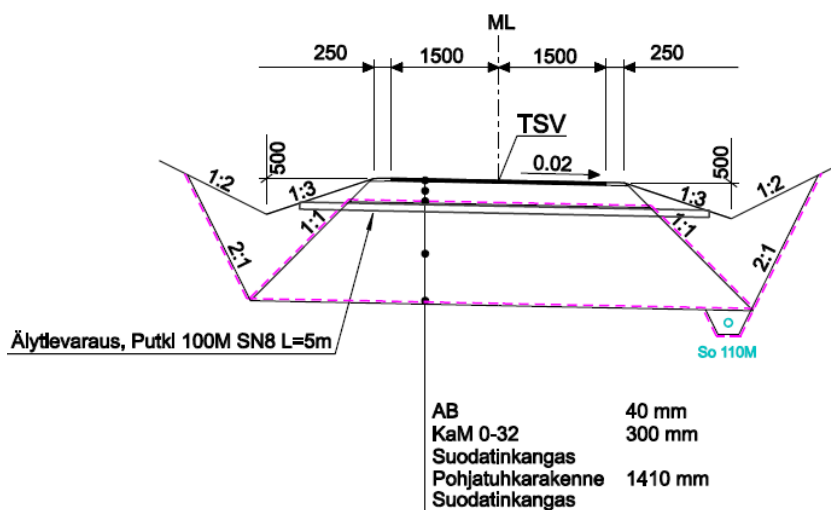


**Kuva 6.** Hiekkaosuuden profiili kaivannosta käsin kuvattuna (Juola 2018)

Pohjatuhka toimitettiin läjityskasoista Veitsiluodon tehtaalta suoraan työmaalle. Pohjatuhkan E-moduuli on mitoituksessa 70 MN/m<sup>2</sup>, joka vastaa hyvälaatuisen hiekan E-moduulia. Suurin ongelma pohjatuhkan käytössä on runsas pölyäminen levitysvaiheessa ja tiivistyksen yhteydessä. Pohjatuhka rakenne on paa-luvälillä 60-75. Kuvassa 8 on pohjatuhkarakenteen poikkileikkaus ja kuvassa 7 on kuva pohjatuhkarakenteen rakennusvaiheesta. (Juola 2018)



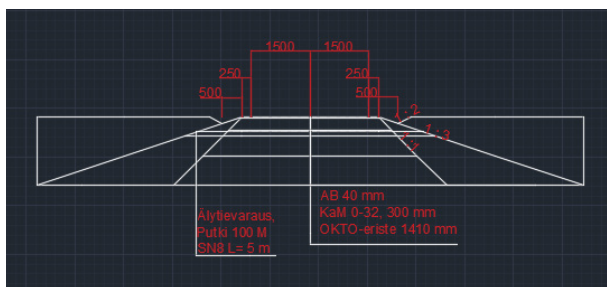
**Kuva 7.** Pohjatuhkan levitys rakenteeseen (Juola 2018)



**Kuva 8.** Tyypipohjatuhkarakenne/pohjatuhkarakenne (Juola 2018)

## OKTO-2 rakenne

OKTO-2-rakenteeseen käytettiin samaa Destian toimittamaa OKTO-eristettä kuin OKTO-1-rakenteeseen. OKTO-eristeen E-moduulina mitoituksessa käytettiin 100 MN/m<sup>2</sup>. OKTO-2 rakenne on paa-  
luvälillä 75-110. Kuvassa 9 on esitetty OKTO-2 rakenteen poikkileikkaus. (Juola 2018)

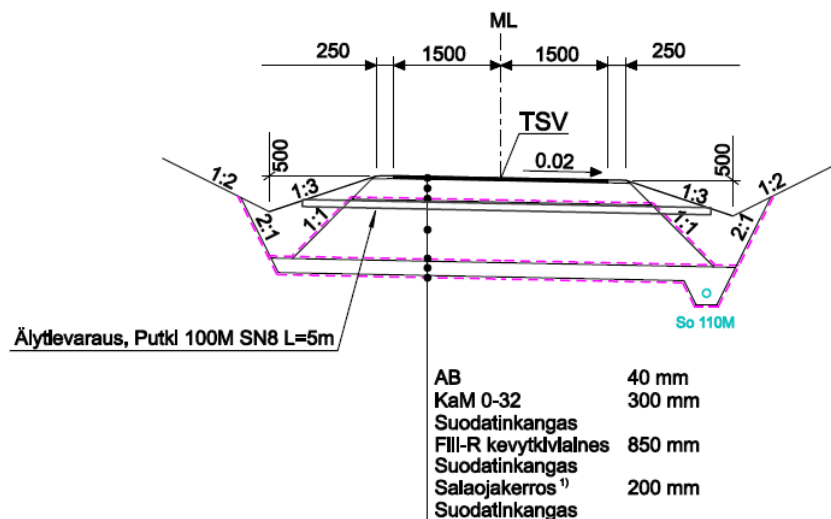


**Kuva 9.** Tyypipoikkileikkaus/OKTO-2-rakenne (Juola 2018)

## FILL-R rakenne

Fill-R on Ecolan Oy:n hydraulisesti sitoutuvasta kuivasta lentotuhkasta rakeistamalla muodostettu, soran rakeisuuden omaava kevytkiviaines.

Kevytkiviaines Fill-R toimitettiin Ecolanin Viitasaaren tehtaalta kesän 2017 alussa rakennuskohteeseen. Työmaalla Fill-R välivarastoitiin läjityskasoihin. Rakenteen mitoituksessa on E-moduulina käytetty 70 MN/m<sup>2</sup>. Fill-R-osuus on ainoa sivutuoterakenteista, joka tehtiin alkuperäisen suunnitelman mukaisesti. Fill-R rakenne on paa-  
luvälillä 110-160. Fill-R rakenteen poikkileikkaus on esitetty kuvassa 10 ja kuvassa 11 on tiivistetty Fill-R-rakennekerros. (Juola 2018)



**Kuva 10.** Tyypipoikkileikkaus/Fill-R-kevytkiviainesrakenne (Juola 2018)



## SEURANTAMITTAUSTEN TULOKSET

Routa-antureiden mittaaman lämpötilatiedon avulla seurattiin roudan etene- mistä rakennekerroksissa. Ilman lämpö- tila saatiin ilmatieteenlaitoksen Kemi – Tornion lentoaseman mittauspisteestä. Pakkasmääräkertymäksi saatiin mittaus- kaudelta yhteensä 29658 °Ch. Termisen talven alkupäivä oli 20.10.2017 ja päätty- mispäivä oli 14.4.2018. (Ilmatieteenlaitos 2018) Seurantamittaustalvi oli suhteelli- sen lauha ja seurantavuoden pakkamää- räkertymä ei ollut lähellä routamitoituk- sessa käytettyä kerran 10 vuodessa esiin- tyvää pakkasmäärää, 48000°Ch. Routa- nousumittaukset suoritti Kemin kau- pungin mittausryhmä. Tulokset on esi- tetty välittömästi rakennusvaiheen jäl- keen päällysteen päältä mitatun korkeu- den ja 26.3.2018 mitatun korkeuden sekä kesäkuussa 2018 mitatun korkeuden erotuksina.

### OKTO-1 rakenteen routasyvyys ja routiminen

OKTO-1-rakenteessa ei ole merkittävää routanousua, taulukossa 1 on kirjattuna tuloksia. Päällysteen reunoilla on routa- nousua enimmillään 25 millimetriä. Vä- häistä routanousua selittää osaltaan vä- littömästi rakennekerroksien alla oleva kallio. OKTO-1 osuudella alusrakenne on lähes routimatonta. (Juola 2018)



**Kuva 11.** Tiivistetty Fill-R-rakennekerros (Juola 2018)



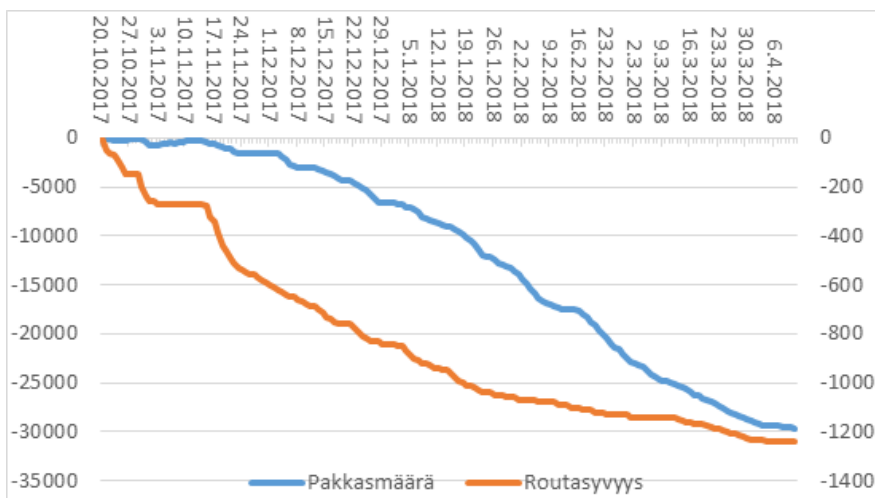
**Kuva 12.** Korkeudenmittaus 26.3.2018 (Juola 2018)

**Taulukko 1.** OKTO-1-osuuden routanousu.

Ero 2017-2018 maaliskuu				Ero 2018 maaliskuu - 2018 kesäkuu			Ero 2017 - 2018 kesäkuu		
PL	Vasen	Kesk. linja	Oikea	Vasen	Kesk. linja	Oikea	Vasen	Kesk. linja	Oikea
6	-0,025	-0,023	-0,021	0	0	0,023	-0,002	-0,005	-0,003
10	-0,024	-0,014	-0,011	0	0	0,018	-0,006	-0,005	-0,005
15	-0,011	-0,011	-0,013	0	0	0,009	-0,002	-0,003	-0,004
23	-0,002	-0,007	-0,007	0	0	0,007	0,005	-0,004	-0,008
28	-0,008	-0,01	-0,01	0	0	0,006	-0,002	-0,003	-0,002
31	-0,011	-0,013	-0,012	0	0	0,011	0	-0,003	-0,001
40	-0,006	-0,008	-0,01	0	0	0,006	0	0	-0,091
48	0,013	-0,006	-0,009	0	0	-0,013	0	-0,001	0,002

Routasyvyysmittausten perusteella routa on edennyt kerrosten läpi alusrakenteeseen ja on 1240 millimetrin syvyydellä. Taulukossa 2 on pakkasmäärä ja routasyvyyskuvaajat.

**Taulukko 2.** Routasyvyys ja pakkasmäärä OKTO-1-rakenteessa (Juola 2018)



### Hiekkarakenteen routasyvyys ja routiminen

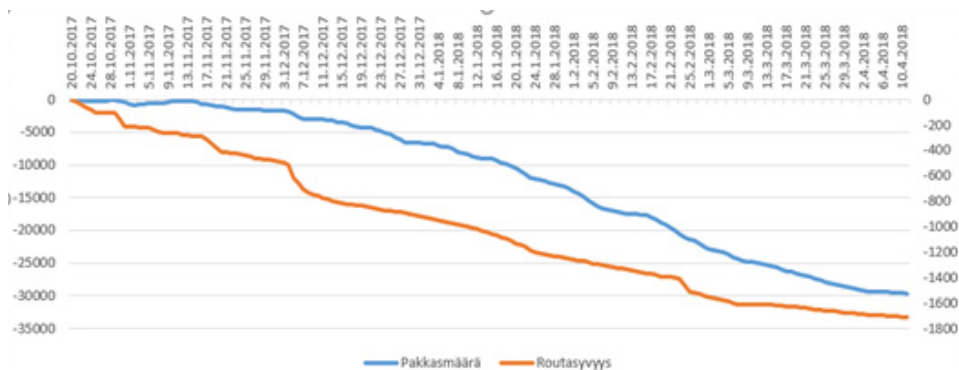
Hiekkaoosuudella ei ole merkittävää routanousua. Päällysteen reunoilla nousua on 2–16 millimetriä. Keskilinjalta nousua esiintyy 1–6 millimetriä.

Hiekkaoosuudella ei ole merkittävää routanousua. Päällysteen reunoilla nousua on 2–16 millimetriä. Keskilinjalta nousua esiintyy 1–6 millimetriä. Taulukossa 3 on hiekkaoisuuden routamittaustulokset ja taulukossa 4 on esitetty pakkasmäärä ja routasyvyys hiekkarakenteessa.

**Taulukko 3.** Hiekkaosuuden routamittaukset (Juola 2018)

Ero 2017-2018 maaliskuu				Ero 2018 maaliskuu - 2018 kesäkuu			Ero 2017 - 2018 kesäkuu		
PL	Vasen	Kesk. linja	Oikea	Vasen	Kesk. linja	Oikea	Vasen	Kesk. linja	Oikea
53	0,016	-0,006	-0,006	-0,011	0,009	0,009	0,005	0,003	0,003
56	-0,002	-0,005	-0,005	0,001	0,003	0,004	-0,001	-0,002	-0,001

**Taulukko 4.** Routasyvyys ja pakkasmäärä hiekkarakenteessa (Juola 2018)



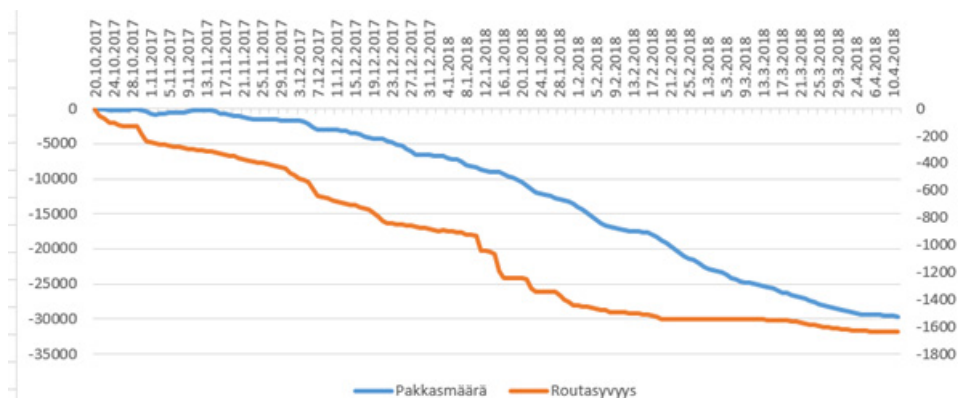
### Pohjatuhkarakenteen routasyvyys ja routiminen

Pohjatuhkarakenteessa ei ole merkittävää routanousua. Päällysteen reunoilla nousua on 2–5 millimetriä. Keskilinjalta nousua esiintyy 2–9 millimetriä. Routa on edennyt pohjatuhkarakenteessa 1640 millimetrin syvyyteen. Alusrakenne on 1750 millimetrin syvyydessä, joten routa ei ole edennyt pohjatuhkarakenteen läpi. Pohjatuhkan paksaus suodatinkerroksena on 1410 millimetriä, yhdistetyn kantavan ja jakavan kerroksen paksuus on 300 millimetriä ja päällysteen 40 millimetriä. (Juola 2018). Taulukossa 5 on pohjatuhkaosuuden routamittauksien tulokset ja taulukossa 6 on esitetty pakkasmäärä ja routasyvyys pohjatuhkarakenteessa.

**Taulukko 5.** Pohjatuhkaosuuden routamittauksien tulokset (Juola 2018)

Ero 2017-2018 maaliskuu				Ero 2018 maaliskuu - 2018 kesäkuu			Ero 2017 - 2018 kesäkuu		
PL	Vasen	Kesk. linja	Oikea	Vasen	Kesk. linja	Oikea	Vasen	Kesk. linja	Oikea
61	0,004	0,001	-0,003	0	-0,002	0,003	0,004	-0,001	0,000
64	-0,004	-0,006	-0,008	0,005	0,005	0,004	0,001	-0,001	-0,004
70	-0,003	-0,009	-0,005	0,003	0,005	0,003	0	-0,004	-0,002

**Taulukko 6.** Routasyvyys ja pakkasmäärä pohjatuhkarakenteessa (Juola 2018)



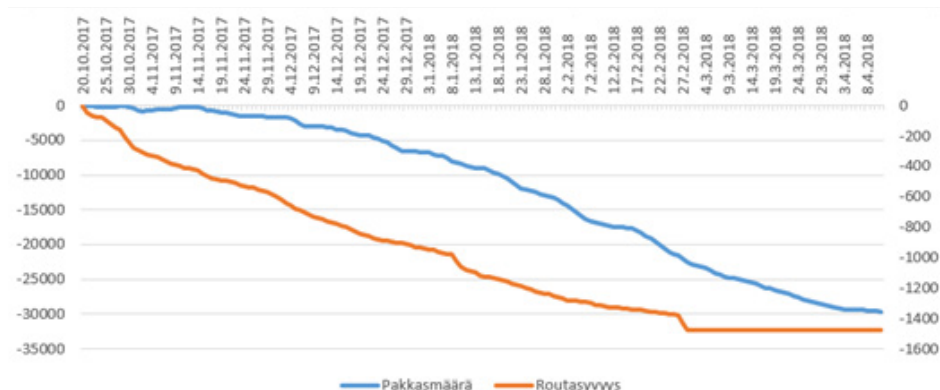
**OKTO-2 rakenteen routasyvyys ja routiminen**

OKTO-2-rakenteessa ei ole merkittävää routanousua (Taulukko 7). Päällysteen reunoilla nousua on 1–6 millimetriä. Keskilinjalta nousua esiintyy 0-4 millimetriä. OKTO-2 rakenteessa routa on edennyt 1480 millimetrin syvyyteen. Alusrakenne on 1750 millimetriä syvyydessä, joten routa ei ole edennyt OKTO-2-rakenteen läpi. OKTO-eristeen paksuus suodatinkerroksena on 1410 millimetriä, kantavan ja jakavan kerroksen 300 millimetriä ja päällysteen 40 millimetriä. Taulukossa 8 on esitetty routasyvyys ja pakkasmäärä OKTO-2-rakenteessa. (Juola 2018) OKTO-2:n routamittaus ei toiminut luotettavasti 1.3.2018 lähtien.

**Taulukko 7.** OKTO-2 -osuuden routanousu (Juola 2018)

Ero 2017-2018 maaliskuu				Ero 2018 maaliskuu - 2018 kesäkuu			Ero 2017 - 2018 kesäkuu		
PL	Vasen	Kesk. linja	Oikea	Vasen	Kesk. linja	Oikea	Vasen	Kesk. linja	Oikea
80	0,002	-0,002	0,002	0,001	0,002	0	0,003	0	0,002
87	0,001	0	-0,005	0,001	0	0,006	0,002	0	0,001
95	-0,004	-0,004	-0,003	0,004	0,002	0,007	0	-0,002	0,004
101	0,006	-0,002	-0,003	-0,002	0,002	0,006	0,004	0	0,003
106	-0,004	-0,004	-0,004	0,003	0,003	0,005	-0,001	-0,001	0,001

**Taulukko 8.** Routasyvyys ja pakkasmäärä OKTO-2-rakenteessa (Juola 2018)



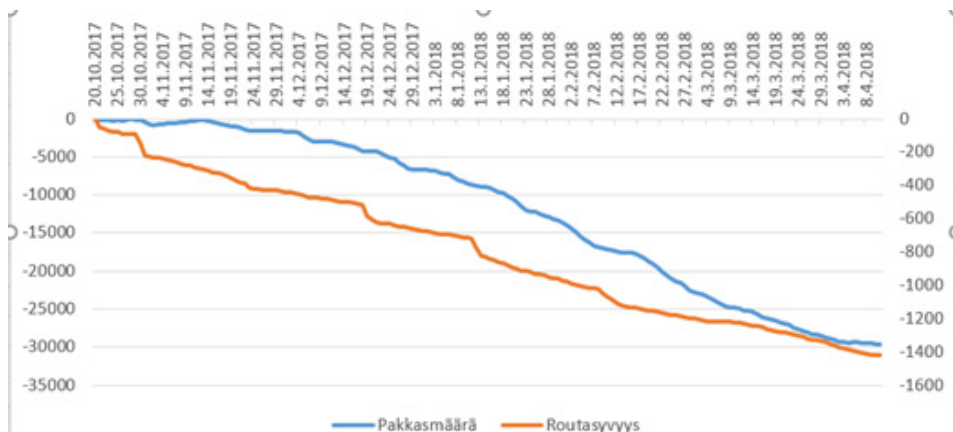
### FILL-R Rakenteen routasyvyys ja routiminen

Fill-R-osuudella esiintyy routanousua enemmän kuin muilla osuuksilla (Taulukko 9). Nousut vaihtelevat reunoilla 23–75 millimetriä ja keskilinjalla 24–76 millimetriä. Nousun määrä kasvaa mitä pidemmälle paaluluku etenee. Fill-R rakenne liittyy ilman siirtymärakennetta vanhan routivan kevyenliikenteen väylän rakenteeseen. Tämä aiheuttaa todennäköisesti kyseisen kasvavan routanousun. Routa eteni Fill-R osuudella 1420 millimetriä syvyyteen. Fill-R-kevytkiviaineksen paksuus suodatin-kerroksena on 850 millimetriä, kantavan ja jakavakerroksen paksuus 300 millimetriä ja päällysteen 40 millimetriä. Taulukossa 10 on esitetty routasyvyys ja pakkasmäärä Fill-R-rakenteessa. (Juola 2018)

**Taulukko 9.** Fill-R-osuuden routanousu (Juola 2018)

Ero 2017-2018 maaliskuu				Ero 2018 maaliskuu - 2018 kesäkuu			Ero 2017 - 2018 kesäkuu		
112	-0,004	-0,006	-0,006	0,005	0,005	0,006	0,001	-0,001	0,000
117	-0,026	-0,024	-0,023	0,023	0,021	0,023	-0,003	-0,003	0,000
124	-0,030	-0,035	-0,046	0,025	0,028	0,042	-0,005	-0,007	-0,004
131	-0,044	-0,044	-0,051	0,040	0,036	0,047	-0,004	-0,008	-0,004
138	-0,052	-0,052	-0,059	0,045	0,044	0,053	-0,007	-0,008	-0,006
144	-0,054	-0,051	-0,061	0,047	0,045	0,059	-0,007	-0,006	-0,002
151	-0,056	-0,054	-0,063	0,049	0,048	0,057	-0,007	-0,006	-0,006
159	-0,070	-0,076	-0,075	0,065	0,064	0,065	-0,005	-0,012	-0,010

**Taulukko 10.** Routasyvyys ja pakkasmäärä Fill-R-rakenteessa (Juola 2018)



## YHTEENVETO

Maa-ainesten lisääntyvä tarve kasvukeskusten laajetessa lisää infrarakentamisen kustannuksia kuljetusmatkojen pidentyessä. Väheneviä maa-ainesvaroja voidaan korvata teollisuuden sivutuotteiden järkevällä hyötykäytöllä. Teollisuuden sivutuotteita tuotetaan usein lähellä taajamia ja näin niiden hyödyntäminen rakentamisessa vähentää luonnonmateriaalien tarvetta ja tuo rakentamiseen kustannussäästöjä.

CAIM- hankkeessa selvitettiin kolmen teollisuuden sivutuotteen, OKTO, pohjatuhka ja Fill-R tuotteiden soveltuvuutta tierakenteen rakennekerrosmateriaaliksi. Koerakenteiden osalta seurattiin roudan etenemistä rakenteessa ja roudan aiheuttamia routanousuja. Tehtyjen havaintojen perusteella rakenteet toimivat suunnitellulla tavalla ja routanousut jäivät selvästi rakenteiden mitoituksen perusteena olleen maksimi routanousun alle. Rakenteiden toimintaa seurattiin ainoastaan yhden pakkastalven ajan. Seuranta-ajan pakkasmäärä jäi huomattavasti alle mitoituspakkasmäärän. Seuranta tulisi jatkaa useamman vuoden ajan.

Koululaisen polulle rakennetut routasyvyysanturit jäivät rakenteeseen ja routasyvyyttä sekä rakenteiden routanousua on mahdollista seurata useampana peräkkäisenä vuonna. Näin saadaan kuvaa rakenteiden toimivuudesta talviolosuhteiden muutosten vuoksi ja rakenteiden toimivuutta pystytään tarkastelemaan pidemmältä ajankaksolta. Alustavasti on sovittu, että Kemin kaupunki suorittaa jatkossa rakenteen seurantamittauksia.

Hankkeen tavoitteena oli pilotoinnin avulla saada aikaan yhteistoimintamalli, jossa parannetaan pk-yritysten kokemukseräistä osaamista sivuvirtamateriaalien infrarakentamiskäytössä, julkisista hankinnoista vastaavien tietoisuutta sivuvirtamateriaalien soveltuvuudesta infrarakentamisen käyttökohteissa ja TKI -osaamisen kytkemistä liiketoiminnalliseen kehittämiseen. Hankkeessa tutkittiin kolmen sivutuotteen toimittajan, Outokumpu Chrome Oy Tornion tehtaan, Stora Enso Oyj Veitsiluodon tehtaan ja Ecolan Oy:n tuotteiden soveltuvuutta maarakentamiseen. Koerakenteeksi valittiin Kemin kaupungin alueella sijaitseva Koululaisenpolun kevyen liikenteen

väylä (160 metriä), joka peruskorjattiin kesällä 2017. Kohteessa tutkittiin kolmea sivutuotetta neljässä erilaisessa rakennevaihtoehdossa. Kohteeseen tehtiin älytievaraus asentamalla putkia mittauksia varten. Tulosten perusteella rakenteet toimivat suunnitellulla tavalla ja routanousut jäivät selvästi rakenteiden mitoituksen perusteena olleen maksimiroutanousun alle. Seuranta tulisi jatkaa useamman vuoden ajan.

## KIRJALLISUUS

Destia Oy. 2018. Hakupäivä 22.1.2018. <https://www.destia.fi/palvelut/kiviaines/okto-tuotteet.html>

Ilmatieteen laitos. 2018. Hakupäivä 22.1.2018. (<https://ilmatieteenlaitos.fi/havaintojen-lataus#!/>)

Juola, H. 2018. Teollisuuden sivutuotteiden hyötykäyttö maarakentamisessa. Opinnäytetyö. Lapin ammattikorkeakoulu.

Kemin kaupunki. 2018. Kaupungin viralliset internetsivut. Hakupäivä 22.1.2018. <http://kartta.kemi.fi/>

Lapin liitto. 2014. Rahoitusanomus CAIM-hanke. Hakupäivä 22.1.2018. [http://www.lappi.fi/lapinliitto/rahoituksen\\_hakeminen](http://www.lappi.fi/lapinliitto/rahoituksen_hakeminen).

Smarter than rock. 2012. Fill-R suunnittelu- ja mitoitusohje tie-, katu- ja maarakenteissa. Viitasaari. Ecolan Oy.

Tiehallinto. 2004. Tierakenteen suunnittelu. Suunnitteluvaiheen ohjaus. Helsinki. Edita Prima Oy.





# Kiertotalous nyt ja lähitulevaisuudessa: Case Pohjaset Oy

Lapin Ammattikorkeakoulun hanke ”Lapin ammattikorkeakoulun kiertotalouteen liittyvän TKI-toiminnan suunnittelu ja kehittäminen” toteutetaan ajalla 1.5.2017 – 31.7.2019. Hankkeen päätavoitteena on laatia Kierto- ja biotalouskeskuksen toimintamalli. Toimintamallin sisältö laaditaan ammattikorkeakoulun TKI-toiminnan ja yritysten tarpeiden kartoittamisen kautta. Tätä tavoitetta varten toteutettiin yritys-haastatteluita, joissa tarkoituksena oli saada selville yritysnäkökulmaa kiertotaloudesta. Tässä case-artikkelissa on tarkoitus käydä läpi Pohjaset Oy:llä tehtyjen haastatteluiden tuloksia ja kertoa kuinka yritys näkee toimintansa kiertotalouden näkökulmasta nyt ja lähitulevaisuudessa.

## POHJASET OY

Pohjaset Oy on 60 vuotta vanha kuljetus- ja logistiikka alan konserni. Yritys toteuttaa kokonaislogistisia palveluratkaisuja. Pohjaset konserni on neljän yrityksen muodostama kokonaisuus. Konsernissa on emoyhtiön lisäksi tytäryhtiöt Pohjaset Recycling Oy (aik. Suomen Hyötymurskaus Oy), Pohjaset Kiinteistöpalvelut Oy, Pohjaset Tehdas- ja Logistiikkapalvelut Oy (aik. PR-Trukit Oy). Koko konsernissa on henkilöstöä yli 100 ja liikevaihto vuonna 2017 oli noin 13 miljoonaa euroa. Markkina-alueina ovat Suomi ja Pohjois-Ruotsi. Koko konsernin asiakkaina ovat metsä- ja energiateollisuus, rakennus- ja taloteollisuus, kaivosteollisuus, kierrätys- ja biotalous. (Pohjaset Oy 2018; Tyni & Puotinen 2018)

Pohjaset Oy:n liiketoiminta koostuu kolmesta liiketoimintayksiköstä, joita ovat: maantiekuljetukset ja terminaalipalvelut, tehdaspalvelut sekä murskaus ja kierrätys. Edelliset liiketoimintayksiköt pitävät sisällään kuljetus- ja terminaalipalvelut, teollisuuden sisäisen logistiikan, kierrätysprosessit ja biopolttoaineratkaisut. Kiertotalouteen panostavia palveluita ovat kierrätysprosessit ja biopolttoaineratkaisut, joita päätoimialan logistiikkaratkaisut tukevat. (Parkkila 2018; Pohjaset Oy 2018)

## KIERTOTALOUDEN NYKYTILA

Kiertotalouden toiminta on keskitetty tytäryhtiö Pohjaset Recycling Oy:lle ja Pohjaset Oy:n toiset yhtiöt liittyvät siihen synergioiden kautta. Vuonna 1980 perustettu Suomen Hyötymurskaus Oy vaihtoi nimensä 7.12.2017 Pohjaset Recycling Oy:ksi. Päätoimialana on kierrätyspalveluiden tuottaminen ja biopolttoaineiden valmistus ja myynti. Yritys tekee toimintaa liikuteltavilla mobiilimurskaimilla ja toiminta on kiertävää muun muassa Kajaani, Kalajoki aina Ivaloon ja Pohjois-Ruotsiin saakka. Lisäksi yrityksellä on kiinteitä toimipaikkoja. Tornion Laivajärvenneellä on energiapuuterminaalit, biomateriaalin keräys ja varastointialue sekä murskaus. Lisäksi Tornioon valmistuva Pirkkiön Ekoasema tarjoaa palveluja ja tuotteita yksityisille ja yrityksille. Urakointia tehdään Oulussa, Ruskossa ja Kempeleellä. Yhtiön hallinto sijaitsee Kempeleellä. Pohjaset Recycling Oy toimii sekä kierrätyspalveluissa että biopolttoaineratkaisuissa asiakkaiden kumppanina ja yritys integroituu osaksi asiakkaiden ydinliiketoimintaa. (Tyni & Puotinen 2018; Parkkila 2018; Pohjaset Oy 2018)

Biopolttoaineet ovat olleet kuvioissa 1998 lähtien, jolloin murskaus aloitettiin mobiililaitteella. Raimo Pohjasen mukaan, ajatus lähti siitä, kun mietittiin, miten saataisiin täysiä paluukuormia paikoilta, missä ei ole mitään tuotantoa. Samaan aikaan Pohjanmaan sahoilla oli ongelmia sivutuotteiden kanssa, joten asiat lokahtelivat sitä myöten paikoilleen ja Pohjaset Recycling Oy hankki ensimmäisen koneen mobiilimurskaukseen. Raimo totesi, että:

*”Sieltä se hyvinkin äkkiä sitten siihen kiertotalouteen tai kierrätykseen alettiin, että tämän on selvästikin semmoinen ala, että tätä tulee aina, että tämän on jatkuvaa ja tässä riittää kehitettävää.”*

*”Nähtiin, että se on ala, jossa on kovasti kehitettävää ja niin kun näkyy, että on vieläkin. Siinä nähtiin paljon mahdollisuuksia.” (Parkkila 2018)*

Pohjaset Recycling Oy:n toiminnassa on kohdattu suuria haasteita. Yksi iso haaste on energiapolitiikka. Varsinkin jos haketta myydään energiaksi. Raimon mukaan:

*”Energiapolitiikka on ailahteleva ja on erittäin vaikea tietää, mitä seuraavat neljä vuotta tehdään. Koneet ja laitteet ovat tosi kalliita, yrittäjällä täytyy olla kova usko asiaan. Jos seuraava hallitus päättääkin, että nyt sitä ei poltetakaan. Meillä ei ole pitkäjänteisyyttä energiapolitiikassa, pitäis olla selkeä mihin tässä mennään.”*

*”Se on iso ongelma ja on aiheuttanut monelle urakoitsijalle ongelmia täällä. Ei tosiaan tiedetä, mihin tämä oikein menee ja mihinkä tässä aletaan satsaamaan.” (Parkkila 2018)*

Toisena isona haasteena kierrätyksessä ovat markkinaväylät, mihin tuotteet saadaan menemään. Kolmantena haasteena on kierrätysmateriaalien käytön lupaprosessi, jota

pitäisi saada entistä kevyemmäksi. Esimerkiksi tuhkan ja vanhojen rakennusten betonimurskeen käyttö maanrakennuksessa ja ekoaseman kenttien kerrosmateriaaleina. Suomessa tarvitaan 843/2017 MARA-asetuksen (Ympäristöministeriö 2018) mukainen lupa. Raimo Pohjanen toteaa:

*”Se on tosi hyvä materiaali. Kenttiä on tehty paljon. Kovasti toivotetaan kierrättämisestä ja kiertotaloudesta, tämmöisissä pitäis sitten hyväksyä, että niitä voidaan sitten käyttää.” (Parkkila 2018)*

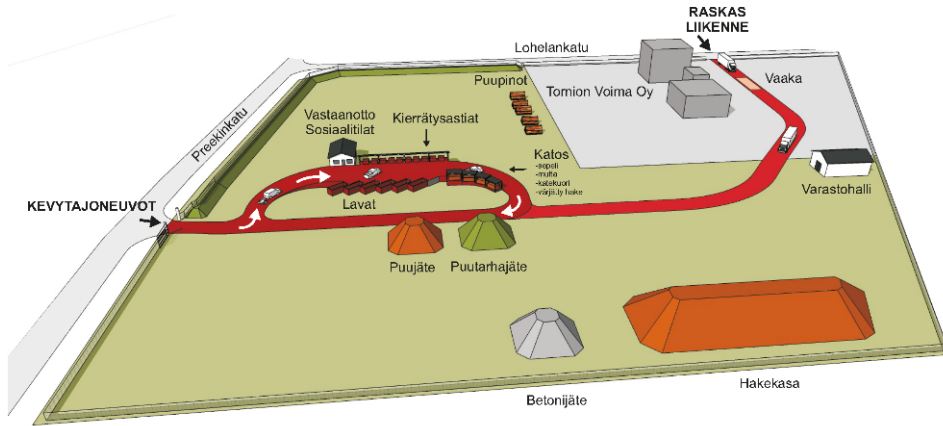
Kiertotalouden ja kierrätyksen nykytila on yrityksessä kaikesta huolimatta valoisa ja kierrätettäviä materiaaleja löytyy. Ne pitää vain osata tuotteistaa ja markkinoida. Haasteiden taklaamiseksi on pyrittävä viemään viestiä päättäjille ja lainsäädännön edustajille ja löydettävä sitä kautta vaikuttamismahdollisuuksia energiapolitiikkaan, asetuksiin ja lainsäädäntöön.

## KIERTOTALOUS LÄHITULEVAISUUDESSA

Pohjaset Oy:n tulevaisuuden strategia on kasvaa ja kehittää yritystä. Yritys pyrkii kasvamaan ja etsimään uusia avauksia liiketoimintaansa. Tavoitteena on, että uudet avaukset palvelisivat olemassa olevia liiketoimintayksiköitä. Yksiköiden välillä on oltaava synergiaa ja toisiaan tukevaa toimintaa. Tavoitteena on olla perheyhtiö, joka tekee kannattavaa tulosta ja jatkumoa seuraaville sukupolville. (Tyni & Puotinen 2018)

Pohjaset Recycling Oy:llä on rakenteilla Tornion Pirkkiöön Ekoasema, joka laajentaa Laivajärven toimintaa. Pirkkiön Ekoaseman rakennustyöt käynnistettiin 23 elokuuta 2018. Alue rakennetaan 2-3 osassa ja tavoitteena on saada alue valmiiksi vuoden 2020 loppuun mennessä. Ekoaseman pinta-ala on 3,5 hehtaaria. Alueen rakentamisessa hyödynnetään Tornion Voima Oy:n voimalaitokselta peräisin olevia sivuvirtoja eli pohja- ja lentotuhkaa. Kantavana kerroksena käytetään kierrätettyä ja murskattua betonia. Betonin myrkyttömyys täytyy tarkastaa ottamalla liukoisuustestit. (Merilapin ympäristölautakunta 2017; Parkkila 2018)

Tornion Pirkkiön Ekoaseman toiminta keskittyy puu-, puutarha- ja biopuolen tuotteisiin. Asema tulee palvelemaan yksityisiä kuluttajia ja pääasiassa yrityksiä. Tarkoituksena on, että asiakkaat toisivat biojätettä kierrätykseen ja samalla he voisivat ostaa peräkärryn täyteen multaa, sepeliä, kiviä, katekuorta, haketta ja mahdollisesti värjättyä haketta. Markkinointi ja myyntipuoli yhdistetään toimintaan, jolloin luontoa säästävää sanonta ”Tuo tullessas ja vie mennessäs” pitää paikkansa. (Parkkila 2018); (Tyni & Puotinen 2018) Kuvassa 1 on havainnekuva Pohjaset Recycling Oy:n Pirkkiön Ekoasemasta. Ekoasemalle voi tällä hetkellä tuoda esimerkiksi; puuta, trukkilavoja, oksia sekä risuja. Paineekyllästettyä puuta ei oteta enää vastaan. Ekoasema sijaitsee osoitteessa Preekintie 85-131, 95450 Tornio. (Pohjaset Oy 2018)



**Kuva 1.** Havainnekuva Pohjaset Recycling Oy:n Pirkkiön Ekoasemasta (Pohjanen 2018)

## YHTEENVETO

Pohjaset Oy on kuljetus- ja logistiikka alan konserni, joka on erikoistunut myös kierto- ja biotalouden sivuvirtoihin pohjautuviin palveluratkaisuihin, kierrätysprosesseihin ja biopolttoaineratkaisuihin. Pohjaset Oy:n päätoimialan logistiikkaratkaisut, sekä eri tytäryritysten synergiat tukevat yrityksen kehitystä. Pohjaset Recycling Oy on pitkänlinjan kiertotalouden edelläkävijäyritys, jonka biopolttoaineiden valmistus on lähtenyt käyntiin jo 1998-luvulta eri paikkakuntia kiertävän liikuteltavan mobiilimurskaimen avulla. Yrityksen kiinteät toimipaikat ovat Keminmaassa sekä Torniossa. Urakointia tehdään kiinteillä paikoilla Oulussa sekä Kempeleessä. Haasteita toimintaan tuovat valtion ailahteleva energiapolitiikka, tuotteiden markkinointiväylien löytäminen sekä kierrätysmateriaalien käytön lupaprosessi. Jatkuva yrityksen kehittäminen, kasvutavoitteet sekä uusien tilojen rakentaminen Tornion Pirkkiöön, avaavat mahdollisuuksia liiketoiminnassa ja kierrätyksessä osana bio- ja kiertotalouden palvelu- ja tuoteratkaisuja.

## KIRJALLISUUS

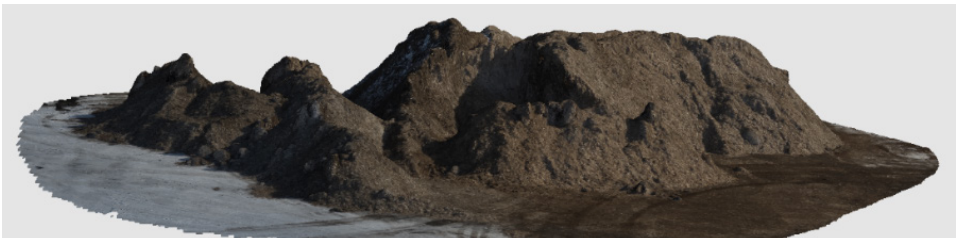
- Meri-Lapin ympäristölautakunta. 3.7.2017. Pohjaset Recycling Oy:n ympäristölupa lento- ja pohjatuhkan hyödyntämiseen teollisuustontin rakennekerroksissa Pirkkiössä kiinteistöillä 851-21-147-11, 851-420-12-83 JA 851-420-53-3 sekä lupa toiminnan aloittamiseen muutoksenhausta huolimatta. Tornio. Hakupäivä 5.11.2018 <https://www.tornio.fi/wp-content/uploads/2018/07/POHJASET-RECYCLING-OYN-Tuhkapaatos.pdf>
- Tyni, S. & Puotinen, T. 2018. Pohjaset Oy. Myyntijohtaja Raimo Pohjasen haastattelu 16.2.2018.
- Parkkila, L. 2018. Pohjaset Oy. Myyntijohtaja Raimo Pohjasen haastattelu 9.11.2018.
- Pohjanen, R. 2018. Havainnekuva Pohjaset Recycling Oy:n Pirkkiön Ekoasemasta. Sähköpostiliite 15.11.2018.
- Pohjaset Oy. 2018. Pohjaset. Hakupäivä 5.11.2018 Kokonaislogististen palveluiden tuottaja. <https://pohjaset.com//>
- Ympäristöministeriö. 1.1.2018. Finlex 843/2017. Hakupäivä 12.11.2018 <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170843>



# Kaivosten sivukivikasat ja kiertotalous–tekninen näkökulma

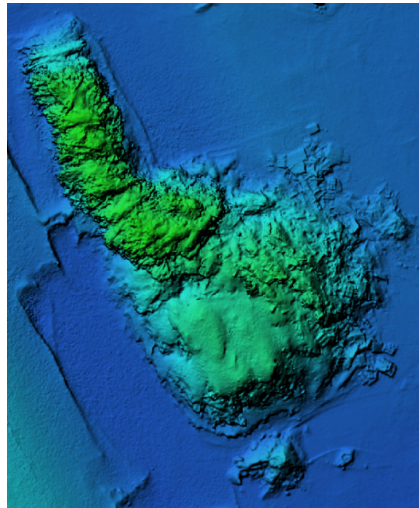
Kaivoksilla käsitellään suuria määriä kiveä, jota louhitaan yhdestä paikasta ja siirretään toiseen paikkaan. Samalla ympäristöä muokataan voimakkaasti. Jotta tiedettäisiin erilaisten kasojen, kuten varasto- ja sivukivikasoissa tilavuudet lähes päivittäisellä tarkkuudella, tarvitaan kasojen mittaukseen ja mallinnukseen tämän toteuttava mittausjärjestelmäkokonaisuus. Mittausjärjestelmän pitäisi toimia mahdollisimman automaattisesti ja tehokkaasti. Optisen mittaustekniikan laboratorion toteuttamassa hankkeessa kartoitettiin kaivosten kehittämistarpeita ja edellä kuvattu tarve mittaukselle ja mallinnukselle nousi siellä esille (Sipola, Leinonen & Pikkarainen 2017).

Kiertotalouden näkökulmasta ajateltuna jonkin kaivoksen sivukivi voi olla toiselle teollisuuden alalle heidän tarvitsemaansa raaka-ainetta. Jos kaivos pystyisi määrittämään lähes päivittäisellä tarkkuudella sivukivikasojensa materiaalimäärät, pystyisivät he tarjoamaan tuotetta sitä tarvitsevalle taholle. Sivukivikasojen ajantasainen tieto toisi lisäarvoa molemmille osapuolille niin myyjälle kuin ostajalle. Tämän hetkisen tiedon mukaan kaivosten sivukivikasojen mittaus ja mallinnus hoidetaan muutaman kerran vuodessa, koska niiden tekeminen kestää yleensä muutaman päivän ennen kuin tieto on hyödynnettävissä kaivoksella. Kaivosalueen mittaukseen käytetään yleensä kameralla varustettua miehittämätöntä lentolaitetta eli UAV:ta (Unmanned Aerial Vehicle). Lentolaite voi olla lentokoneen näköinen siivillä varustettu laite tai useammalla propellilla varustettu laite eli drone. Mittauksesta otetuista kuvista muodostetaan pistepilvi, jonka perusteella alueet voidaan mallintaa 3d:ssä ja laskea kasojen tilavuuksia. Kuvassa 1 on esitetty dronella otetuista kuvista muodostettu 3D-pistepilvi kasasta. Kasaan on luotu realistinen pinta liittämällä pisteisiin kuvista saadut väriarvot.



**Kuva 1.** Dronella otetuista kuvista muodostettu pistepilvi kasa. (Leinonen 2018)

Kaivosten mallintamisen automatisoinnin ja tehostamisen kehittämistarpeeseen liittyen on optisen mittaustekniikan laboratoriossa käynnissä Kaivosten tuotantoalueiden 3D mallintaminen uusilla menetelmillä -hanke (8/2017-12/2018), jossa kokeillaan mahdollisuutta muodostaa mittauksia ja mallinnuksia automaattisesti tai puoliautomaattisesti lähes reaaliaikaisesti. Hankkeessa on saatu mittausdataa kaivosalueilta tai vastaavista olosuhteista droneilla, koska sen avulla saadaan nopeasti mitattua laajoja alueita. Mallinnukseen liittyen on kokeiltu muutamaa erilaista lähestymistapaa, joilla voidaan määrittää kasojen tilavuuksia mahdollisimman automaattisesti. Kuvassa 2 on pistepilvestä muodostettu pinnankorkeusmalli, josta voidaan laskea kasan tilavuus. Pinnankorkeusmalli on esitetty kohtisuoraan kasan yläpuolelta ja vihreä väri esittää korkeimpia kohtia kuvassa 2. Hankkeen tuloksista julkaistaan oma tulosraportti, vuoden 2019 aikana.



**Kuva 2.** Pistepilvestä muodostettu pinnankorkeusmalli kasasta. (Leinonen 2018)

## TULEVAISUUDEN VISIOITA UAV/DRONEN HYÖDYNTÄMISESTÄ

Tulevaisuudessa kaivosalueilla voi toimia itsenäisten miehittämättömien lentolaitteiden (UAV/drone) parvi täydennettynä mittalaitteilla. Jokaisella dronella on oma mittalaite tietyn tehtävän suorittamiseen. Mittalaite voisi olla kamera, erilaisia kaasuja tai ympäristöolosuhteita mittaava anturi. Niiden avulla valvottaisiin kaivosaluetta ja tuotettiin tarvittavaa informaatiota jokapäiväiseen toimintaan. Itsenäisesti toimiville droneille ollaan kehittämässä automaattisia lennokkiasemia muun muassa suomalaisen Hytola Engineering ja RumbleToolsin toimesta (Hytola engineering 2018; RumbleTools 2018).

Parviajatteluun liittyen esimerkiksi Intel on kehittänyt järjestelmän, jossa satoja droneja voi toimia yhtä aikaa ilmassa. Järjestelmän operointiin tarvitaan vain muutama ihminen. Järjestelmä automaattisesti huolehtii, että dronet voivat liikkua ilmassa törmäämättä toisiinsa. Intelin on esitelty järjestelmäänsä muodostamalla ilmaan erilaisia kuvioita droneissa olevien valolähteiden avulla (Intel 2018). Kuvassa 3 on esimerkki ilmakuvaukseen tarkoitettusta dronesta.



**Kuva 3.** Ilmakuvaukseen tarkoitettu drone. (Sipola 2018)



Kasojen mittausmenetelmää voidaan soveltaa myös muille teollisuuden aloille, kuten energian tuottamiseen tarvittaviin polttoainekasoihin. Näitä ovat muun muassa turve- ja hakekasat. Autonomisiin droneihin lisättyjen lämpökamerojen avulla voitaisiin valvoa erityisesti turveumakasoja ja turpeentuotantoalueita tulipalojen varalta. Myös isot maansiirtoyritykset voivat hyödyntää kasojen mittausmenetelmää sepeli-, murske- ja hiekkakasojen mittaukseen ja mallinnukseen.

Kaivosten sosiaalista hyväksyntää voitaisiin parantaa tulevaisuudessa hyödyntämällä kaivosten 3D-mallinnusta sekä lisätyn ja virtuaalisen todellisuuden tekniikoita (AR/VR). Uudelle suunnittelevalle kaivosalueelle sijoitetaan esimerkiksi AR-tekniikkaa hyödyntäen olemassa olevan kaivoksen 3D-malli. AR-tekniikan avulla voidaan esimerkiksi kännykkäkameran kuvaan lisätä kaivoksen 3D-malli ja siten visualisoida alueen ihmisille, että miltä näyttäisi kaivosalue eri katseluetäisyyksillä.

## YHTEENVETO

Kaivoksilla tarvitaan tietoa erilaisten varasto- ja sivukivikasojen tilavuuksista. Jos tavoitellaan lähes reaaliaikaista tarkkuutta, tarvitaan kasojen mittauksen ja mallinnuksen mittausjärjestelmäkokonaisuus. Ajantasainen tieto toisi lisäarvoa etenkin sivuvirtojen kaupan näkökulmasta. Nyt sivukivikasojen mittaus ja mallinnus hoidetaan muutaman kerran vuodessa. Hankkeessa kasat mallinnettiin miehittämättömä lentolaitetta ja laserkeilausta hyödyntäen. Tulevaisuudessa kaivosalueilla voi toimia itsenäisten lentolaitteiden parvi täydennettynä mittalaitteilla. Mittalaitte voisi olla kamera tai anturi, joka mittaa muun muassa erilaisia kaasuja tai ympäristöolosuhteita. Niiden avulla valvottaisiin kaivosaluetta ja tuotettaisiin tarvittavaa informaatiota jokapäiväiseen toimintaan.

## KIRJALLISUUS

- Hytola engineering. 2018. Pienyritys mullistaa drone-palvelut –aikoo tuoda markkinoille automaattisia lennokkiasemia. Hakupäivä 14.11.2018 <https://www.kauppalehti.fi/uutiset/pienyritys-mullistaa-drone-palvelut-aikoo-tuoda-markkinoille-automattisia-lennokkiasemia/b92f69f2-85bf-31dd-adb1-ac3f464db53b>
- Intel. 2018. Aerial Technology light show. Hakupäivä 13.11.2018 <https://www.intel.com/content/www/us/en/technology-innovation/aerial-technology-light-show.html>
- Leinonen, J. 2018. Drone kuvaukset.
- RumbleTools. 2018. Autonominen robottidrone. Hakupäivä 14.11.2018 <https://www.rumbletools.fi/fi/ratkaisumme/>
- Sipola, J. 2018. Ilmakuvaus drone.
- Sipola J., Leinonen J., Pikkarainen H. 2017. Kehittämistarpeita Pohjois-Suomen kaivoksissa: Louhokselta murskaukseen. Sarja B. Tutkimusraportit ja kokoomateokset, Lapin ammattikorkeakoulu. URN: ISBN:978-952-316-183-2.



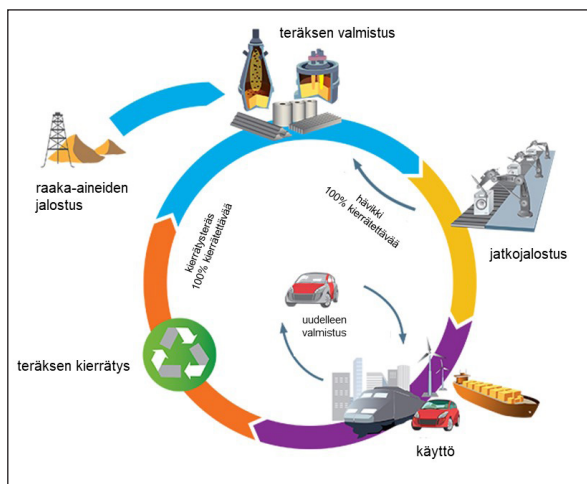
# ASC4CE Kiertotalouden arktiset teräsrakenteet

Kiertotalouden arktiset teräsrakenteet (ASC4CE) on Kestävää kasvua ja työtä 2014 – 2020 – Suomen rakennerahasto-ohjelmasta rahoitettu hanke, jossa tutkitaan arktisten teräsrakenteiden kiertotalouden periaatteiden mukaista uudelleenvalmistusta. Hanke on rakennerahasto-ohjelman toimintalinjan 2 ”Uuden tiedon ja osaamisen tuottaminen ja hyödyntäminen” mukainen ja erityistavoitetta 3.2 ”Uusiutuvan energian ja energiatehokkaiden ratkaisujen kehittäminen” tukeva.

Terästehtaiden hiilidioksidipäästöt ovat arviolta noin 1800 kg CO<sub>2</sub> per tuotettu terästonni, kun massa- ja paperiteollisuuden hiilidioksidipäästöt ovat noin 300 kg CO<sub>2</sub> tuotettua tonnia kohti. Energiaa kuumavalssatun terästonnin valmistamiseen kuluu noin 35 GJ. Tämä merkitsee sitä, että yhteen tuulivoimalaan käytettävien teräsrakenteiden valmistamisessa on käytetty energiaa melkein 15TJ (terajoule) eli 3,8 GWh.

Teräs on 100 prosenttisesti kierrätettävää ja sen elinikä on huomattavasti pidempi kuin siitä tehdyn tuotteen käyttöikä. Kuvassa 1 on esitetty teräksen elinkaaren eri vaiheet.

Useassa tapauksessa elinkaarensa päässä olevaa terästuotetta voitaisiin ainakin osaksi hyödyntää jossain toisessa, vielä käytössä olevassa tuotteessa. Tällöin teräksen kierrätyksen sijasta hyödynnettäisiin uudelleenvalmistusta, jossa teräksen jalostuksessa käytettävä energia on huomattavasti vähäisempää, koska siinä ei tarvita eniten energiaa kuluttavia ja hiilidioksidipäästöjä tuottavia työvaiheita.



**Kuva 1.** Teräksen elinkaaren eri vaiheet. (Wordsteel 2018)

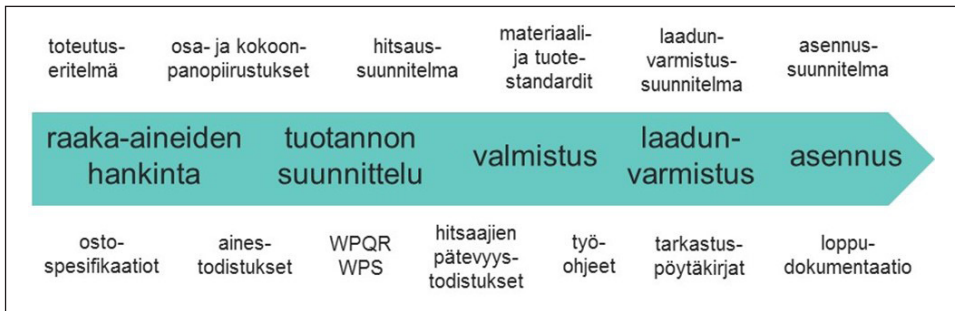
”Uudelleenvalmistus on yksi kiertotalouden toimintamalleista. Sitä voidaan pitää kierrätyksen äärimmäisenä muotona: toimintamallissa käytetyt tuotteet käsitellään ja kunnostetaan teollisesti siten, että niiden ominaisuudet ja laatu vastaavat uusia tuotteita. Siirtyminen uudelleenvalmistukseen merkitsee fyysisten tuotteiden, niiden elinkaaren ja tuotanto- ja palvelujärjestelmän radikaalia uudelleenajattelua.” Näin todetaan VTT:n TEKES:n Green Growth tutkimusohjelman DemaNET hankkeessa tehdyssä tutkimuksessa. (VTT 2015)

Uudelleenvalmistus tarkoittaa teollista prosessia, jossa käytetyt tuotteet tai komponentit palautetaan uutta vastaavaan tilaan. Uudelleenvalmistettu tuote tai komponentti täyttää siten samat vaatimukset kuin uusi tuote sekä ulkonäön että suorituskyvyn suhteen. Teräsrakenteissa tämä tarkoittaa myös vaatimustenmukaisuuden säilymistä tai täydentämistä. Tämä puolestaan vaatii 6R - mallin mukaista uudelleensuunnittelua, -valmistusta ja -käyttöä.

Uudelleenvalmistuksella voidaan säästää materiaalia ja energiaa, kun tuotteeseen laitetuista resursseista voidaan käyttää uudelleen suurempi osa kuin kierrätyksessä. Yleisesti arvioidaan uudelleenvalmistuksen säästävän 50–85 prosenttia energiasta verrattuna uuden tuotteen valmistukseen millä on suora vaikutus hiilijalanjälkeen.

VTT:n tutkimuksen mukaan teollinen uudelleenvalmistus on tunnetuinta autojen osille ja tulostimille, ja muita keskeisiä toimialoja ovat koneiteollisuus, kulkuneuvot, elektroniikan komponentit ja toimistohuonekalut. Suomessa uudelleenvalmistus on terminä kuitenkin melko tuntematon. Konepajateollisuudessa tämä malli toimii parhaiten kevyissä työlaiteissa ja kuljetuslaitteissa, mutta myös raskaammassa konepajateollisuudessa. Sitra on arvioinut, että uudelleenvalmistuksen ja uudelleenkäytön toimintamallit tuovat konepajateollisuudelle varovaisesti arvioituna 300–450 miljoonan euron vuosittaisen liikevaihtopotentialin.

Teräsrakenteiden uudelleenvalmistus vaatii uusiokäyttökohteen vaatimusten yksityiskohtaisen analysoinnin ja alkuperäisen uudelleenvalmistuksen piiriin kuuluvan rakenteen vaatimustenmukaisuuden osoittamisen uudessa käyttökohteessaan. Haasteita tässä suhteessa liittyy koko valmistusprosessiketjuun alkaen suunnittelusta päätyen käyttöönottoon. Teräsrakenteen valmistukseen liittyy todella paljon erilaista tietoa, ohjeistusta ja laadunvarmistusta. Kuvassa 2 esitetty osa tästä prosessista ja siihen liittyvästä dokumentoinnista. Ennen 2.7.2014 tehdystä teräsrakenteesta näitä tietoja ei välttämättä ole käytettävissä, koska niiden tuottaminen ja tallenteiden säilyttäminen ei ollut pakollista.



**Kuva 2.** Osa kantavan teräsrakenteen toteutukseen liittyvää, perinteistä prosessia ja siihen liittyvää dokumentaatiota. (Kauppi & Toppila 2018)

Tämän lisäksi varsinainen uudelleenvalmistus vaatii sertifioidun toimijan eli valmistavalla yrityksellä tulee olla SFS-EN 1090-2 mukainen toiminta auditoituna ja/tai kokemusta painelaitteiden valmistuksesta/korjauksesta. Omalta osaltaan haastetta lisäävät koko ajan tiukkenevat asiakasvaatimukset, jotka johtuvat muun muassa muuttuvista direktiiveistä, säännöksistä, standardeista ja toiminnan tehokkuusvaatimuksista.

Arktisuus tuo lisäksi erityishaasteita teräsrakentamiselle. Lapin ammattikorkeakoulun teollisuuden ja luonnonvarojen osaamisalalla toimivan Arctic Steel and Mining TKI – ryhmän läpiviemissä hankkeissa on toistuvasti havaittu ja selvitetty ongelmia liittyen teräsrakenteiden käyttöön ja kunnossapitoon arktisissa olosuhteissa. Usein näiden ongelmien juurisyyt löytyvät jo suunnitteluvaiheesta ja siitä, että teräsrakentamiseen liittyvien standardien tuntemus ja soveltaminen on ollut puutteellista. Yksi selkeä haaste on se, että harvalla Lappilaisella PK – yrityksellä valmistus on sertifioitu SFS-EN 1090-2 mukaisesti ja vielä vähäisemmällä määrällä on kokemusta painelaitteiden valmistuksesta.

Hankkeessa syntyy arktisten teräsrakenteiden uudelleenvalmistuksen alustava prosessimalli. Hanke kokoa yhtein Pohjois-Suomen tutkimus- ja oppimisympäristöjä sekä arktisen teräsrakentamisen toimijoita. Lyhyellä tähtäimellä hanke parantaa olennaisesti metallialan pk-yritysten toimintaedellytyksiä ja edistää niiden kansainvälistymistä sekä tuottaa arktisiin kohteisiin entistä turvallisempia ja energiatehokkaampia teräsrakennusratkaisuja. Pitkän aikavälin vaikutuksena hanke pienentää teräsrakentamisen hiilijalanjälkeä ja parantaa Lapin alueen yritysten kilpailukykyä.

Hankkeessa toteutetaan teräsrakenteiden uudelleensuunnitteluun liittyviä demonstraatioita, joiden aiheet tulevat pääosin siihen osallistuvilta yrityksiltä. Hanke Pohjois-Suomessa on jo olemassa olevia tutkimus- ja oppimisympäristöjä, joita voidaan hyödyntää arktisen teräsrakentamisen uudelleenvalmistuksessa ja siihen liittyvässä vaatimustenmukaisuuden osoittamisessa. Näitä ovat muun muassa Oulun yliopiston terästudiot (CASR), Lapin ammattikorkeakoulussa toimivat kylmä-, rakentamistekniikan ja ainetta rikkovan aineenkoetuksen laboratoriot. Kiertotalouden arktiset teräsrakenteet hankkeeseen liittyvä perustietämys on syntynyt vuosien

mittaan metallialan PK – yritysten sekä prosessi- ja kaivosteollisuuden kanssa tehdystä, materiaalien käytettävyyteen liittyneessä TKI – työssä.

Tämän hankkeen valmistelussa on hyödynnetty seuraavia muita aiemmin läpivietyjä ja käynnissä olevia hankkeita: ”Tutkimus Kuumavalssattujen Ultralujien Rakenne- ja kulutusterästen Käytettävyydestä” (TEKES/EAKR, 1.9.2009–30.4.2012), ”Tutkimus ferriittisten ruostumattomien terästen käytettävyydestä: hitsattavuus” (TEKES/EAKR, 1.1.2010–31.12.2011), ”Kaivosten vaativien olosuhteiden materiaalit ja niiden elinkaaren hallinta” (TEKES/EAKR, 1.1.2012–30.6.2014), ”Kuluttavan väliaineen vaikutus terästen kulumiskestävyyteen” (TEKES/EAKR, 1.7.2013–30.9.2014), ”Meripohjan uudistuva metalli- ja konepajateollisuus” (PPL, EAKR, 1.1.2015–31.12.2017), ”Arktisissa olosuhteissa tapahtuvan erikoisterästen hitsauksen tuottavuuden ja laadun kehittäminen” (TEKES/EAKR, 1.4.2015–31.3.2017). Näihin hankkeisiin on osallistunut yli 50 yritystä eri puolilta Suomea.

## YHTEENVETO

Terästehtaiden hiilidioksidipäästöt ovat arviolta noin 1800 kg CO<sub>2</sub> per tuotettu terästonni. Teräsrakenteiden uudelleenvalmistus vaatii uusiokäyttökohteen vaatimusten yksityiskohtaisen analysoinnin ja alkuperäisen uudelleenvalmistuksen piiriin kuuluvan rakenteen vaatimustenmukaisuuden osoittamisen uudessa käyttökohteessaan. ASC<sub>4</sub>CE- hankkeessa syntyy arktisten teräsrakenteiden uudelleenvalmistuksen alustava prosessimalli. Hanke parantaa metallialan pk-yritysten toimintaedellytyksiä sekä tuottaa arktisiin kohteisiin entistä turvallisempia ja energiatehokkaampia teräsrakenneteknisiä ratkaisuja. Pitkän aikavälin vaikutuksena hanke pienentää teräsrakentamisen hiilijalanjälkeä ja parantaa Lapin alueen yritysten kilpailukykyä.

## KIRJALLISUUTTA

- Kauppi, T. & Toppila, R. 2018. Digitalisaation hyödyntäminen teräsrakenteiden vaatimustenmukaisuuden osoittamisessa. *Ohutlevy* 1/2018. ISSN 1239-4122. S. 17 – 20.
- VTT. 2015. Karvonen, I., Jansson, K., Vatanen, S., Tonteri, H., Uoti, M., Wessman-Jääskeläinen, H. Uudelleenvalmistus osana kiertotaloutta. VTT Technology 207. Verkkojulkaisu. ISSN 2242-122X. URL: <https://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2015/T207.pdf>
- Worldsteel. 2018. Life Cycle Thinking. Worldsteel Association. Hakupäivä 17.11.2018. URL: <https://www.worldsteel.org/steel-by-topic/life-cycle-thinking.html>





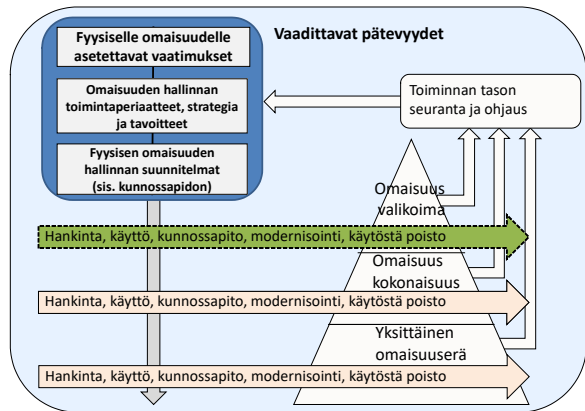


# Kunnossapito osana kiertotaloutta

Kunnossapidon tavoitteena on taata tuotantokoneiston häiriötön tuotanto. Kunnossapidon laatuvaastaava Marko Lehtosaaren mukaan kilpailukykyinen teollisuus tarvitsee laadukasta kunnossapitoa. Koneiden ja laitteiden luotettavuus ovat käyttäjien ja kunnossapitäjien osaamisen varassa. Heidän työnsä ja valintansa vaikuttavat myös esimerkiksi ympäristöön sekä energian ja materiaalien kulutukseen. Koneiden kunto ja toimintavarmuus vaikuttavat suoraan energiatehokkuuteen. Tavoitteena on kulutuksen optimointi ja energian käytön vähentäminen. Laadukas kunnossapito on pitkällä tähtäimellä johdettua omaisuuden hallintaa. Siinä omaisuuden kuntoa ja käyttövarmuutta vaalitaan, kuntoa mitataan ja toimenpiteitä suoritetaan yksittäisen laitteen todelliseen kuntoon perustuen. (Lehtosaari 2018)

Jokaisen tuotantolaitteen elinkaari alkaa alkuperäisen laitevalmistajan (Original Equipment Manufacturer: OEM) tuotekehityksestä ja valmistuksesta ja päättyy kun asiakasyritys poistaa laitteen käytöstään. Laitevalmistajalla on keskeinen rooli laitteen elinkaareissa, sillä alussa tehty suunnittelu ja esim. materiaalien valinnat vaikuttavat myöhemmin laitteiden saatavuuteen ja luotettavuuteen. (LUT 2018)

Kunnossapidon elinkaari on olennainen osa käyttö- ja kunnossapitovaihetta (Operation and Maintenance), joka sisältää useita tärkeitä päätöksiä sopivien kunnossapitostrategioiden valinnasta varaosavarojen hallintaan asti (LUT 2018). Kunnossapidon rooli ja sen tärkeys osana fyysisen omaisuuden hallintaa koko kohteen elinjakson aikana on kuvattuna kuvassa 1. (Komonen 2018)



**Kuva 1.** Kunnossapidon rooli EN 16646 standardin mukaan. (Komonen 2018)

Kuvassa 2 on Ellen McArthur Foundationin vuonna 2011 julkaisema kiertotalouden konseptikuva, jossa esitetään biologisten ja teknisten materiaalien kierto. Kiertotalous vaalii materiaalien ja niihin sitoutuneen arvon kiertoa mahdollisimman pitkään (Järvinen ym. 2017, 20).

Teknisen kierron puolella kunnossapito on kiertotalouden ytimessä. Tuotantolaitteiden käyttöä pidentäminen saadaan aikaiseksi muun muassa hyvin suunnitellulla kunnossapidolla ja laitteiden ylläpidolla. Koneissa ja laitteissa on kuluvia osia, joilla on tietty elinikä. Kiertotaloutta on se, kun toteutetaan laitteiden kunnossapitoa kierrätyksen sijaan aina kun se on mahdollista. Näin laitteet pysyvät toiminnassa ja säilyttävät arvonsa mahdollisimman pitkään tai jopa kasvattavat arvoaan kierrossa (Sitra 2018b).



**Kuva 2.** Kiertotalouden konseptikuva. (Järvinen ym. 2017, 20)

Kiertotalous pyrkii irrottamaan arvonluonnin luonnonvarojen käytöstä ja kasvattamaan olemassa olevien tuotteiden elinkaaren aikaista arvoa. Koko elinkaaren kattava huolenpito saavutetaan, kun yhdistetään ihmiset, koneet ja kerättävä data. (Sitra 2018a)

Tuotteen elinkaaren pidentäminen lähtee suunnittelusta, jonka lähtökohtana on tuotteen kestävyys, huollettavuus ja korjattavuus. Modulaarisuus on tuotesuunnittelun keskeinen periaate, jolloin tuotteiden päivittäminen on helpompaa asiakkaan tarpeisiin sopivaksi. Suunnittelussa tulee huomioida korjattavuus kenttäolosuhteissa, jolloin tuotantokatkokset jäävät mahdollisimman lyhyiksi. Tehokkaat huollot ja korjaukset parantavat tuotannon käyttövarmuutta. (Sitra 2018a)

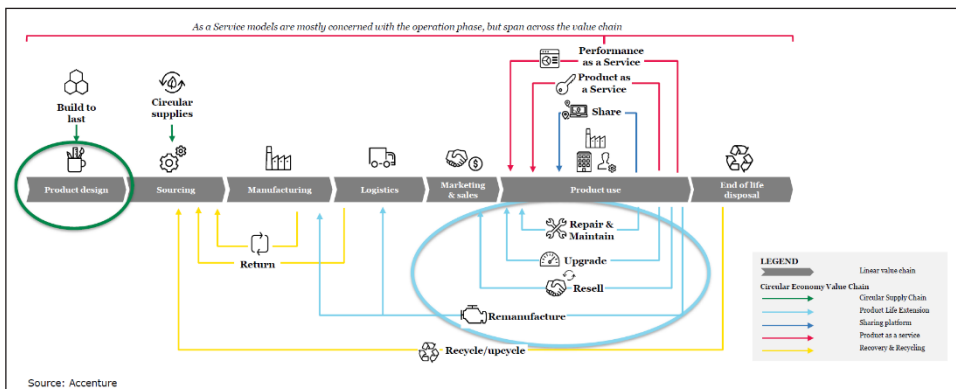
Kiertotalous on pitkällä suomalaisessa teknologiateollisuudessa. Tehokkaan huolto- ja ylläpitotoiminnan pyrkimys on laitteiden elinkaaren pidentäminen. Muun muassa etävalvonta ja kehittynyt analytiikka helpottavat laite-elinkaaren seuraamista sekä mahdollistaa ennakoivat huoltotoimenpiteet. Hyvin huolletun laitteen elinikä

voi olla useita vuosia pidempi kuin huonosti huolletun. Ennakoivan huollon tuottama analytiikka tarjoaa arvokasta tietoa myös tuotekehitykselle. (Teknoliogioteollisuus 2018)

Kiertotaloudessa tuotteet säilyvät alkuperäisessä käyttötarkoituksessaan mahdollisimman pitkään tai useita käyttökertoja. Sitran mukaan keinoja ovat esimerkiksi:

- Tuotteiden suunnittelu pitkäkestoisiksi, laadukkaiksi ja korjattaviksi (esim. modulaarisuus, ekosuunnittelu).
- Tuotteiden huoltaminen ja korjaaminen.
- Päivittäminen (esim. uudet ominaisuudet tai ulkonäkö).
- Tuotteiden kunnostaminen tai uudelleenvalmistaminen uuden veroisiksi.
- Uudelleenmarkkinointi, jälleenmyynti ja uudelleenkäyttö.
- Yhteiskäyttö ja jakaminen. (Sitra 2018b)

Sitra on tutkinut, että yritykset ja loppukäyttäjät voivat saavuttaa merkittäviä talous- ja ympäristöhyötyjä, kun tuotteiden elinkaarta pidennetään. Kun uusien tuotteiden valmistus- ja ostotarve vähenee, säästyy energiaa ja materiaaleja. (Sitra 2018b)



**Kuva 3.** Valmistavan teollisuuden liiketoimintamalleja. (Sitra 2018a)

Kuvassa 3 on esitettyä kierrotalouden liiketoimintamalleja valmistavassa teollisuudessa. (Sitra 2018a) Sinisellä on ympyröitynä laitteiden elinkaareen liittyvät toimet:

- Korjaus ja kunnossapito – Toteutetaan ja/tai toimitetaan korjaus- ja huoltopalveluja markkinoilla olevien tuotteiden elinkaaren pidentämiseksi.
- Päivitys – Parannetaan tuotteen tehokkuutta päivittämällä nykyisiä laitteita/komponentteja uudemmilla.
- Jälleenmyynti – jälleenmyydään toiselle tai kolmannelle osapuolelle koneita, -laitteita ja niiden osia, jotka ovat saavuttaneet käyttöikänsä.
- Uudelleenvalmistus tai tehdaskunnostus – Suoritetaan restaurointi- tai parannustöitä palautettujen koneiden ja varaosien alkuperäisominaisuuksille ja myydään ne halvemmalla hinnalla. Jatkuvan tuotekehityksen ansiosta tehdaskunnostettu laite voi olla jopa alkuperäistä parempi.

Laitteen elinkaaren pidentämiseen liittyvä huoltotoimintapalvelu edistää kiertotaloutta. Esimerkiksi laitteen modernisointi voi pidentää taloudellista käyttöikä ja olla investointina uutta laitetta edullisempi. Laitteen modernisointi voi lisätä käytön turvallisuutta, nopeutta, tuottavuutta, luotettavuutta sekä käytettävyyttä. Myös energia-tehokkuus voi parantua. Modernisointi voi vähentää huollon tarvetta sekä ennakkoimattomien häiriöiden ja seisokkien vaaraa. Se voi myös turvata varaosien saataavuuden. (Sitra 2018a)

Laitteiden tehdaskunnostuksesta hyvä esimerkki löytyy muun muassa Valtralta, kun heille palautetaan käytettyjä vaihteistoja asiakkaiden tuotannosta kunnostettavaksi uudelleen samaksi tuotteeksi. Tehdaskunnostetut vaihteistot vastaavat laadultaan uutta, sillä tuotteet kokoonpannaan ja testataan kuten muutkin tuotteet. Tämä on systemaattinen ja dokumentoitu prosessi. Vaihteiston palattua tehtaalte sen komponentit puretaan, kaikki osat pestään ja tarkastetaan. Violliset osat vaihdetaan uusiin alkuperäisosiin. Vaurioitumattomat ja hyväkuntoiset osat käytetään mahdollisuuksien mukaan uudelleen (noudattaen Valtran asettamia laatuvaatimuksia ja mitattoleransseja). Komponentteihin asennetaan aina uudet kuluvat osat, kuten esim. laakerit ja tiivisteet. Tehdaskunnostetuissa komponenteissa käytetään viimeisimpiä päivityksiä, joten Valtran mukaan vaihteisto voi olla jopa parempi kuin alkuperäisesti asennettu. Komponentit kasataan, testataan ja maalataan täysin samalla tavalla kuin uudet tuotteet. Tuotteilla on yhden vuoden täysi tehdastakuu. (Luoma-aho 2015)

## YHTEENVETO

Teknisiin kiertoihin liittyvä kunnossapito on kiertotalouden ytimessä. Tuotantolaitteiden käyttöiän pidentäminen saadaan aikaiseksi muun muassa hyvin suunnittelulla kunnossapidolla ja laitteiden ylläpidolla. Koneissa ja laitteissa on kuluvia osia, joilla on tietty elinikä. Kiertotaloutta on se, kun toteutetaan laitteiden kunnossapitoa kiertätyksen sijaan aina kun se on mahdollista. Näin laitteet pysyvät toiminnassa ja säilyttävät arvonsa mahdollisimman pitkään tai jopa kasvattavat arvoaan kierrossa.

## KIRJALLISUUS

- Järvinen, L., Kahra, M., Kaufmann, D., Laine, S., Mattila, H., Mänty, A., Sorasahi, H. 2017. Uhri, sopeutuja vai ratkaisujen tarjoaja? Sitra. Hakupäivä 14.11.2018 <https://media.sitra.fi/2017/11/23054820/uhrisopeutujavairatkaisujentarjoaja.pdf>
- Komonen, K. 2018. Kunnossapito omaisuuden hallinnan osana, Rikasta Pohjoista 19.4.2018. Hakupäivä 13.11.2018 <https://www.lapinamk.fi/loader.aspx?id=6681b4cb-a96f-46c2-aab6-1c2abf156d76>
- Lehtosaari, M. 2018. Laadukas kunnossapito liikuttaa koko yhteiskuntaa. Hakupäivä 13.11.2018 [https://pohjoinenteollisuus.fi/--Marko\\_Lehtosaari\\_Laadukas\\_kunnossapito\\_liikuttaa\\_koko\\_yhteiskuntaa--/blogi/index.tpl?id=315& sivu\\_id=8383&navipath=7813](https://pohjoinenteollisuus.fi/--Marko_Lehtosaari_Laadukas_kunnossapito_liikuttaa_koko_yhteiskuntaa--/blogi/index.tpl?id=315& sivu_id=8383&navipath=7813)
- Luoma-aho, J. 2015. Valtra aloittanut uuden ja lupaavan liiketoiminnan tehdaskunnostuksen parissa. Hakupäivä 14.11.2018 <http://mahdoton.fi/2015/01/valtra-aloittanut-uuden-ja-lupaavan-liiketoiminnan-tehdaskunnostuksen-parissa/>
- LUT. 2018. Life-cycle modelling. Hakupäivä 15.11.2018 <https://www.lut.fi/maisema/life-cycle-modelling>
- Sitra. 2018a. Circular economy business models for the manufacturin industry. Accelerating sustainable growth with circular business models. Hakupäivä 14.11.2018 [https://teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/19092018\\_tapahtuman\\_esitykset\\_o.pdf](https://teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/19092018_tapahtuman_esitykset_o.pdf)
- Sitra. 2018b. Kiertotalouden viisi liiketoimintamallia. Hakupäivä 16.11.2018 osoitteesta [https://nyvuosiyrittajana.fi/wp-content/uploads/2018/04/Kiertotalouden\\_liiketoimintamalleja\\_Sitra.pdf](https://nyvuosiyrittajana.fi/wp-content/uploads/2018/04/Kiertotalouden_liiketoimintamalleja_Sitra.pdf)
- Teknologiateollisuus. 2018. Yritysesimerkkejä. Hakupäivä 30.11.2018 <https://teknologiateollisuus.fi/fi/painopisteet/ymparisto-ja-vastuullisuus/yritysesimerkkeja>

# Yhdyskuntien kiertotalous

# Rovaniemen kaupungin kiertotaloustoimenpiteet

Lapin ammattikorkeakoulun kiertotalouteen liittyvän TKI-toiminnan suunnittelu ja kehittäminen eli KIERTO- hanke toteutetaan ajalla 1.5.2017–31.7.2019. Yhdyskuntien kiertotalous on yksi hankkeen teemoista.

Marraskuussa 2017 Rovaniemen kaupunki valittiin yhdeksän muun kunnan ohella Suomen ympäristökeskuksen koordinoimaan seitsenvuotiseen CircWaste - Kohti kiertotaloutta- hankkeeseen. Ensimmäisenä kuntaverkostona ne aikovat toteuttaa valtakunnallisen jätesuunnitelman tavoitteet kierrättämällä vähintään 55 prosenttia yhdyskuntajätteistä, hyödyntämällä materiaalina vähintään 70 prosenttia rakennus- ja purkujätteistä sekä vähentämällä jätemäärää vuoteen 2020 mennessä vuoden 2000 tasolle. Kiertotalouden tiekarttatyö on aloitettu. Konsulttina toimii Pöyry Oy. Ohjausryhmän puheenjohtajana toimii Rovaniemen kaupungin ympäristöpäällikkö Erkki Lehtoniemi.

Hankkeen myötä Rovaniemi on sitoutunut toteuttamaan kymmeniä erilaisia kiertotalouteen liittyviä toimenpiteitä. Suomen ympäristökeskuksen koordinoima hanke tukee kaupunkia antamalla asiantuntijatukea kiertotalouden tiekartan laatimiseen sekä välittämällä tietoa kiertotalouden työkaluista ja hyvistä käytännöistä. Hankkeessa kaupungin edistymistä seurataan kahden vuoden välein laadittavalla avainindikaattorien analyysillä ja tekemällä toimenpiteiden vaikuttavuusarviointeja.

Kiertotaloustoimet liittyvät Rovaniemellä etenkin jätehuoltoon ja energia-asioihin. Hankkeessa edellytetään muun muassa, että mukana olevat kunnat sitoutuvat valtakunnallisen jätesuunnitelman tavoitteisiin. CircWaste- hankkeeseen osallistumista suunnittelivat edustajat Napapiirin Energia ja Vesi Oy:stä sekä Napapiirin Residuum Oy:stä. Myös Lapin AMK ja Lapin yliopisto osallistuivat hankesuunnitelman laatimiseen.

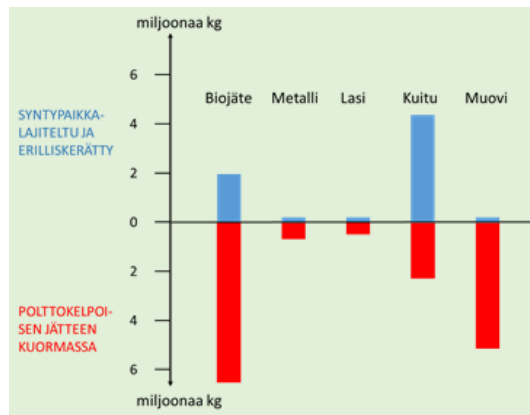
Jätelainsäädäntö tulee jatkuvasti kiristymään ympäristösyistä ja resurssitehokkuuden vaatimusten kasvaessa. Kuntien jätehuolto ohjaa myös kilpailulainsäädäntö ja hankintalaki, koska kunnallisten jätehuoltoyhtiöiden ei haluta vaarantavan alan kilpailuneutraliteettia. Suomen jätelaki on muuttunut vuoden 2019 alussa, jolloin kunnan jätehuoltovastuita rajataan nykyisestä. Tavoite on edistää jätehuollon markkinoita ja kilpailua.

Lainsäädäntöön on tullut yhä enemmän kieltoja. Biohajoavien jätteiden ja tekstiilien kaatopaikkasijoitus kiellettiin 2016, ja kielto koskee kaikkia rakennus- ja purkujätteitä vuoden 2020 alusta. Asetus biohajoavien jätteiden käsittelystä lopetti yhdyskuntajätteiden kaatopaikkasijoittamisen. Rovaniemen jätteet on viety poltettavaksi Ouluun 1.11.2016 alkaen, ja Kuusiselän kaatopaikka tullaan sulkemaan lähitulevaisuudessa.

Rovaniemellä kiertotalouspyrkimykset liittyvät etenkin EU:n kiristyvien kierrätysvaatimusten täyttämiseen. Lähivuosina Euroopan komissiosta on tulossa lisää kansallisia velvoitteita kierrättämiseksi. Näiden toteuttaminen tulee kuitenkin olemaan haastavaa koska Suomessa yhdyskuntajätteiden syntypaikkalajittelu toimii heikosti. Kuntavertailussa Rovaniemi kuuluu tässä keskikastiin. Vuonna 2017 Napapiirin Residuum Oy:n toiminta-alueella (Rovaniemi, Ranua, Pello) melkein puolet polttokelpoisesta jätteestä oli jakeita, jotka olisi pitänyt lajitella syntypaikalla ja kerätä erikseen.

Kuvassa 1 on esitetty asianmukaisesti lajitellun ja kerätyn sekä polttoon menneen biojätteen, metallin, lasin, kuitutuotteiden ja muovin määrät vuonna 2017. Polttoon toimitettiin yhteensä 28 miljoonaa kilogrammaa yhdyskunta- ja rakennusjätettä. Vain noin yksi kolmasosa jättejakeista on lajiteltu ja erilliskerätty asianmukaisesti.

CircWaste- hankkeeseen on ilmoitettu kaikkiaan noin 50 erilaista kiertotaloustoimenpidettä, joihin Rovaniemi sitoutuu lähivuosina. KIERTO- hankkeen puitteissa järjestetyssä henkilöstön koulutuspäivässä elokuussa 2018 nämä toimenpiteet otettiin tarkasteluun monialaisissa ryhmissä. Ryhmien teemoina olivat kiertotalouteen läpileikkaavasti liittyvät tekijät: digitaalisuus, lait ja muu normisto, energia ja päästöt, sekä taloudelliset tekijät. Kukin ryhmä pisteytti toimien tärkeidet kolmiportaisella asteikolla.



**Kuva 1.** Napapiirin Residuum Oy:n toiminta-alueen yhdyskuntajätteen lajitteluaste vuonna 2017.



Toimenpiteiden TOP-13 tärkeysjärjestys oli seuraava (suluissa pistesumma):

1. Lisätään teollisten symbioosien määrää alueella (12)
2. Rovaniemen kaupungissa on kiertotaloutta edistävä tutkimus- ja kehitysalusta edistämään innovaatiota (12)
3. Kumppanuuskaavahankkeet, joissa kiertotalous on kaavan yksi tavoite (esim. Valionrannan, Riihipellon ja Metsäruusun asemakaavat) (11)
4. Kasvatetaan ympäristöliiketoiminnan määrää kunnassa (10)
5. Lisätään kiertotaloutta edistäviin hankkeisiin myönnettyjen aluekehitysrahojen määrää (10)
6. Päätetään biohajoavan jätteen (liete, biojäte jne) käsittelymenetelmä/käsittelymenetelmät (10)
7. Otetaan käyttöön innovatiivisia keräyslogistiikkaratkaisuja (10)
8. Kannustetaan rakennusalan yrityksiä osallistumaan ja sitoutumaan rakennusjätteiden syntypaikkalajitteluun (10)
9. Kaupunki ja konserniyhtiöt kehittävät jätteiden kierrätystä (10)
10. Edistetään kuntien hankinnoissa uudelleenkäyttöä, laitteiden ja tavaroiden tehokasta käyttöä ja jätteen syntyä vähentäviä palvelukonsepteja (10)
11. Rovaniemen kaupunki aikoo osallistua seuraavaan energiansäästösopimukseen 2017-2025 (10)
12. Kaupunki edistää puurakentamista tavoitteellisesti. Kaupunki käyttää puurakentamista edistäviä kaavamääräyksiä (10)
13. Napapiirin Energia ja Vesi Oy:n tuhkan käyttö ja rakeistus (10)

Listalla loppupäästä löytyvät muun muassa seuraavat toimet:

- Laajennetaan kiinteistökohtaista erilliskeräystä laskemalla jätehuoltomääräyksissä annettua hyötyjätteiden erilliskeräysvelvoitetta (Sija 44.) (5)
- Toteutetaan sekajätteiden lajittelututkimuksia Jätelaitosyhdistyksen koostumustutkimusohjeistuksen mukaisesti, seurataan hyötyjätteiden määrää sekajätteissä (Sija 45.) (5)

Tulokset ovat yhtäältä linjassa kaupungissa tehtyjen päätösten suhteen. Napapiirin Residuum Oy on varannut Alakorkalosta useiden hehtaarien alueen kierrätystoiminnalle ja lanseerannut alueen Kierrätyspuistona syyskuussa 2018. Tämä usean hehtaarin alue suunnitellaan kiertotaloustoimintojen palvelualustaksi ja logistiikkakeskukseksi, jossa materiaaleja kerätään, käsitellään ja jalostetaan uusiotuotteiksi. Alueella on toistaiseksi Napapiirin Residuum Oy:n ja Neve Oy:n toimintoja, mutta myös muille alan uusille ja vanhoille yrityksille tarjoutuu liiketoiminnan kehittämisen mahdollisuuksia.

Kierrätyspuisto tukee omalta osaltaan tärkeäksi koettua kiertotalouden TKI-toiminnan vahvistamista. Myös kaavoituksella nähtiin olevan tärkeä merkitys. Kohdat 4. - 13. nähtiin yhtä tärkeinä. Tämä kuvastaa sitä, että kiertotalouden mahdollisuuksia löytyy eri aloilta, ja niiden tarkempi priorisointi selvinnee konsulttiyhtiön laatiman kiertotaloustiekartan valmistuttua.

Sen sijaan Lapin AMK:n kiertotalouskoulutukseen osallistajat (yhteensä 26 henkilöä) eivät nähneet kohtien 44. ja 45. toimia niin tärkeinä. Nämä ovat kuitenkin Napapiirin Residuum Oy:n näkökulmasta olennaisia. Sijoitus kuvanee yleisemminkin vallitsevaa suuren yleisön vähäistä tietämystä huonosta kierrätysasteesta. Myös tähän asiaan Rovaniemen kaupunki haluaa muutosta CircWaste- hankkeen myötä.

## YHTEENVETO

Rovaniemi on valittu kiertotalouden edelläkävijäkunnaksi vuonna 2017. Kaupunki on sitoutunut noin 50 eri kiertotaloustoimenpiteeseen. Ne koskevat Rovaniemellä etenkin jätehuoltoa ja energia-asioita. Rovaniemellä kiertotalouspyrkimykset liittyvät EU:n kiristyvien kierrätysvaatimusten täyttämiseen. Lapin AMK:n monialainen asiantuntijaryhmä perehtyi kaupungin kiertotaloustoimenpiteisiin koulutuspäivän yhteydessä. Kiertotalousalueen tarve nähtiin tärkeänä, mutta heikkoon kierrätysasteeseen liittyvät toimet eivät nousseet esiin. Tämä kuvastanee myös suuren yleisön laajempaa tiedon puutetta huonosta kierrätysasteesta.

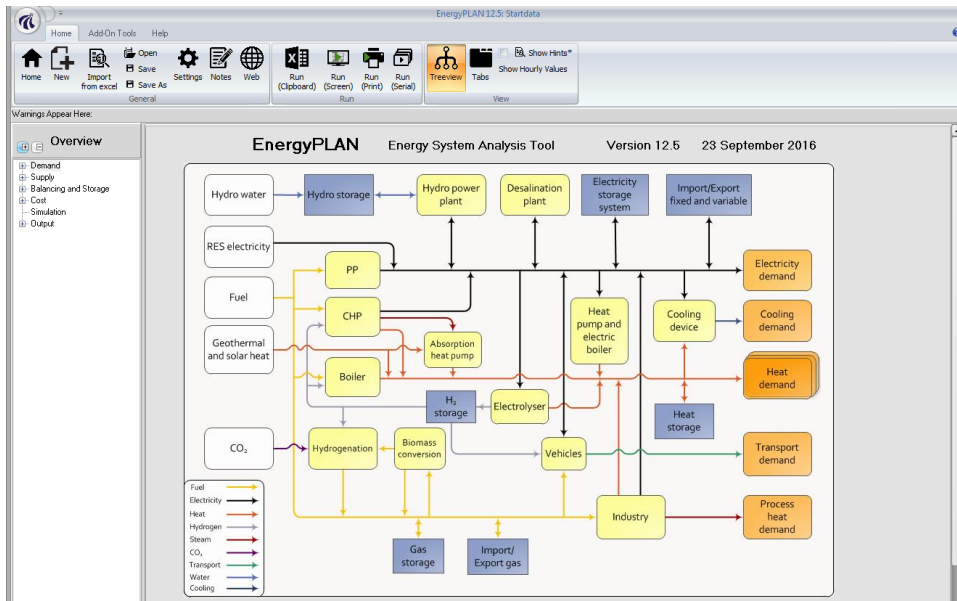




# Hanke-esittely: Arctic Energy- Low Carbon Energy Self- Sufficient Community

Lapin Ammattikorkeakoulu toteutti vuosina 2016-2018 yhteistyössä Ii:n Micropoliksen, Centria Ammattikorkeakoulun, Luulajan Teknisen Yliopiston, Tromssan Yliopiston sekä Norut Northern Research Institute Narvikin kanssa Interreg Nord –rahoitteisen Arctic Energy hankkeen.

Arctic Energy –hankkeen päätavoitteena oli kehittää pohjoisten alueiden yhteisöjen käyttöön simulointityökalu, jolla yhteisön energiantuotanto voidaan simuloida käytännöllä paikallisia raaka-aineita sekä uusiutuvia energianlähteitä. Simulointityökalun pohjaksi valittiin Aalborgin Yliopistossa kehitetty EnergyPlan –ohjelma. EnergyPlan soveltui tarkastelluista vaihtoehdoista parhaiten mallintamaan pieniä kyliä tai asuin-alueita sekä täytti kriteerin, jonka mukaan ohjelman tuli olla käyttäjille maksuton.



Kuva 1. EnergyPlan simulointityökalu (Luleå Tekniska Universitet 2018)

EnergyPlan –ohjelmiston pohjalle rakennettu simulointityökalu vaatii lähtötietoina alueella sijaitsevien rakennusten perustiedot, saatavilla olevat raaka-aineet ja toivotut energiantuotantomuodot. Näihin tietoihin yhdistetään tietokannassa olevat vallitsevien olosuhteiden tiedot. Tietojen pohjalta ohjelmisto luo mallin. Tuloksia analysoimalla voidaan nähdä energian tuotannon jakauma eri tuotantomuotojen kesken, CO<sub>2</sub> päästöjen määrä, investointikulut, polttoainekulut sekä käyttö- ja kunnossapitokulut.

Input										The EnergyPLAN model 13.0																					
Kuivaniemi_S6_All_in.txt					Capacities					Efficiencies					Regulation Strategy					Technical regulation no. 1					Fuel Price list						
Electricity demand (GWh/year):					Fixed installp: 0.00					Group 2: kW_e kW_e elec. Ther. COP					CEEP regulation: 0000000					Minimum Substitution share: 0.00					Capacities Efficiency:						
Electric heating + HP: 2.28					Transmission: 0.00					Heat Pump: 0					Stabilization share of CHP: 0.00					Minimum CHP gr 3 load: 0 kW					Hydro Pump: 0 0 0.00						
Electric cooling: 0.00					Total: 4.97					Group 3: kW_e kW_e elec. Ther. COP					Minimum CHP gr 3 load: 0 kW					Hydro Turbine: 0 0 0.00											
District heating (GWh/year):					Or 1 Or 2 Or 3 Sum					Group 1: kW_e kW_e elec. Ther. COP					Heat Pump maximum share: 0.50					District Or 2: 0 0 0.00 0.00											
District heating demand: 0.00 5.52 0.00 5.52					Solar Thermal: 0.00 0.00 0.00 0.00					CHP: 0 0 0.40 0.50					Minimum investment: 2000 EUR					District Or 3: 0 0 0.00 0.00											
Solar Thermal: 0.00 0.00 0.00 0.00					Industrial CHP (CHP): 0.00 0.00 0.00 0.00					Heat Pump: 0 0 0.00 0.00					CEEP factor: 0.00 EUR/MWh					Electric trans.: 0 0 0.00											
Demand after solar and CHP: 0.00 5.52 0.00 5.52					Geothermal/Nuclear: 0 kW 0 GWh/year					Condensing: 0 0.40 0.50					District_report_2015_2040_EUR_Mt					By MinCHP: 0 0.00											
Wind: 0 kW 0.00 GWh/year					Geo: 0.00 GWh/year					Heatstorage: gr 2: 0 MWh gr 3: 0 MWh					Addition factor: 2.00					CAES fuel ratio: 0.00											
Photo Voltaic: 250 kW 0.34 GWh/year					Solar: 0.00 GWh/year					Fixed Solar: gr 2: 0.0 Per cent gr 3: 0.0 Per cent					Multiplication factor: 2.00					CO2 emission: 0.00											
Wave Power: 0 kW 0 GWh/year					Water: 0.00 GWh/year					Electricity prod. from: CHP: 0.00 Waste: (GWh/year)					Dependency factor: 0.00 EUR/MWh per MWh					Transport: 0.00 0.00 0.00 0.00											
River Hydro: 0 kW 0 GWh/year					Water: 0.00 GWh/year					Or 1: 0.00 0.00					Average Market Price: 54 EUR/MWh					Household: 0.00 0.00 1.74											
Hydro Power: 0 kW 0 GWh/year					Water: 0.00 GWh/year					Or 2: 0.00 0.00					Gas Storage: 0 MWh					Industry: 0.00 0.00 0.00 0.00											
Geothermal/Nuclear: 0 kW 0 GWh/year					Water: 0.00 GWh/year					Or 3: 0.00 0.00					Storage capacity: 0 kW					Various: 0.00 0.00 0.00 0.00											
Geothermal/Nuclear: 0 kW 0 GWh/year					Water: 0.00 GWh/year					Or 3: 0.00 0.00					Single min to grid: 0 kW																
Output										Electricity																					
Demand					Production					Consumption					Production					Balance					Payment						
Dist. Heating					Solar					Elec. Demand					Hydro					Stab. Load					Imp. Exp. CEEP EEP						
kW					kW					kW					kW					%					MWh						
January	1319	0	0	0	1310	0	0	0	0	0	0	479	0	53	0	462	0	0	1	0	0	0	770	0	100	252	0	0	0	12	0
February	975	0	0	0	975	0	0	0	0	0	0	361	0	36	0	363	0	0	0	0	0	0	574	0	100	213	0	0	0	6	0
March	645	0	0	0	645	0	0	0	0	0	0	361	0	34	0	315	0	0	30	0	0	0	496	0	100	162	0	0	0	6	0
April	696	0	0	0	696	0	0	0	0	0	0	323	0	28	0	259	0	0	50	0	0	0	408	0	100	145	0	0	0	5	0
May	440	0	0	0	440	0	0	0	0	0	0	259	0	18	0	194	0	0	81	0	0	0	259	0	100	104	3	0	3	0	0
June	241	0	0	0	241	0	0	0	0	0	0	209	0	10	0	190	0	0	82	0	0	0	142	0	100	91	6	0	3	0	0
July	75	0	0	0	75	0	0	0	0	0	0	107	0	3	0	28	0	0	85	0	0	0	44	0	100	17	0	0	0	0	0
August	134	0	0	0	134	0	0	0	0	0	0	179	0	5	0	46	0	0	61	0	0	0	73	0	100	96	2	0	2	4	0
September	292	0	0	0	292	0	0	0	0	0	0	221	0	12	0	199	0	0	35	0	0	0	172	0	100	136	0	0	0	0	0
October	641	0	0	0	641	0	0	0	0	0	0	309	0	26	0	239	0	0	14	0	0	0	377	0	100	163	0	0	0	0	0
November	889	0	0	0	889	0	0	0	0	0	0	371	0	30	0	331	0	0	3	0	0	0	523	0	100	213	0	0	0	12	0
December	1011	0	0	0	1011	0	0	0	0	0	0	402	0	41	0	377	0	0	0	0	0	0	595	0	100	234	0	0	0	11	0
Average	628	0	0	0	627	0	0	1	0	0	0	306	0	25	0	234	0	0	39	0	0	0	360	0	100	159	2	0	2	0	0
Maximum	1504	0	0	0	1500	0	0	224	0	0	0	631	0	78	0	717	0	0	250	0	0	0	1000	0	100	426	91	0	91	0	0
Minimum	95	0	0	0	95	0	0	0	0	0	0	152	0	1	0	6	0	0	0	0	0	0	9	0	100	0	0	0	0	0	0
GW/year	5.52	0.00	0.00	0.00	5.51	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	2.89	0.00	0.22	0.00	2.06	0.00	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00	3.24	0.00	1.40	0.01	0.00	0.01	770	EUR	
FUEL BALANCE (GWh/year)										CAES BioEth-Electro										Industry											
CHP CHP2 CHP3 Solar2 Solar3 PP Geotho Hydro Waste										Elec. version Fuel Wind PV Waste Hydro Solar Th Trans. Nuclear Various										Total Imp/Exp-Contracted Total											
Coal										0.00										0.00 0.00 0.00											
Oil										0.00										0.00 0.00 0.00											
N-Gas										0.00										0.00 0.00 0.00											
Biomass										9.50										11.24 0.00 11.24 0.00 0.00											
Renewable										0.00										0.00 0.00 0.00											
HG-WL										0.00										0.00 0.00 0.00											
BioFuel										0.00										0.00 0.00 0.00											
Nuclear/CCG										0.00										0.00 0.00 0.00											
Total										9.50										11.90											

Kuva 2. EnergyPlan simuloinnin tulostaulukko (Luleå Tekniska Universitet 2018)

Arctic Energy –hankkeen aikana luotiin tietopohja eri uusiutuvien energianlähteiden teknologioiden osalta tukemaan simulointityökalua. Tietopohjan avulla kartoitettiin muun muassa tuotantoon tarvittavan polttoaineen tai raaka-aineen saatavuus eri puolilla Interreg Nord –ohjelman aluetta, uusimmat markkinoilla olevat teknologiat, matemaattiset mallit tuotannolle, olemassa olevia esimerkkikohteita, ympäristövaikutukset, ekonominen analysointi sekä tuotanto profilit ja tuotannon joustavuus. Hankkeen aikana tutkittiin uusiutuvista energianlähteistä tuulivoima, aurinkosähkö, CHP, lämpöpumpputeknologiat ja pienvesivoima. Tutkimusten aikana löydettyistä tiedoista pystyttiin luotettavasti kasaamaan simulointityökalun ympärille kattava tietokanta, joka tukee simulaatiossa käytettyä laskentaa.

Arctic Energy –hankkeessa tutkittiin myös älykkäiden sähköverkkojen käyttöä ja siihen liittyviä teknologioita. Älykkäiden sähköverkkojen osalta tutkimukset painotettiin pientuotannon vaikutuksiin jakeluverkossa sekä mikroverkkojen, sähköenergian varastoinnin ja hajautetun energiantuotannon aihealueisiin. Pientuotannon vaikutuksista jakeluverkossa toteutettiin webropol –pohjainen kyselytutkimus.

Tämän tutkimuksen tuloksena todettiin, että pientuotanto ei ainakaan tutkimushetkellä aiheuta juurikaan mainittavia haittoja jakeluverkkoon, mikäli ne on toteutettu asianmukaisesti.

Hankkeen tuloksista tiedotettiin 2018 vuoden loppupuolella seminaareissa, joissa kerrottiin eri pilottikohteiden simulointien tuloksista sekä simulointiohjelmiston mahdollisista käyttökohteista. Kiinnostuneille osapuolille tarjottiin mahdollisuus kouluttautua simulaatio-ohjelman käyttöön.

## YHTEENVETO

Interreg Nord- rahoitteen Arctic Energy –hankkeen päätavoitteena oli kehittää pohjoisten alueiden yhteisöjen käyttöön simulointityökalu, jolla yhteisön energiantuotanto voidaan simuloida käyttämällä paikallisia raaka-aineita sekä uusiutuvia energianlähteitä. Energy Plan- ohjelmistolla saatuja tuloksia analysoimalla voidaan nähdä energian tuotannon jakauma eri tuotantomuotojen kesken, CO<sub>2</sub> päästöjen määrä, investointikulut, polttoainekulut sekä käyttö- ja kunnossapitokulut. Hankkeen aikana tutkittiin uusiutuvista energianlähteistä tuulivoima, aurinkosähkö, CHP, lämpöpumpputeknologiat ja pienvesivoima. Hankkeessa tutkittiin myös älykkäiden sähköverkkojen käyttöä ja siihen liittyviä teknologioita. Tuloksena todettiin, että pientuotanto ei ainakaan tutkimushetkellä aiheuta juurikaan mainittavia haittoja jakeluverkkoon, mikäli pientuotanto on toteutettu asianmukaisesti.

## KIRJALLISUUS

Luleå Tekniska Universitet. 2018. EnergyPlan-simulointityökalu.





# Näkökulmia rakennetun ympäristön ja rakentamisen kiertotalouteen

Suomessa on rakennusalallakin nähty kiertotalouden haasteet mahdollisuutena tehostaa alan toimintaa tulevaisuudessa. Rakennetun ympäristön ja rakennusalan osalta on Lapin AMKissa tehty selvitystyötä missä ollaan menossa kiertotalouteen liittyvissä asioissa Suomessa ja muualla. Artikkelissa avataan kirjoittajan näkökulmia rakennetun ympäristön ja rakennusalan kiertotalouteen ja siihen ohjaavia ajureita. Lisäksi tarkastellaan alan eri toimijoiden näkemyksiä rakennetun ympäristön kiertotaloudesta.

Rakennettu ympäristö on yksi tärkeimmistä toimialoista, kun ajatellaan kiertotalouden merkitystä yhteiskunnassa. Rakennetun ympäristön on laskettu tuottavan noin kolmanneksen CO<sub>2</sub>-päästöistä. Lisäksi rakennettu ympäristö kuluttaa likimain 40 prosenttia kaikesta käytetystä energiasta. Suomessa suurta osaa näyttelee rakennusten lämmittäminen, huolimatta ilmastonmuutoksen vaikutuksista. Esimerkiksi vuonna 2016 rakennusten lämmittäminen vaati 184 604 terajoulea energiaa, joka oli noin kolmasosan koko energian kulutuksesta Suomessa kyseessä olevana vuonna.

Rakentaminen tuottaa paljon rakennusjätettä ja kiertokelpoista materiaalia. Rakennusalalla on otettu rakentamisen ympäristövaikutukset huomioon jo pitkään. Rakentamisen elinkaariajattelu on kasvanut viimeisen kahdenkymmenen vuoden aikana paljon. Alalle on luotu erilaisia rakennusten ympäristöluokituksia, joissa otetaan huomioon koko rakentamisen elinkaari aina suunnittelusta rakennuksen purkamisen jälkeiseen materiaalien kierrättämiseen saakka. Tämä elinkaari rakennuksissa on yleensä pitkä, likimain 50 – 100 vuotta Suomen tasolla ja muualla Euroopassa satoja jopa tuhansia vuosia. Uusimpien elinkaarikäytäntöjen ja -ajattelun perusteella rakentamisen resurssitehokkuus ja ekotehokkuus on kasvattanut merkitystään. Samalla alalla on kehittynyt uutta ajattelutapaa ja liiketoimintaa käytettyjen rakennusmateriaalien ja -tuotteiden ympärille. Nykyisin lähes poikkeuksetta erityisesti julkisten kohteiden korjaushankkeet suunnitellaan ja toteutetaan kustannustehokkaasti, välttämättä turhaa purkamista tai ylikorjaamista.

Suomeen on kehittynyt toimivat rakennusjätteen ja purkutuotteiden markkinat. Rakennusosien ja -jätteiden vastaanottopisteiden verkosto kattaa koko Suomen. Materiaalikierto toimii tarkoituksenmukaisesti ja kustannustehokkaasti. Rakennus- ja purkumateriaali ohjautuu tehokkaasti hyödynnettäväksi joko rakennus- tai rakennus-tuoteteollisuuteen tai muuhun teollisuuteen.

Yhtenä haasteena koulutusorganisaation näkökulmasta on se, onko meidän rakentamista ohjaava lainsäädäntö valmis kiertotalouden haasteisiin. Meiltä puuttuu tai on liian vähän valmista aineistoa kierrätysmateriaalien käyttämisen ohjeistamiseen rakentamisessa. Muun muassa lujuslaskennassa käytettävät laskentaparametrit, kuten esimerkiksi aineiden tiheydet ja muodonmuutuskertoimet puuttuva lähes kokonaan kierrätysmateriaaleista. Tämä vaatii alalle kattavaa tutkimusta tulevaisuudessa. Kierrätys ja uusiokäytettävät materiaalit tulee ottaa osaksi alan ohjeistuksia.

Esimerkkinä tästä voi mainita kierrätysmateriaalista valmistetun betonin. Tuotteelta puuttuu selkeä ohjeistus, kuinka materiaali tulee ottaa huomioon lujuslaskelmissa. Voidaankin kysyä voiko kierrätysmateriaalista valmistettua betonia käyttää kantavissa rakenteissa. Tällä hetkellä ns. kierrätysmateriaalista valmistettuja rakennusmateriaaleja käytetään lähinnä toissijaisissa rakenteissa tai maanparannusaineina.

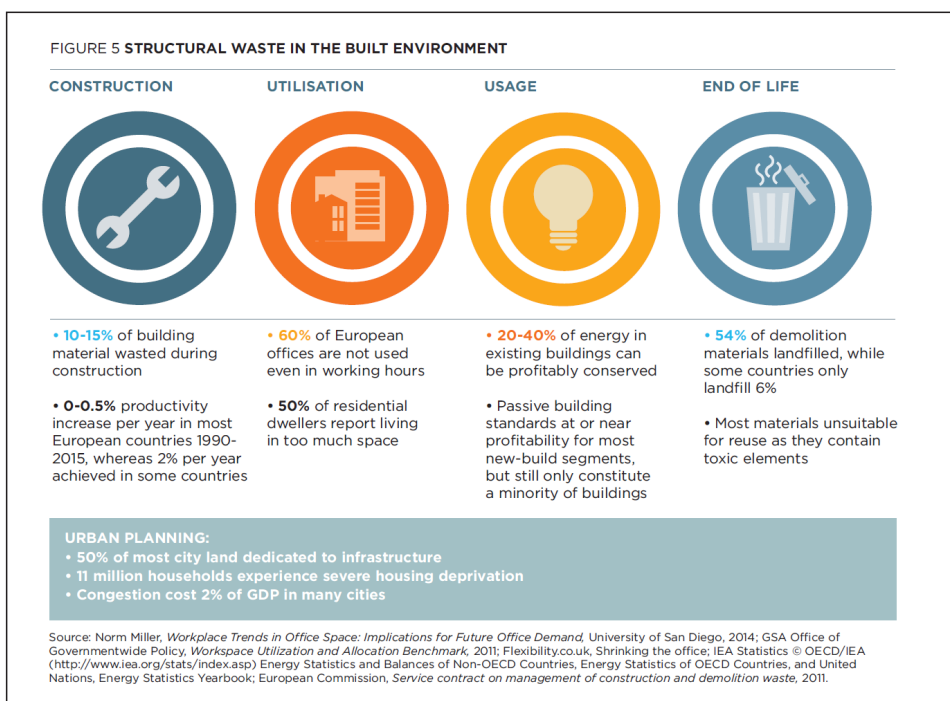
Viime vuosikymmeninä on rakennusten energiatehokkuus parantunut paljon. 1980-luvulla Suomessa alettiin puhua ja kehittämään niin sanottua matalaenergiarakentamista. Tällöin pyrittiin saavuttamaan muun muassa rakennusten energiankulutuksessa ja sitä kautta rakenteissa alle viranomaismääräysten tavoitearvoja. Kehitys jatkui kohti passiivenergia ja nollaenergia rakentamista. 2010-luvun alussa ollaan jopa tavoittelemassa plusenergiarakentamista. Kaikessa kehittämisessä on ollut tavoitteena saada rakennusten energiankulutukset alenemaan aiempaan verrattuna. Viimeisin tavoite on se, että kaikki julkiset rakennukset Suomessa tulee täyttää lähes nollaenergia rakennuksen tavoitteet vuoteen 2021 mennessä. Tämä vaatimus on tulossa myös muuhun rakentamiseen.

Tämä on johtanut erilaisten koerakentamisen kautta jopa uusien rakenteiden kehittämiseen uudisrakentamisessa. Näin on tapahtunut esimerkiksi seinien ja yläpohjien lämmönläpäisyn osalta. Seinien ja yläpohjien lämmöneristepaksuudet ovat kasvaneet lähes ääri rajoille rakennusfysikaalisesta näkökulmasta tarkasteltuna. Alan eri toimijat ovat hieman jopa kiistelleetkin siitä, mikä on järkevää ja turvallista rakentamista muun muassa kosteuden hallinnan suhteen. Alalla ei Suomessa ainakaan ole aivan yhtenäistä näkemystä siitä mitkä ratkaisut ovat toimivia. Näillä asioilla on myös vaikutusta pitkällä aikavälillä, kun tarkastellaan rakentamisen kiertotaloutta.

## MITEN RAKENNUSALAN KIERTOTALOUS NÄHDÄÄN MUUALLA

Kiertotaloudessa Ellen MacArthur Foundation on tehnyt kiertotalouteen liittyen visioita Euroopan tasolla. Näitä on julkaistu useissa eri lähteissä. Tähän on koottu keskeisiä rakennusalan havaintoja julkaisusta Growth Within: A Circular economy vision for a competitive Europe. (Ellen MacArthur Foundation 2015)

Rakennetun ympäristön osalta tutkimuksessa on tehty alla olevan kuvaajan mukaisia johtopäätelmiä. Rakennusvaiheessa 10 – 15 prosenttia rakennusmateriaalista tuottaa jätettä. Rakentamisen tuottavuus on kasvanut vain 0 – 0,5 prosenttia vuosittain suurimassa osassa Euroopan maita vuosien 1990 – 2015 aikana. Toisaalta esimerkiksi Euroopan tasolla rakennusten hyötykäyttö ei ole tehokasta, kuten seuraavasta kuvasta nähdään, puolella asukkaista on liikaa tilaa käytössään. Rakennusten loppuvaiheessa jopa 54 prosenttia rakennusten purkujätteestä menee jätemaaksi täyttömaiksi. Kuvasta nähdään myös se, että eri maiden välissä on suurta vaihtelua.



**Kuva 1.** Jätteet rakennetun ympäristössä (Ellen MacArthur Foundation 2015)

## RAKENTAMISEN SEKTORILLA JA ENERGIAAN LIITTYEN LÖYTYY POTENTIAALIA

Rakennetun ympäristön tulevaisuus nähdään ratkaisevan tärkeänä aiheena Euroopassa. Asuminen on ruokakuntien suurin kuluerä vuodessa. Rakentaminen nähdään yhtenä suurimmista toimialoista taloudessa. Muun muassa työllisten määrä alalla on lähes 14 miljoonaa henkilöä.

Kuitenkin rakentamisen tuottavuus on jäänyt paikalleen useissa maissa ja rakennettu ympäristö on tuhlailevaa muun muassa luonnon raaka-aineiden suhteen. Alalla kysyntä ja tarjonta eivät kohtaa. Rakennukset käyttävät noin 40 prosenttia Euroopan energiasta ja tuottavat noin 36 prosenttia CO<sub>2</sub>-päästöistä.

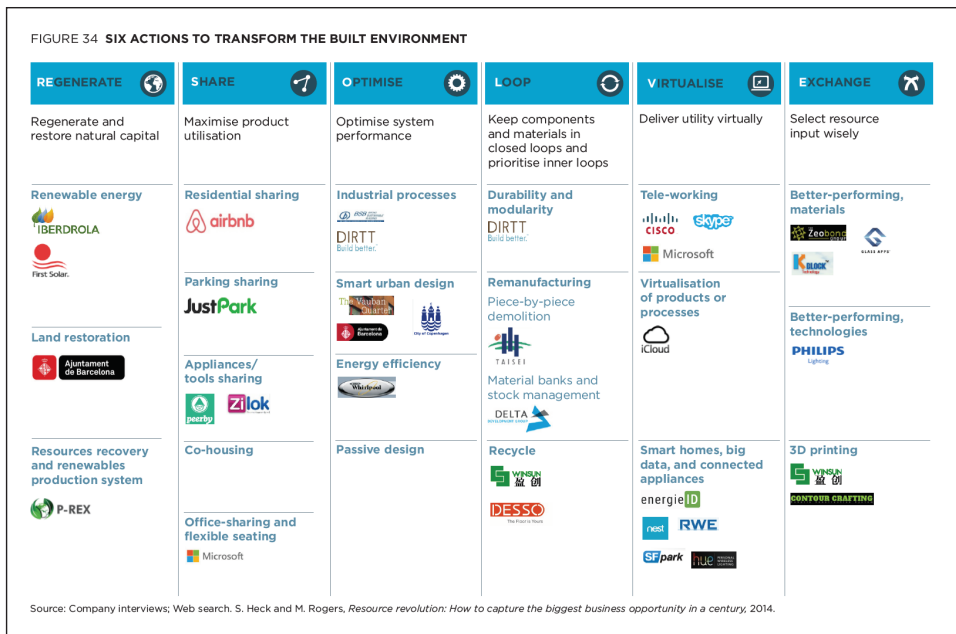
Rakentamisessa on alhainen tuottavuus verrattuna muihin toimialoihin. Ala nähdään konservatiivisena ja varovainen ottamaan käyttöön uusien tekniikoita. Yhtenä syynä voi olla ala ohjaava lainsäädäntö. Usein 10 prosenttia rakentamisessa käytetystä raaka-aineesta päättyy jätteeksi. Lähteiden mukaan, rakennusala on erittäin pirstaloitunut, ja toiminta on paikallisten markkinoiden varassa. Tämä voi johtaa toimijoiden kykyjen väärin käyttöön tai siihen, ettei parhaita toimintatapoja jaeta muiden osaajien kanssa. Toki tehokkaitakin teknisiä edistyksiä alalla on vuosien aikana ollut. Tämä on voinut johtaa kustannusten alenemiseen jopa 50 prosenttia tuotannon tehokkuuden kasvaessa samaan aikaan 50 – 100 prosenttia.

Huolimatta useista parannuksista (muun muassa matalaenergia sekä passiivenergia) rakennukset kuluttavat yhä valtavan määrän energiaa. Erilaisilla energianhallinta ohjelmilla (muun muassa Suomessa energiatehokkuussopimukset, ESCO-hankkeet) pyritään vähentämään rakennusten energiankulutusta jopa 20 – 40 prosenttia. EU-tasolla on säädetty muun muassa energiatehokkuus direktiivejä, jolla pyritään ohjaamaan rakentamista ja rakennusten käyttöä energiaa säästäviin toimiin. Suomi on tehnyt omia kansallisella tasolla noudatettavia ohjeitaan, jotka yleensä perustuvat direktiivien soveltamiseen.

EU-tasolla rakentaminen ja rakennusten purkaminen tuottavat 25 – 30 prosenttia jätteistä. Nämä jätteet sisältävät usein pilaantuneita aineksia, kuten maaleja, kiihdyttimiä, liimoja, lämmöneristeitä ja muita liika-aineita. Purkujätteissä on useasti myös toksisia aineita kuten PVC-muoveja, metalleja (muun muassa kadmium ja lyijy), jotka ovat vaarallisia.

Oheisen kuvan mukaisesti rakennetussa ympäristössä voidaan ajatella olevan kuusi tavoiteltavaa asiaa kiertotalouden näkökulmasta. Näitä ovat:

- Regenerate – uudistaminen, jossa on muun muassa uusitutuvan energian käyttö, maaperän ennallastaminen, resurssien parantaminen ja uusitutvat tuotantotavat.
- Share – jakaminen, kuten asuntojen käyttö majoittamiseen (muun muassa airbnb) sekä pysäköintitilan jakaminen
- Optimise – optimointi, jossa muun muassa teollisten prosessien kehittäminen ja järkevä kaupunki suunnittelu ovat toimia.
- Loop – materiaalien ja osien suljettu kierto ja uudelleen valmistus, materiaali pankit luovat uutta toimintatapaa.
- Virtualise – virtualisointi, pyritään muun muassa big datan ja virtuaalisoinnin avulla kehittämään tehokkaita toimintamalleja
- Exchange – vaihtaminen, pyritään käyttämään materiaaleja ja tekniikoita tehokkaammin rakennetussa ympäristössä. 3D-tulostamisen mahdollistava uudet rakentamisen tavat tulevaisuudessa.



**Kuva 2.** Kuusi tapaa kehittää rakennusala (Ellen MacArthur Foundation 2015)

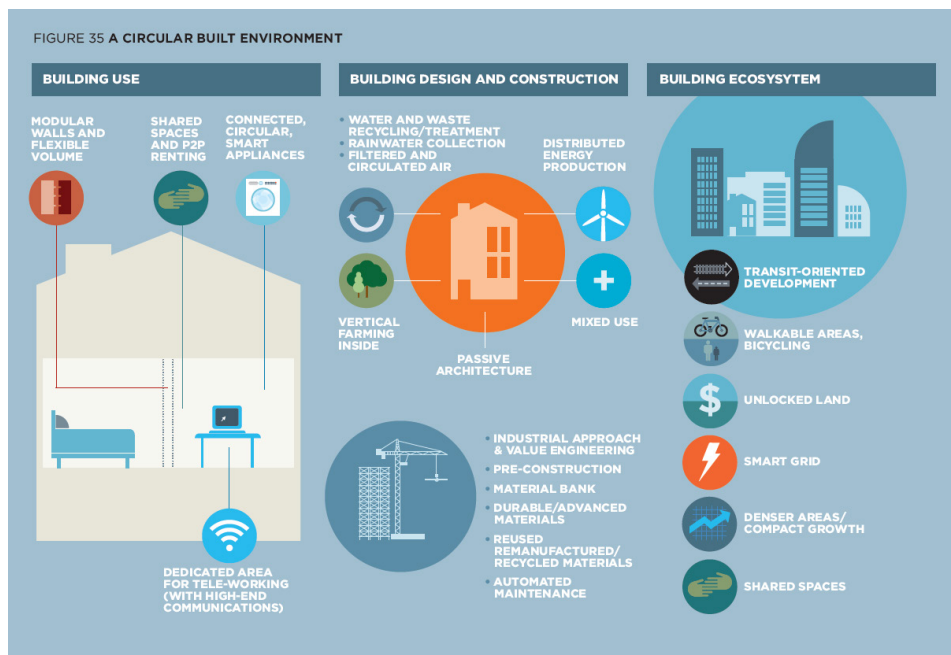
Rakentamisen siirtäminen teolliseen tuotantoon, jossa rakennusosat valmistetaan tehtaissa sekä rakenteiden 3D-tulostaminen nähdään mahdollisuutena saavuttaa jopa 50 prosenttia lyhyemmät toimitusajat jopa 30 prosenttia halvemmilla tuotantokustannuksilla.

Uusiutuvat energiat ja tehokkaampi energian käyttö voivat tehostaa rakennusten käyttöä tulevaisuudessa. Näitä ovat muun muassa ns. SMART-home sovellukset, älykäs valaistus. Aurinkosähköjärjestelmien hintojen aleneminen ja yleistyminen nähdään mahdollisuutena vähentää fossiilisten energioiden käyttöä.

Parempi kaupunkisuunnittelu uusien teknologioiden avulla voi luoda uutta toimintatapaa tulevaisuudessa. Toimistotilojen jakaminen ja niin kutsuttua telekommunikaation hyödyntäminen uudistuvassa työkuultuurissa tehostavat rakennusten käyttöä. Myös kaupunkien keskustojen uudelleen suunnittelulla esimerkiksi liikenteen näkökulmasta (joukkoliikenne) luo uusia mahdollisuuksia.

Seuraavaan kuvaan on koottu kiertotalouden mahdollisuuksia rakennetussa ympäristössä. Näitä ovat:

- Rakennusten käyttö, kuten rakennusten muuntojoustavuus, jaetut tilat ja etätyöskentelyn mahdollisuudet
- Rakennusten suunnittelu ja rakentaminen, kuten vesi- ja jätevesisysteemien kehittäminen (kierrätys ja veden käsittely), ilmastointi ja paikallinen energian tuotanto
- Rakennusten ekosysteemit, kuten liikkumisen alueet, älyverkot (smart grid) ja jaetut tilat.



**Kuva 3.** Kierrätys rakennetussa ympäristössä (Ellen MacArthur Foundation 2015)

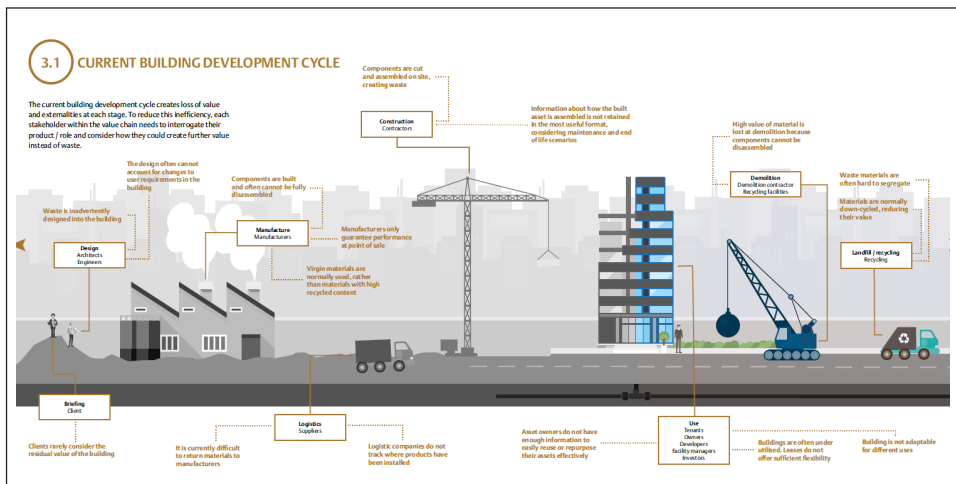
Uudet ja korjattavat rakennukset voidaan toteuttaa uusien rakennusnormien mukaan, jolloin niistä tulee jaettavia, kestäviä ja modulaarisia. Rakennukset tehdään passiivirakenteisiksi (Suomessa vuonna 2021 lähes nollaenergia tasoon) ja niissä

pyritään käyttämään myrkyttömiä materiaaleja. Uudisrakentamisessa pyritään jopa 70 prosenttia tekemään siten, että niissä käytetään materiaaleja, joita voidaan käyttää tulevaisuudessa uudelleen. EU-tasolla pyritään tekemään 10 – 20 prosenttia rakennuksista plusenergiatasoon, jolloin ne voivat toimia osana sähköverkkoa tulevaisuudessa.

Toimistiloja pyritään vähentämään ja käyttöä tehostamaan muun muassa uusien joustavien työskentelytapojen avulla.

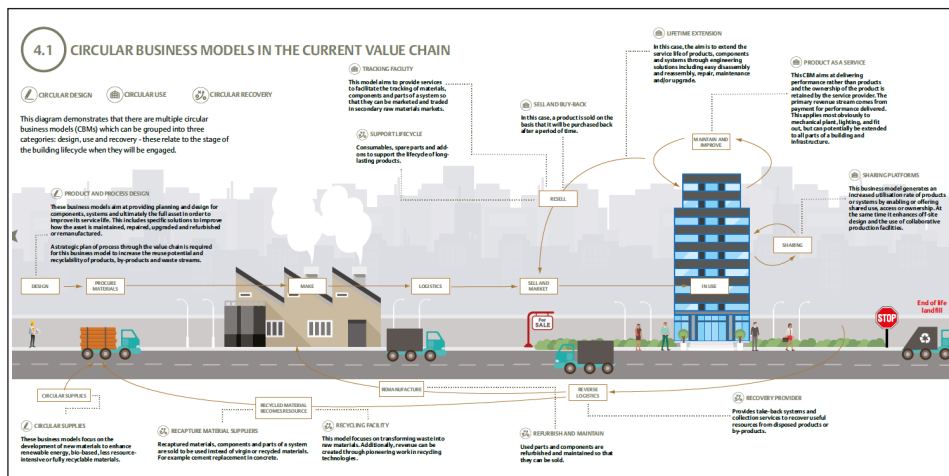
Teoksen Circular Business Models for the Built Environment mukaan tyypillinen rakennustyömaa on nykyään oheisen kuvan kaltainen. Rakentamisen ketjussa ovat perinteisesti suunnittelijat, rakennustuoteteollisuus sekä rakennusliikkeet ja urakoitsijat. Purkuvaiheessa toimivat purku-urakoitsijat, jotka yrittävät erottaa mahdolliset kierrätykseen kelpaavat materiaalit erikseen. Kiertoon kelpaamattomat ainekset toimitetaan kaatopaikoille. Rakentamisessa käytetään netseellisiä raaka-aineita ja toimintatapa on perinteisiin kaavoihin kangistunut.

Kun otetaan kiertotalouden luomat mahdollisuudet uuden liiketoiminnan luomiseen rakennuslalle, löydetään mahdollisuuksia kehittää aivan uusia toimintamalleja. Seuraavassa kuvassa on teoksessa Circular Business Models for the Built Environment esitetty ajatuksia miten uudenlainen arvoketju ajattelu voi mahdollistaa asioita. Liiketoimintamallissa on samat osapuolet kuin aiemminkin, mutta tehostamalla materiaalien kiertoa ja uudelleen käyttöä saadaan loppujätteen ja hyödyntämättömän aineksen määrä supistettua minimiin. Luodaan markkinoita muun muassa materiaalien käyttämiseen osana uusia rakenteita. Lisäksi tehostetaan kiinteistöjen käyttöä ja jakamistalouden hyödyntämistä.



**Kuva 4.** Rakentaminen nykyisessä toimintaympäristössä (Carra & Magdani 2016)

# SUOMEN VALTAKUNNALLINEN JÄTESUUNNITELMA VS. RAKENNETTU YMPÄRISTÖ



**Kuva 5.** Kiertotalouden liiketoimintamalleja arvoketjussa (Carra & Magdani 2016)

Valtioneuvosto on vahvistanut ympäristöministeriön esityksestä valtakunnallisen jätesuunnitelman vuoteen 2023. Tähän valtakunnalliseen jätesuunnitelmaan on sisällytetty myös pidemmän tähtäimen jätehuollon sekä jätteen määrän ja haitallisuuden vähentämisen tavoitteita vuoteen 2030.

Tämä sisältää:

- Laadukas jätehuolto on osa kestävästä kiertotaloudesta.
- Materiaalitehokas tuotanto ja kulutus säästävät luonnonvaroja sekä hillitsevät ilmastonmuutosta.
- Jätteen määrä on vähentynyt nykyisestä. Uudelleenkäyttö ja kierrätys ovat nousseet uudelle tasolle.
- Kierrätysmarkkinat toimivat hyvin. Uudelleenkäytön ja kierrätyksen myötä syntyy uusia työpaikkoja.
- Kierrätysmateriaaleista saadaan talteen myös pieninä pitoisuuksina esiintyviä arvokkaita raaka-aineita.
- Materiaalikierrot ovat haitattomia ja tuotannossa käytetään yhä vähemmän vaarallisia aineita.
- Jätealalla on laadukasta tutkimusta ja kokeilutoimintaa ja jäteosaaminen on korkealla tasolla.

Jätesuunnitelmaan on valittu neljä painopistealuetta, joille on asetettu yksityiskohtaiset tavoitteet ja toimenpiteet. Jätesuunnitelman mukaan painopistealueiden valinnassa



on painotettu kyseessä olevien jätevirtojen erityisiä haasteita jätteen määrän ja haitallisuuden vähentämisessä sekä kierrätyksen edistämässä.

Valitut painopistealueet ovat:

- Rakentamisen jäte
- Biohajoava jäte
- Yhdyskuntajäte
- Sähkö- ja elektroniikkalaiteromu
- Rakentamisen jätteen osalta on asetettu tavoitteiksi:
- Rakentamisen jättemäärä vähenee.
- Tavoitteen mukaan, rakennusalalla otetaan käyttöön vapaaehtoinen sopimusmenettely, jolla lisätään rakentamisen työmaiden materiaalitehokkuutta sekä parannetaan jäteasetuksen mukaista jätelajikohtaista lajittelua.
- Julkisille hankkijoille laaditaan ohjeistus materiaalitehokkaasta ja kiertotaloutta tukevasta uudis-, korjaus- ja infrarakentamisesta
- Käynnistetään pilottihankkeita ja -alueita, joissa sovelletaan materiaalitehokkaimpia toimintatapoja ja tavoitellaan korkeaa kierrätysastetta
- Varmistetaan materiaalitehokkuuden ja kiertotalouden perusteiden sisältyminen rakennusalan koulutukseen
- Kehitetään ja tehostetaan rakennustuotteiden ja -osien kierrätyskeskustoimintaa kunnissa
- Jatketaan korjattavuuden-, purettavuuden ja muuntojouston kriteerien kehittämistä suunnittelijoille
- Tehostetaan kansallista neuvontaa tukemaan rakentamisen materiaalitehokkuutta ja kierrätystä.

Rakennus- ja purkujätteen materiaalina hyödyntämisaste nostetaan 70 prosenttiin

- Luodaan jätelajikohtaiset suunnitelmat tärkeimmille rakennusjätelajeille materiaalilyödyntämisen tehostamiseksi.
- Tehdään EU-tasolla maavertailua korkean kierrätysasteen maiden rakennusmateriaalien kierrätysmarkkinoiden toimivuudesta.
- Tehostetaan ja laajennetaan rakennusluvan yhteydessä tehtävän verkkopohjaisen rakennusjäteilmoituksen käyttöä.
- Toteutetaan muutamalla kaupunkiseudulla hanke alueiden teollisten prosessien ja rakentamisen materiaalivirtojen tehokkaaksi hyödyntämiseksi.
- Vaikutetaan EU:n rakennustuotteiden sisämarkkinasäädösten kehittämiseen rakennusosien ja rakennusmateriaalien uudelleen käytön kannalta yhteistyössä alan toimijoiden ja viranomaisten kanssa.

Rakentamisen jätteiden hyödyntämistä lisätään riskit halliten.

- Selvitetään kansallisten rakentamisen jätteitä koskevien ei enää jätettä (End of Waste, EoW) -kriteerien tarvetta ja edellytyksiä.
- Maaperän tilan tietojärjestelmää (MATTI) kehitetään nykyistä toimivammaksi sekä paremmin suunnittelua ja päätöksentekoa tukevaksi.
- Luodaan pilaantuneiden maa-alueiden riskinhallintaan ohjauskeinoja, jotka säästävät luonnonvaroja ja edistävät kiertotaloutta tukevien menetelmien käyttöä.
- Laaditaan suunnittelijoille ja rakennuttajille ohjeistus jättemateriaalien kestäväan käyttöön maarakentamisessa.

Parannetaan rakennus- ja purkujätteen tilastoinnin tarkkuutta ja oikeellisuutta.

- Jätetietojärjestelmän kehittämisen yhteydessä huolehditaan rakentamisen jätteiden tieto- ja tilastointitarpeista.
- Kehitetään tietopalvelu rakennetun ympäristön materiaalivirtojen seurantaan ja ennakointiin.

## RAKENNETUN YMPÄRISTÖN KIERTOTALOUDEN MAHDOLLISUUKSIA SUOMESSA

Rakennusteollisuuden voidaan katsoa olevan suurin raaka-aineita käyttävä teollisuusala. Rakennusteollisuus tuottaa noin 16 miljoonaa tonnia jätettä. Tämä on 18 prosenttia Suomessa syntyvästä jätteestä. Rakennusjätettä syntyy varsinaisessa rakentamisessa sekä rakennusten purkuvaiheessa.

Tuotetusta jätteestä yli 70 prosenttia on maansiirtojätettä, joka usein luokitellaan sivutuotteeksi. Loppuosa jätteistä on lähinnä mineraalijätettä, muun muassa betonia ja tiiltä. Rakentamisessa syntyy puujätettä noin 6 prosenttia, metallia noin 2 prosenttia ja kumi- ja muovijätettä alle 1 prosentti.

Rakennusteollisuus pyrkii minimoimaan jätteen määrää muun muassa sen vuoksi, että rakennusjätteen käsittely maksaa. Alalle syntynyt myös tullut uutta liiketoimintaa esimerkiksi rakennusten purkamiseen keskittyneitä yrityksiä on tullut markkinoille.

On laskettu, että saavutetaan jopa 250 miljoonan euron vuosittaiset hyödyt rakennusten käyttötarkoituksen sääntelyn purkamisessa. Tämä voi tarkoittaa sitä, että sallitaan esimerkiksi toimistorakennusten muuntaminen asuinkäyttöön. Tällä voitaisiin jopa parantaa kiinteistöjen käyttöastetta kaupungeissa. Tällä voidaan säästää myös uudisrakentamisen rakennuskustannuksia. Myös asuinkiinteistöissä voidaan käyttöä tehostaa muun muassa purkamalla keskineliömäärä vaatimuksia vähentämällä.

On esitetty, että useat rakentamisen säännökset nostavat rakennuskustannuksia ja voi aiheuttaa tehotonta tilankäyttöä. Valtaosa kiertotalouden mahdollisuuksista rakennusteollisuudessa tulee rakennuskannan käytön optimoinnista.

Rakennusmateriaalien osalta kierron parantaminen mahdollistaa tehokkaammin kiertotalouden mahdollisuuden rakentamisessa. Esimerkiksi rakennuselementtien käyttäminen helpottaa materiaalien kierrätystä. Rakentamisessa tulisi jo suunnittelu-

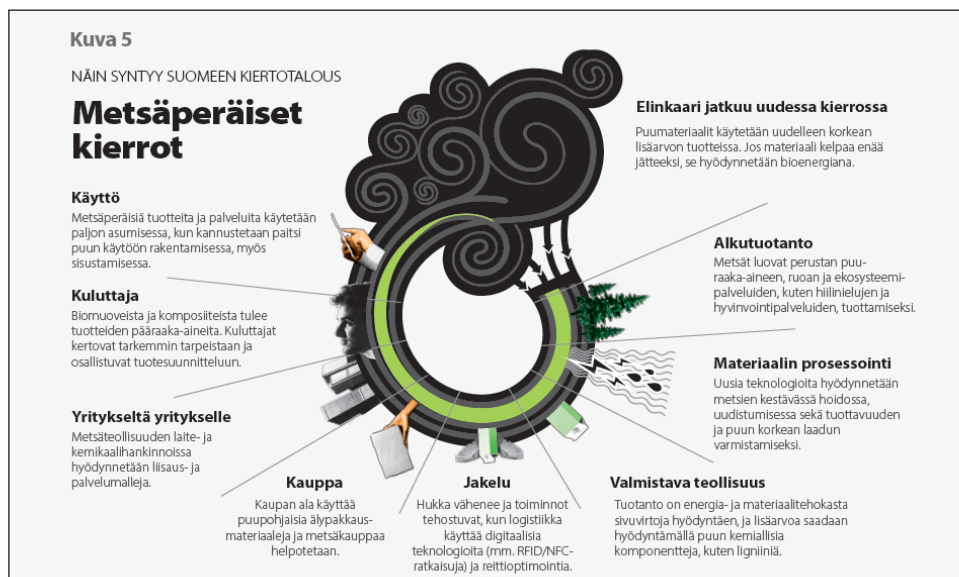
vaiheessa ottaa huomioon purkuvaihe, jolloin esimerkiksi metallit voidaan erotella helpommin. Rakennusliikkeitä tulee kannustaa modulaarisia ratkaisuja sisältäviin rakenteisiin, jolloin rakenteiden uusiokäyttö voi olla helpompaa. Tämä vaatii uudenlaista ajattelutapaa ja myös tuotekehitystä uusien toimivien elementtiratkaisujen löytämiseksi.

## SITRAN SELVITYS KIERROLLA KÄRKEEN, SUOMEN TIEKARTTA KIERTOTALOUTEEN 2016 – 2025

Rakennusala ja rakennettu ympäristö voidaan kytkeä moniin painopistealueisiin Sitran johdolla tehdyssä Suomen tiekartassa kiertotalouteen lähivuosille. Erityisesti mainitaan materiaalien uusiokäyttö sekä puurakentamiseen painottuvat toimet.

Metsäperäiset kierrot painopistealueessa, seuraavassa kuvassa (Kuva 6), mainitaan että puun käyttöä kannustetaan rakentamisessa ja sisustamisessa. Tiekartan mukaan tavoitteena on luoda kannusteita muun muassa puurakentamisen kehitykselle. Tämä tarkoittaa muun muassa osaamisen kehittämistä ja alan liiketoiminnan kehitystä. Sitran tiekartan mukaan kehitystä voidaan tehdä niin kutsutun avainhankkeen ”Uusien biotuotteiden kansainvälinen demonstraatiokokonaisuus” avulla.

Tekniset kierrot painopistealueen avulla kannustetaan muun muassa teollisuuden materiaalikiertojen avulla, seuraava kuva. Kierrätettäviä materiaaleja voidaan käyttää esimerkiksi infrarakentamisessa. Tämä vaatii tietyiltä osin myös lainsäädäntöön uutta ajattelutapaa jätelain ja ympäristölupamenettelyjen osalta. Infra-alalla on tehty muun muassa UUMA hankkeessa kehitystyötä uusiomateriaalien alueellisten markkinoiden kehittämiseksi. Tavoitteena on ollut kehittää toimintatapoja rakentamisen materiaalien sivuvirroille erityisesti infrarakentamisessa.



**Kuva 6.** Metsäperäiset kierrot (Sitra 2016)

Tekniset kierrot painopisteen toimenpiteinä mainitaan rakentamisen osalta seuraavan kuvan mukaisia toimenpiteitä. Tässä painopisteessä pyritään kattamaan koko rakentamisen ketju ja siihen liittyvää kierotalouden ajattelutapaan vaikuttamista. Mukaan toimintaan pyritään sitomaan keskeisimmät rakennusalan kouluttajaorganisaatiot. Koulutusorganisaatioiden mukaan tulolla voidaan tehdä nopeita erikoiskoulutuksia sekä aikaa vaativia tutkintoon johtavia kokonaisuuksia.



**Kuva 7.** Tekniset kierrot (Sitra 2016)

Mukaan tulee haastaa myös rakennusosalalla toimivat tahot, yritykset ja viranomaiset. Niiden mukaan saamiseksi tulee tehdä kansallisellakin tasolla yhteistyötä, jotta saadaan osallistumisen aste mahdollisimman korkeaksi.

### Rakentamisen ja kiinteistöjen käyttö

**Resurssitehokas rakentaminen.** Rakentamisessa liikkuu valtava määrä materiaaleja, maamassoista erilaisiin tuotteisiin ja pinnoitteisiin. Materiaalivalinnat ja tuotevalinnat vaikuttavat rakennuksen käyttöikänsä ja kunnossattavuuteen. Kaavoitusvaihe on ensimmäinen kiertotalouden kannalta ratkaiseva vaihe, koska sillä voidaan ohjata mm. rakentamisen tehokkuutta sekä materiaalivalintoja. Rakennus- ja hankesuunnittelulla puolestaan voidaan ohjata materiaalivirtojen liikkeitä työmaalla, kuten maamassojen hyödyntäminen jollain muulla työmaalla, ylijäämämaterialin hyödyntäminen, hukan minimointi, mahdollisen purkujätteen hyödyntäminen jne. Toteutuakseen tämä edellyttää kaavoitajien, lupaviranomaisten, suunnittelijoiden, tilaajien sekä toteuttajien yhteistä tahtotilaa hyvään ennakkointiin.

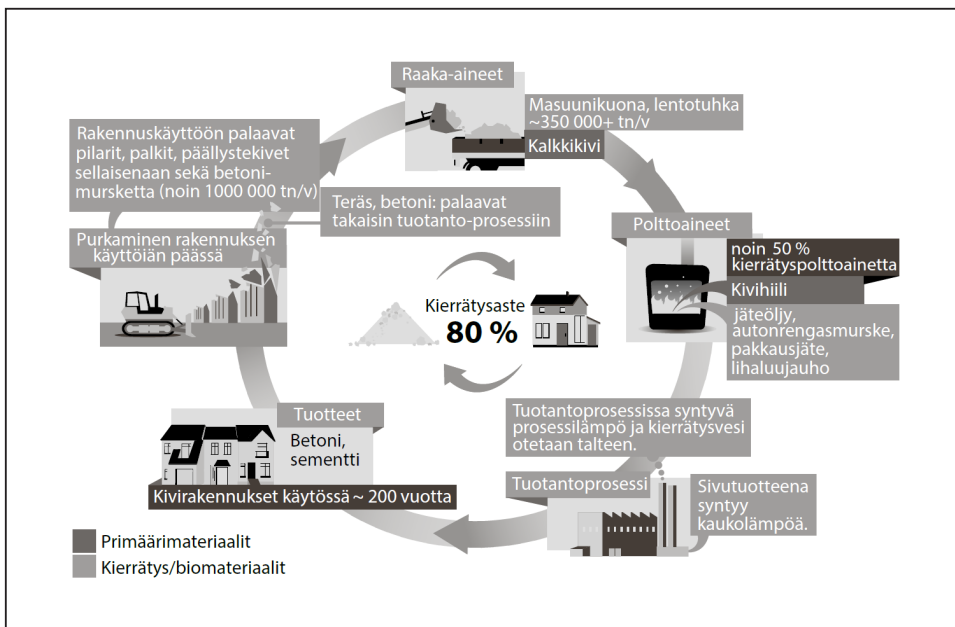
Kiertotalousratkaisujen toteuttajista on pulaa. Liiketoimintamahdollisuuksia on.

**Omistaja:** Mahdollisia toteuttajia Green Building Council, Rakennusinsinööriliitto, Motiva, yliopistot, ammattikorkeakoulut ja ammatillista täydennyskoulutusta tarjoavat organisaatiot

**Kuva 8.** Rakentamisen painopisteitä teknisissä kierroissa (Sitra 2016)

## BETONIRAKENTAMISEN KIERTOTALOUS

Betonia rakennusmateriaalina kannattaa tarkastella hieman tarkemmin, onhan se tällä hetkellä suomalaisessa rakentamisessa eniten käytetty materiaali. Betoniteollisuus ry on julkaissut artikkelin betonirakentamisen kiertotalouteen liittyen. Betoniteollisuus hieman kritisoi esimerkiksi betonielementtien kierrättämisen mahdollisuuksia. Kirjoituksessa perustellaan asiaa muun muassa elementtien kiinnityksen haasteellisuudella ja kiinnityksiin liittyvillä materiaalivalinnoilla. Betoniteollisuus ottaakin näkökulmakseen betonin valmistamisessa kierrättävyyden ja teollisten sivuvirtojen mahdollisuudet, seuraavassa kuvassa (Kuva 9). Lisäksi he katsovat, että muun muassa suomalaisen sementin valmistamisessa on hyödynnetty uusiutuvan energian mahdollisuuksia. Sementin lisäksi betonin sideaineena käytetään muun muassa lentotuhkaa ja masuunikuonaa, jotka molemmat ovat kierrätysmateriaaleja. Betonin käyttöaika rakennuksissa on pitkä, jopa 200 vuotta. Purettavien betonirakenteiden osalta kirjoituksessa mainitaan, että jos saadaan purettua rakenteet ehjinä, voidaan niitä käyttää tietyin edellytyksin uudestaan. Murskattua betonia käytetään esimerkiksi tienparannusaineena ja muissa ympäristörakenteissa.



**Kuva 9.** Betonirakentamisen kiertotalous (Mattila 2018)

## YHTEENVETO JA TULEVAT TOIMET LAPIN AMKIN TASOLLA

Rakennettu ympäristö ja rakennusala ovat uusien haasteiden edessä, kun ollaan menossa entistä vahvemmin uuteen aikakauteen vähenevien luonnonvarojen puitteissa. Alalle vaaditaan uutta näkökulmaa ja rohkeutta toimia eri tavalla kuin aiemmin. Alaa ohjaavan lainsäädännön muutoksilla tulee luoda mahdollisuuksia tuottaa uudella tavalla rakennettua ympäristöä. Lainsäädäntö ja viranomaisohjaus tulee tehdä kannustavaksi, jolloin kehittämistä myös tapahtuu. Rakennusliikkeiden ja rakennustuoteteollisuuden tulee panostaa jatkuvaan tuotekehitykseen ja uusien ratkaisujen löytymiseen. Tämä tarkoittaa sitä, että eri toimijat kuten suunnittelijat, rakentajat, viranomaiset, tutkimuslaitokset ja korkeakoulut tekevät yhdessä alaan liittyvää syventävää ja soveltavaa tutkimusta. Sitra on jo avannut uutta ajattelua ja haasteita muun muassa poliittiseen päätöksentekoon liittyen. Vaikka ala on perinteisesti tunnettu vanhoja tapoja noudattavana, hieman kankeana ja hitaasti uudistuvana, tulee alalle luoda mahdollisuuksia erilaisten innovaatioiden kautta luoda kestävä kiertoalouden perustuvia toimintatapoja.

Koulutuskenttä on jo lähtenyt mukaan kehittämään ja uudistamaan erilaisten ponnistusten kautta Suomea kiertoalouden maaksi. Esimerkiksi ammattikorkeakouluissa on rakentamisen koulutuksiin tullut uusia kiertoalouteen liittyviä opintoja ja opintokokonaisuuksia. Lapin AMK on Sitran rahoittamana tekemässä kaikille rakennusalan ammattikorkeakouluille tarjottavaksi tarkoitettua Rakentamisen kiertoalouden opintojaksokokonaisuutta. Tämä opintokokonaisuus sisältää kaksi viiden opintopisteen laajuista opintojaksoa. Toinen opintopakso perehdyttää monipuolisesti kiertoalouteen ja sen vaikutuksiin rakennetussa ympäristössä. Toisessa projektimaisesti toteutettavassa opintopaksossa opiskelija perehtyy rakennusalan kiertoalouteen oikean työelämä lähtöisen toimeksiannon kautta. Tavoitteena on se, että opiskelija saa toimeksiannon suoraan yrityksestä.

Kehitettävät rakentamisen kiertoalouden oppinnot hyödyntävät monipuolisesti etäoppimisen välineitä. Opiskelija voi suorittaa opintonsa mistä päin Suomea tahansa. Lisäksi opiskelija voi suorittaa opinnot omaan tahtiin omien aikataulujensa mukaan. Opintomateriaalit alustusluentoineen on käytettävissä sähköisessä oppimisalustassa.

Tätä kirjoitettaessa opintopakso on pilottivaiheessa, jolloin sitä on testattu kahdella eri opiskelijaryhmällä. Kevään 2019 aikana opintopaksokokonaisuus tarjotaan kaikille rakennusalan ammattikorkeakouluille Suomessa.

## KIRJALLISUUS

- Carra, G., Magdani, N. 2016. Circular Business Models for the Built Environment. Hakupäivä 3.11.2018. <https://www.arup.com/perspectives/publications/research/section/circular-business-models-for-the-built-environment>
- Ellen MacArthur Foundation. 2015. Growth within: A Circular Economy Vision for a Competitive Europe. Hakupäivä 1.11.2018. [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/EllenMacArthurFoundation\\_Growth-Within\\_July15.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/EllenMacArthurFoundation_Growth-Within_July15.pdf)
- Mattila, J. Betonirakentamisen kiertotalous. Hakupäivä 13.11.2018. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK160405.pdf>
- Sitra. 2016. Kierrolla kärkeen. Suomen tiekartta kiertotalouteen 2016 – 2025. Sitran selvityksiä 117. Hakupäivä 1.11.2018. <http://media.sitra.fi/2017/02/27175308/Selvityksia117-3.pdf>

# **Uusiutuvat luonnonvarat**



# Lapin maaseudun sivuvirrat hyötykäyttöön

Maaseudulla kiertotalouden keskeisempiä tekijöitä ovat tuotantoprosesseissa syntyvät sivuvirrat, joiden määrä tulisi minimoida ja arvo maksimoida. Painotus on tuotantoprosessista ylijäävien materiaalivirtojen arvon tunnistamisessa, jolloin niitä voidaan hyödyntää uudelleen, esimerkiksi uusina tuotteina, energian tuotannossa, ravinteina, komponentteina -omassa tai toisten tai kylän yhteisessä käytössä. Kiertotaloutta kohti kiinnostus kasvaa koko ajan hyödyntämisen ja kehittämisenkin osalta.

## HARVAAN ASUTTUA MAASEUTUA JA MONIALAISTA MIKROYRITTÄJYYTTÄ

Alueiden ominaispiirteet vaikuttavat kiertotalouden kehittämiseen. Yli 90 prosenttia Suomen pinta-alasta on maaseutua (ELY-keskus 2013). Lapin 21 kunnasta suurin osa kuuluu harvaanasuttuun maaseutuun, Kemi ja Rovaniemi kuuluvat kaupunkien läheisen maaseudun luokitukseen ja Rovaniemen keskusta on ainoa kaupungiksi luokiteltu alue (Tilastokeskus 2013).

Yritystoiminta Lapissa on tyypillisesti monialaista ja pienimuotoista. Tämä on näkyvissä myös maaseudulla maatalouden, porotalouden, luontaiselinkeinojen sekä muiden maaseudulla toimivien, kuten tuotteiden jalostusta harjoittavien mikro- ja pk-yritysten toiminnassa. Lapin maaseudun toimintakeskittymät painottuvat osin eteläisille alueille, joista löytyivät suurimmat tilojen lukumäärät, viljelypinta-alat ja kotieläinmäärät. Lapissa on Luonnonvarakeskuksen vuoden 2016 tilastojen mukaan on 11 500 hehtaaria maatalousmaata. Maatiloja on yhteensä vajaa 5000 kappaletta, joista viljelypuolella on noin 3 500 tilaa, kasvinviljelyssä noin 700 tilaa, noin 300 tilaa harjoitti lypsykarjataloutta ja yli 100 tilaa naudanlihan tuotantoa. Loput jakautuvat kasvihuone- ja avomaatuotantoon, nautatalouteen ja laidunkarjaan sekä sekatuotantoon. Sika- ja siipikarjataloutta Lapissa on todella vähän.

Maatalouden rakennekehityksen arvioidaan jatkuvan edelleen, tilamäärät vähenevät ja tuotanto keskittyy suurempiin tuotantoyksiköihin (Valtionvarainministeriö 2019). Maaseutu hyötyy matkailun kasvusta, ja siellä sijaitsee useita matkailuyrityksiä. Lapin eläinmatkailuyrityksistä rekikoiratarhoja on noin 40 kappaletta, porotiloja

noin 30 kappaletta ja hevostalleja kymenkunta, kaikkiaan yhteensä liki 160 eläinmatkailutilaa (García-Rosell & Äijälä 2018).

## SIVUVIRRAT HYÖTYKÄYTTÖÖN

Maaseudun tuotannossa selkeimmin tunnistettuja sivuvirtoja ovat muun muassa teurasjätteet, lanta, elintarviketuotannon ja jalostuksen sivuvirrat, rehuylijäämä, pelto- ja vihermassat sekä maatalousmuovi ja rakennusjäte. Sivuvirroista osa tunnistetaan helposti ja osataan jo hyödyntää yrityksen omassa tai yhteistyökumppanin toiminnassa. Tilalle tulevia materiaalivirtoja tulisi myös tarkastella kiertotalouden näkökulmasta, olisiko näistä osa korvattavissa omilla tai yhteistyökumppanin sivuvirroilla tai niistä syntyvällä energialla.

Sivuvirtoja syntyy prosessista, tuotantosunnasta ja -määrästä riippuen. Niiden hyödyntäminen edellyttää arvon tunnistamista ja talteenottoa sekä eri hyödyntämismahdollisuuksien tarkastelua. Yrittäjälle tämä tarkoittaa toiminnan havainnointia, syntyvien sivuvirtojen tunnistamista ja niiden analysointia. Yrittäjän tulee olla myös valmis muuttamaan tarvittaessa toimintaa tai prosesseja niin, että arvokas materiaali saadaan talteen. Yrittäjän tehtävänä on myös minimoida syntyvää jätettä ja optimoida resurssien käyttöä. Maaseudun yrityssymbioosit –hankkeessa 2018 Merja Mattila työsti kuvion (Kuva 1), jossa on kuvattu tuotannossa syntyvän sivuvirran / ylijäämän arvon hyödyntämisen prosessi.



**Kuva 1.** Syntyvien sivuvirtojen hyödyntämisen prosessi. (Mattila 2018)

## LANNAN HYÖDYNTÄMISESSÄ MAHDOLLISUUKSIA

Maatalouden keskittymisen ja tilojen yksikkökokojen kasvu on johtanut osin siihen, että lantaa on myös keskittyneemmin tietyillä alueilla. Kaikille alueille kuitenkin ole mahdollista sijoittaa syntyvää lantaa peltoalojen puuttumisen vuoksi. Lannan hyödyntämisen tehostaminen ravinne- ja energia-arvojen vuoksi, mutta myös ympäristöhaittojen minimoimiseksi on tarpeen (Luostarinen ym. 2011). Lanta on arvokas ravinne ja maanparannusaine ja sen avulla voidaan vähentää epäorgaanista lannoitetta, kunhan muun muassa fosforin ja typin määrät ja liukoisuudet on huomioitu (Luostarinen ym. 2011). Lanta on hyvä sivuvirta myös moniprosessiseen hyödyntämiseen, esimerkiksi lantaa voidaan hyödyntää ensin energiana (lämpönä, sähkönä, kaasuna) ja sen jälkeen jäävä massa viljelyksillä ravinnekierrossa omilla tai yhteistyökumppaneiden pelloilla.

Lannan hyödyntämiseen vaikuttavat sen arvojen ja ominaisuuksien lisäksi volyymit, lokaatio, laatu ja tilantoiminta (muun muassa keräystapa, varastointi, kuljetus, ympäröivät sijoitus mahdollisuudet). Syntyvän lannan määrään vaikuttavat muun muassa eläinten tuotantovaihe ja ruokinta (tulevat esiin nostetut luvut ovat arvioita ja perustuvat saatuihin tietoihin ja keskiarvoihin). Lannan keräämiseen vaikuttavat siivoustopojen lisäksi kesäkauden laidunnukset sekä tilojen hajasijoittuneisuus. Myös lannan laatu eli kuiva-aineen määrä ja käytetyt kuivikkeet sekä muut ainesosat (esimerkiksi roskat, hiekka ja kivet) vaikuttavat hyödyntämiseen. Kiertotalouden näkökulmasta pyrkimyksenä on myös syntyvien jätteiden vähentäminen, mikä lannan osalta on lähes mahdotonta vähentämättä eläinmäärää. Mutta lannan ja virtsan mukana olevaa kuivikkeen määrää voidaan vähentää, esimerkiksi eläintilojen ja karsinoiden siivoustopojen ja kuivikevalintojen kautta. Kaikessa toiminnassa on muistettava huomioida myös eläinten hyvinvointi ja resurssien optimointi.

Naudan lantaa syntyy Lapissa merkittäviä määriä vuosittain. Lapissa oli vuonna 2017 yhteensä noin 32 400 nautaa (Luonnonvarakeskus 2017). Lapissa syntyy naudnan lantaa varovastikin arvioiden yli 40 miljoonaa kiloa vuosittain (kuiva-ainetta). Suurimmat määrät syntyvät Torniossa, Tervolassa, Ylitorniossa ja Posio, Ranualla. Alla kuvattu (Kuva 2) Sanna Moilasen Maaseudun yritysymbioosit -hankkeessa tekemä esimerkki lannan hyödyntämisen potentiaalista perustuu todelliseen tilaan ja sen toimintaan.

### Tilalla:

- 120 lypsylehmää + 250 nuorta karjaa
- Lietelantaa 6 000 m<sup>3</sup>
- Säilörehu 650 tonnia
- Kuivalantaa 200 tonnia

### Lannasta energiaa mädättämällä

CHP-yhdistetty lämmön- ja sähkön tuotanto  
Lämpökattila

- Lämpöä 680 000 kWh
- Sähköä 340 000 kWh

Tällä lämmitettäisiin ja sähköistettäisiin  
noin 30 omakotitaloa

**Kuva 2.** Esimerkki lannan hyödyntämisen potentiaalista. (Moilanen 2018)

Poromääriltään isommissa paliskunnissa lantaa syntyy 200 000 - 300 000 kilogrammaa per talviruokintakausi (Seppänen & Niemelä 2017). Porojen lantaa on mahdollista kerätä hyödynnettäväksi lähinnä talviruokintakauden jälkeen keväällä. Lanta ja syömätön rehu kerätään yhteen kasaan kompostoitumaan ja voidaan tämän jälkeen hyödyntää esimerkiksi ravinteena pellolla. (Mattila & Karhunen 2014.). Koira tuottaa jätöksiä keskimäärin 150 grammaa päivässä (Okin 2017), joka tarkoittaa Lapin matkailukäytön osalta keskimäärin vuodessa yli 200 000 kilogrammaa jätöksiä. Koirien jätökset eivät ole ravinnepitoisuuksien osalta parhaimpia jatko hyödynnettäviä. Hyödynnykseen ja uusien mahdollisuuksien löytämiseksi tulee tehdä edelleen kehitystyötä.

Lampaiden lanta kerätään lampoloista yhdessä kuivikkeiden kanssa keväisin. Arviona voidaan esittää esimerkiksi Tornioon, jossa on eniten Lapin lampaista, syntyy keskimäärin yli miljoona kiloa uuhien lantaa. Lammastilat hyödyntävät suurelta osin itse lannan ravinteina omassa tuotannossaan. Lapissa hevosenantaa (virtsa, lanta, kuivike) syntyy eniten Rovaniemellä 8000 km<sup>3</sup> ja Torniossa 5000 km<sup>3</sup> (Seppänen & Niemelä 2017). Yleisin tapa hyödyntää hevosenantaa on lannoitteena ja maanparannusaineena, lannan hyödyntäminen biokaasu- tai polttolaitoksissa on nostanut kiinnostusta.

## SULJETTUJA KIERTOJA JA SYMBIOOSEJA

Hyödyntämällä sivuvirtojen kiertoa omassa toiminnassa ei suuria logistisia ratkaisuja tarvita. Samalla edistetään yrityksen omavaraisuutta ja monesti tällä on suoraan vaikutuksia tuotannon kannattavuuteen, esimerkiksi säästämällä ulkopuolisten tuotantopanosten hankinnoissa ja jätteenkäsittelymaksuissa.

Yrittäjien ja tilojen välillä voidaan yhteistyössä toteuttaa kiertoa, eli esimerkiksi hyödyntää toisten sivuvirtoja tuotantopanoksina tai tehdä hankintoja yhdessä. Tällaisia niin sanottuja Agroekologisia symbiooseja voidaan muodostaa eri toimijoiden välille (Helenius, Koppelmäki & Virkkunen 2017). Symbioosien ehdottomana hyötynä on eri toimialojen hyötyminen toisistaan, jolloin sivuvirtojen monitasoinen hyödyntäminen voi mahdollistua ja jätteen määrät vähentyä. Yhteistyön syntymisessä aktiivisuus ja asenne ovat ratkaisevassa asemassa. Hyvän yhteistyön jatkuvuuden turvaaminen halutaan tehdä sitovasti ja samalla huomioida, että kumppanuuden tulisi olla joustavaa ja molempien osapuolten liiketoimintaa tukevaa (Maaseudun yrityssymbioosit 2018). Symbioosien tulisikin perustua paikallisuuteen, toimijalähtöisyyteen ja taloudellisen kannattavuuteen (Helenius, Koppelmäki & Virkkunen 2017).

Kierron toteuttaminen on mahdollista myös yhteisyrityksyyden kautta, jossa kahden tai useamman tilan välillä hyödynnetään yhdessä tilojen sivuvirtoja. Esimerkiksi kahden tai useamman tilan biomassat hyödynnetään yhteisessä biokaasulaitoksessa. Sivuvirtojen hyödyntämistä varten voidaan myös perustaa uusi yritys joka hyödyntää muiden sivuvirtoja oman liiketoiminnan tuottamiseen.

Pienistä sivuvirtojen puroista saadaan yhteen kerättyä isompi sivuvirtojen volyyymi myös esimerkiksi kylämittakaavaisella toiminnalla. Kylissä voitaisiin hyödyntää paikallisten elinkeinojen sivuvirtoja esimerkiksi energiantuotannossa. Kehittämisessä

tulisi varmistaa alueen erityispiirteiden huomiointi ja biomassojen järkevä varastointi- ja kuljetustapa, jotta saadaan kunkin kylän toimintaan ja tarpeisiin sopiva kierto aikaan.

Tulevaisuudessa yhteistyötä voidaan tehdä entistä enemmän myös digitalisaation tukemana. Esimerkiksi yhteisten digitaalisten alustojen kautta voitaisi lisätä sivuvirtojen arvon tunnistamista, sivuvirtojen saatavuutta ja saavutettavuutta. Digitalisaation hyötyjä tulevaisuudessa tulevat olemaan esimerkiksi data-analytiikka ja alustatalous arvonmäärityksen, omistajuuden, avoimuuden ja sijaintitietojen sekä laajemminkin jalostuksen osana. Tätä varten tarvitaan lisää osaamista, soveltavia kokeiluita tekniikan ja teknologian kehittymistä sekä uusien näkökulmien hyväksyntää.

## YRITTÄJÄT TARVITSEVAT TIETOA, TUKEA SEKÄ MALLEJA

Yritysten kiertotalouden tietoisuus vaihtelee, mutta kiinnostus on kauttalinjan laajaa. Sivuvirtojen hyödyntämisen mahdollisuuksia tunnistetaan jonkin verran, mutta toimijoiden ajankäyttö sitoutuu yrityksen pyörittämiseen, joten resurssien irrottaminen, investoinnit ja soveltuvat menetelmät sivuvirtojen hyödyntämiseen vaativat hyvien esimerkkien ja hyötylaskelmien tekemistä sekä asiantuntijoiden tukea. (Maaseudun yrityssymbioosit 2018.) Myös valmiiden skaalautuvien ratkaisujen puute hidastaa eri kokoisten ja tasoisten kiertojen toteutumista.

Kiinnostus on kuitenkin alati kasvava ja se edellyttää monialaisen yhteistyön tiivistämistä, tiedontuottamista ja -jakamista sekä uusien hyödyntämistapojen kehittämistä. Sivuvirtojen hyödyntäminen uusien tuotteiden syntymisessä olisi tärkeää viedä eteenpäin – esimerkiksi villan lanoliinin hyödyntämisen osalta. Lisäksi logististen ratkaisujen löytäminen on tärkeää, koska sivuvirrat ovat hyvin hajallaan. (Maaseudun yrityssymbioosit 2018.) On rohkeasti panostettava myös kokeilukulttuuriin, toimivien mallien ja saavutettavien hyötyjen esiintuomiseen sekä toiminnan mahdollistaviin tekijöihin, kuten lainsäädäntöön ja teknologiaratkaisuihin.

Kiertotalouteen pohjautuvilla ratkaisuilla voidaan parantaa kestävästi yritysten toiminnan mahdollisuuksia, muodostaa uutta liiketoimintaa sekä edistää koko maaseudun omavaraisuutta ja taloudellista varmuutta. Yrityksen kehittäminen on jatkuvuuteen panostamista. Parhaiten tulevat pärjäämään he, jotka itse hakevat aktiivisesti uusia tapoja kannattavuuden ja tuottavuuden kasvuun.

## YHTEENVETO

Maaseudun tuotannossa selkeimmin tunnistettuja sivuvirtoja ovat muun muassa teurasjätteet, lanta, elintarviketuotannon ja jalostuksen sivuvirrat, rehuylijäämä, pelto- ja vihermassat sekä maatalousmuovi ja rakennusjäte. Hyödyntämällä sivuvirtojen kiertoa omassa toiminnassa ei suuria logistisia ratkaisuja tarvita. Yrittäjien ja tilojen välillä voidaan yhteistyössä toteuttaa kiertoa ja hyödyntää toisten sivuvirtoja tuotantopanoksina tai tehdä hankintoja yhdessä. Kierron toteuttaminen on mahdollista myös yhteisyrittäjyyden kautta, jossa kahden tai useamman tilan välillä hyödynnetään yhdessä tilojen sivuvirtoja. Yhteisten digitaalisten alustojen kautta voitaisiin

lisätä sivuvirtojen arvon tunnistamista, niiden saatavuutta ja saavutettavuutta. Digitalisaation hyötyjä tulevaisuudessa ovat muun muassa data-analytiikka ja alustatalous arvonmäärittämisen, omistajuuden, avoimuuden ja sijaintitietojen sekä laajemminkin jalostuksen osana. Tätä varten tarvitaan lisää osaamista, soveltavia kokeiluita tekniikan ja teknologian kehittymistä sekä uusien näkökulmien hyväksyntää. Kuvassa 3 on esitetty hankkeen toimintaan ja tuloksiin liittyvää pohjatietoa.

Artikkelin tiedot pohjautuvat Maaseudun yrityssymbioosit -hankkeen toimintaan ja tuloksiin.

Hankkeella tuettiin 2015-2018 vuosina kiertotalouden tehostamista esiintuomalla maaseudun mikroyrityksissä syntyviä sivuvirtoja ja niiden hyödyntämismahdollisuuksia. Hankkeessa oli mukana laajasti Pohjois-Suomen maaseudun toimijoita ja yrittäjiä. Tuloksena synnyttiin yhteistyön malleja sekä yhteistyöverkostoja.

Hanke toteutettiin ELY-keskuksen myöntämän Euroopan maaseuturahaston tuella, Lapin ja Oulun ammattikorkeakoulujen yhteistyönä Lapin ja Pohjois-Pohjanmaan alueella.

Lisätietoja [www.lapinamk.fi/myssy](http://www.lapinamk.fi/myssy)



**Kuva 3.** Maaseudun yrityssymbioosit –hanke kehitti maaseudun yrityssymbioosien hyödyntämistä 2015-2018 vuosina.

## KIRJALLISUUS

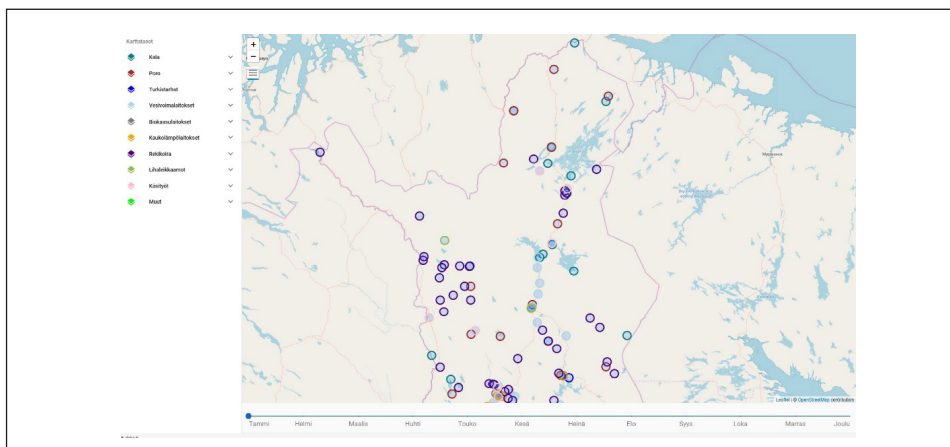
- Ely-keskus. 2013. Maaseudun yritysrahoitus. <http://www.ely-keskus.fi/web/ely/maaseudun-yritysrahoitus>
- García-Rosell, J.-C. & Äijälä, M. 2018. Eläinmatkailu Lapissa. Teoksessa Eläinten hyvinvointimatkailupalveluissa –vinkkejä ja hyviä käytänteitä lappilaisten matkailueläinten hyvinvointiin. Lapin AMK. Rovaniemi. 10-25.
- Helenius, J., Koppelmäki, K. & Virkkunen, E. 2017. Agroekologinen symbioosi ravinne- ja energiaomavaraisessa ruoantuotannossa. Ympäristöministeriön raportteja 18 | 2017. Valtionvarainministeriö. Lönberg Print & Promo 2107.
- Karunen, L. 2006. Biokaasun tuotantomahdollisuudet eläinten lannasta pohjoisen Keski-Suomen alueella. Opinnäytetyö. Jyväskylän ammattikorkeakoulu.
- Luonnonvarakeskus. 2017. PX-Web tilastotietokanta. <http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/>
- Luostarinen, S., Logrén, J., Grönroos, J., Lehtonen, H., Paavola, T., Rankinen, K., Rintala, J., Salo, T., Ylivainio, K. & Järvenpää, M., 2011. Lannan kestävä hyödyntäminen. Hyötylanta –tutkimusohjelman loppuraportti. MTT, 31600 Jokioinen. <http://www.mtt.fi/mtrraportti/pdf/mtrraportti21.pdf>
- Maaseudun yrityssymbioosit 2018. [www.lapinamk.fi/myssy](http://www.lapinamk.fi/myssy)
- Maijala, V. 2017. Lapin ammattikorkeakoulu. Seppänen & Niemen tekemä haastattelu 10.11.2017.
- Mattila, M. 2018. Syntyvien sivuvirtojen hyödyntämisprosessi.
- Mattila, M. & Karhunen, K. 2014. Ympäristöopas porojen maasto – ja tarharuokintaan. Porutaku 2014. <http://www.porutaku.fi/wp-content/uploads/2015/01/Ymp%C3%A4rist%C3%B6pas-porojen-maasto-ja-tarharuokintaan-KM1.pdf>
- Moilanen, S. 2018. Esimerkki lannan hyödyntämisen potentiaalista.
- Moilanen, S. 2018. Maaseudun yrityssymbioosit. Riesasta rahaksi tilaisuus 2018 Loue.
- Okin, G. 2017. Environmental impacts of food consumption by dogs and cats. Research article. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0181301>
- Seppälä, S. & Niemelä, S. 2018. Maaseutuelinkeinojen sivuvirrat 2017 -Niiden hyödyntäminen ja potentiaali Lapissa. <https://www.lapinamk.fi/loader.aspx?id=e3bbd9aa-52ff-4382-b5ad-b9160af058d8>
- Tilastokeskus. 2003. Mikä oli maaseutua? [http://www.stat.fi/tup/tietoaika/tilaajat/ta\\_03\\_03\\_tyovoima\\_laatikko.html](http://www.stat.fi/tup/tietoaika/tilaajat/ta_03_03_tyovoima_laatikko.html)
- Valtionvarainministeriö. Valtion talousarvioesitys 2019, Maaseudun kehittäminen. [www.budjetti.vm.fi/indox/sisalto.jsp;jsessionid=B3A236A767B066572DE52CB7DA15C98B?year=2019&lang=fi&maindoc=/2019/tae/valtiovarainministerionKanta/valtiovarainministerionKanta.xml&opennode=0:1:243:819:835](http://www.budjetti.vm.fi/indox/sisalto.jsp;jsessionid=B3A236A767B066572DE52CB7DA15C98B?year=2019&lang=fi&maindoc=/2019/tae/valtiovarainministerionKanta/valtiovarainministerionKanta.xml&opennode=0:1:243:819:835)
- Vinblad, S. 2018. Kuva 3.





# Biologisten luonnonvarojen käytön tehostaminen – poro- ja kalatalous osaksi Lapin kiertotaloutta

SITRAn alueellisten kestävien ruokajärjestelmien rahoitusohjelmasta rahoitetussa Biojätteestä raaka-aineeksi – kala- ja porotalous osaksi kiertotaloutta –hankkeessa (PoroKala-hankkeessa) on selvitetty kaupallisen kalastuksen ja porotalouden sivuvirtoja ja biojätteen määrää Lapissa. Hanketta on toteutettu Lapin ammattikorkeakoulun Teollisuus ja luonnonvarat osaamisalueen, Kemin Digipoliksen ja VTT:n välisenä yhteistyönä. Siinä on selvitetty kala- ja porotalouden sivuvirtojen määrää ja alueellista jakaumaa, sivuvirtojen tämänhetkistä käyttöä, vaihtoehtoisia uusia hyödyntämismahdollisuuksia, kiertotalouden alueellisia haasteita ja mahdollisuuksia hyödyntää biojätettä osana teollista kiertotaloutta. Poro- ja kalatalouden sivuvirtoja on arvioitu tilastoista löytyvien tietojen ja hankkeessa tehtyjen haastattelun perusteella. Nyt käytettävissä ovat alustavat sivuvirtojen määristä ja tämänhetkisestä käytöstä – ne on esitetty yhteistyössä pLabin kanssa tehdyssä karttapohjassa (Kuva 1). Karttapohjalle tuodaan myös sivutuotteiden tehokkaampaan hyödyntämiseen liittyviä mahdollisia sidosryhmiä.



**Kuva 1.** Hankkeessa työstetty karttapohja. (Pallas 2018)

Hankkeella on yhtymäkohtia Lapin ammattikorkeakoulun kiertotalouden opetusta kehittäviin hankkeisiin ja agrologikoulutukseen. Opintojensa loppuvaiheessa olevat opiskelijat ovat osallistuneet hankkeen haastatteluihin ja hankkeen tulokset viedään agrologikoulutukseen heti tuoreeltaan.

## SUURIEN SIVUVIRTOJEN HAASTEENA PAIKALLINEN JA AJALLINEN HAJANAISUUS

Lapissa kiertotalouden ja jätehuollon haasteena ovat harva asutus, pitkät matkat sekä sivuvirtojen hajanaisuus ja paikallisesti pienet määrät. Kala- ja porotalouden osalta sivuvirtojen hyödyntämisen tekee haasteelliseksi myös sivuvirtojen voimakas ajallinen vaihtelu. Kaupallisen kalastuksen saaliit painottuvat kevääseen ja alkukesään sekä syksyyn; poron osalta pääosa teurastuksista tahtuu loka-joulukuussa.



**Kuva 2.** Siika-Kämällä paikalliset hakivat vähän särkeä omaan käyttöön ennen saaliin hautausta. (Ranta 2018)

Lapin maakunnassa on vuoden 2018 alussa kaikkiaan 191 sisävesialueen kaupalliseksi kalastajaksi rekisteröitynyttä henkilöä. Näistä neljäkymmentä on niin sanottua 1. luokan kalastajia eli henkilöitä, joiden kalastustulo ylittää 10 000 euroa (alv-velvollisuuden raja) (Luonnonvarakeskus 2018). Ykkösluokan kalastajilla on mahdollisuus hakea EU-tukea tiettyihin investointeihin sekä polttoaineveron palautusta. Lapissa sisävesillä on kaikkiaan kuusi laitoshyväksynnän saanutta kuntien omistuksessa olevaa kalastamaa ja muutamia kalahalleja, joiden lisäksi joillakin kalastajilla on omia kalankäsittelytiloja. Maakunnan sisävesialueen kaupallisten kalastajien saalis oli viimeisimmän julkaistun tilaston (Luonnonvarakeskus 2015) mukaan vuonna 2014 yhteensä 621 tonnia. Ruokakalaa Lapissa viljeltiin vuonna 2016 yhteensä 344 tonnia (Luonnonvarakeskus 2017) viljelyn kalan kohdalla perkaus- ja fileointijätteen osuus on noin kolmannes jalostusasteesta riippuen. Tämän lisäksi tehdään vesienhoidollisia tehopyyntejä, joiden saalis on ollut enimmillään yli 100 tonnia vuodessa. Tehopyyntien saalis haudataan pääsääntöisesti maastoon tai luovutetaan turkiseläinten kasvattajille (Kuva 2). Turkiseläinten kasvattajien määrä Lapissa ja sen lähialueella on kuitenkin nykyisin hyvin vähäinen.

Kalanjalostusyksiköissä syntyy myös kalajätettä muun muassa norjalaisen viljellyn lohien käsittelystä – Lapissa kalanjalostus on kuitenkin varsin pienimuotoista tällä hetkellä. Tilastotietoja yhdistettäessä haastattelutuloksiin, voidaan sisävesien kaupallisen kalastuksen, kalanviljelyn ja vesienhoidollisten tehopyyntien sivuvirtojen (perkausjätteet ja sivusaalis) arvioida olevan Lapissa noin 600 tonnin tasolla vuodessa,

tästä noin vajaa kolmasosa on perkausjätteitä. Vuosittainen vaihtelu voi kuitenkin olla isoa muun muassa sääolojen sekä muikkukantojen ja tehopyyntien vuosittaisten vaihtelujen vuoksi. Lapissa merkittävän kotitarve- ja virkistyskalastuksen sivuvirtoja on myös mahdollista kerätä sijoittamalla keräysastioita virkistyskalastuskohteisiin ja kalasatamiin – tätä kautta voidaan myös vähentää perkeiden kautta tapahtuvaa kalaloisten leviämistä.



**Kuva 3.** Kieliä ja elinnippuja teurastamolla. (Majuri 2018)

Poronomistajan omaan käyttöön sekä aidalta tai kotitalalta tapahtuvaan suoramyyntiin tulevat porot voidaan teurastaa erotusaidalla. Teurastus tapahtuu kuitenkin pääasiassa EVIRA:n hyväksymillä poroteurastamoilla, joissa valtaosa teurasporoista käsitellään. Lisäksi Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun alueella on kolme poroteurastamo. Porotalouden sivuvirrat keskittyvät sekä näihin teurastamoihin, että niiden läheisyydessä toimiviin lihaleikkaamoihin, jolloin ne ovat esimerkiksi kalataloutta helpommin hyödynnettävissä. Vuosittainen teurasmäärä on viimeisimmät kymmenen vuotta ollut noin 80 000–100 000 poroa (Paliskuntain yhdistys 2018). Poron osalta sivuvirtojen kokonaismääräksi arvioidaan 2 000 tonnia, joka jakaantuu laadullisesti ruuansulatuselimistöön (47,4 prosenttia sivuvirrasta), elinpaketteihin (14,8 prosenttia), päihin ja koparoihin (15,4 prosenttia), vereen (11,5 prosenttia) ja taljoihin (10,9 prosenttia) (Kuva 3). Mikäli poro leikataan luuttomaksi, syntyy tästä vielä merkittävä määrä luusivuvirtaa (noin 30 prosenttia teurasruhon painosta). Sivuvirtojen määrän arvioinnissa on haastattelujen ohella käytetty lähteenä Niemisen (1994, 135-138) ja Peuran & Inkisen (1995, 13-16) tekemiä tutkimuksia.

## SIVUVIRTOJA KÄYTETÄÄN JA KUOPATAAN

Haastattelujen perusteella Lapin kaupallisen kalastuksen ja tehopyyntien perkausjätteistä ja sivusaaliista valtaosa jää tällä hetkellä hyödyntämättä ja haudataan pääosin maastoon. Pieniä määriä sivutuotteista hyödynnetään elintarvikkeena, koirien ruokana, turkiseläinten rehuna ja syöttinä muun muassa kettujen pyynnissä. Vajaahyödynnetyn sivusaaliin massausta elintarvikekäyttöön ja sivusaaliin käyttöä eläinten ruokana selvitetään kuitenkin laajasti. Sivusaaliin käytön merkittävä lisääminen vaatii kuitenkin isoja investointeja tiloihin ja laitteisiin, mikä taas vaatii kannattavuuden varmistamiseksi riittäviä kalamääriä. Elintarvikekäytön osalta koko maassa on noussut esille erityisesti särkikalamassan hyödyntäminen muun muassa kalapullien ja –pihvien tuotannossa. PoroKala hankkeen tulosten perusteella on myös edistetty poro- ja kalatuottajien sekä Lapin aasialaisten ravintoloiden välistä yhteistyötä – tästä

yhteistyöstä haetaan muun muassa lisäkäyttöä nyt vajaakäytetyille sivuvirroille. Yhteistyötä tukevalle hankkeelle on haettu EAKR-rahoitusta.

Porotuotteiden jalostuksen pitkäkestoinen kehittäminen näkyy myös teurastuksen sivuvirtojen hyödyntämisessä. Pääat, koparat ja sisäelimet menevät pääosin rehu- ja lannoiteteollisuuden raaka-aineeksi. Sisäelimistä noin kolmasosa (kielet, sydämet ja vasojen maksat) käytetään elintarviketuotannossa. Verestä noin kolmasosa hyödynnetään joko rehujen ja lannoitteiden raaka-aineena tai elintarvikkeena. Veren erottelu kaupalliseen elintarvikkeeseen vaatii oman verentalteenottojärjestelmän, joka on taloudellisesti mahdollista ottaa käyttöön vain isommissa yksiköissä. Taljat myydään pääsääntöisesti jatkojalostajille – poron nahan suosio on tasaisesti lisääntynyt myös maamme rajojen ulkopuolella. Poron sarvia hyödynnetään muun muassa matkamuiستojen tuotannossa. Ruoansulatuselimistö haudataan pääosin yhdessä tarkastuksessa hylättyjen elinten, ruhonosien ja ruhojen kanssa.

Kalaperäiset sivutuotteet ja muun muassa poron teurastuksessa ja leikkaamisessa syntyneet sivutuotteet voidaan sivutuotelain mukaan haudata maahan. Hautaamisen tulee kuitenkin tapahtua annettujen ohjeiden mukaan eikä siitä saa koitua haittaa ihmisten tai eläinten terveydelle (Epira 2016). Tuotteiden hävittämisestä aiheutuu kuluja tuottajalle, eikä se ole myöskään heille mielekästä. Poro- ja kalatuottajat ovatkin osallistuneet kiitettävästi sivutuotteiden hyödyntämistä edistäviin hankkeisiin ja omalta osaltaan vähentäneet hävikkiä, jos se on ollut taloudellisesti mahdollista.

## YHTEENVETO

Sitran rahoittamassa hankkeessa (PoroKala) on selvitetty kaupallisen kalastuksen ja porotalouden sivuvirtoja ja biojätteen määrää Lapissa. Kiertotalouden ja jätehuollon haasteena ovat harva asutus, pitkät matkat sekä sivuvirtojen hajanaisuus ja paikallisesti pienet määrät. Kala- ja porotalouden osalta sivuvirtojen hyödyntämisen tekee haasteelliseksi myös sivuvirtojen voimakas ajallinen vaihtelu. Haastattelujen perusteella Lapin kaupallisen kalastuksen ja tehopyyntien perkausjätteestä ja sivusaaliista valtaosa jää tällä hetkellä hyödyntämättä ja haudataan pääosin maastoon. Pieniä määriä sivutuotteista hyödynnetään elintarvikkeena, koirien ruokana, turkiseläinten rehuna ja syöttinä muun muassa kettujen pyynnissä. Vajaahyödynnetyn sivusaaliin massausta elintarvikkeeseen ja sivusaaliin käyttöä eläinten ruokana selvitetään kuitenkin laajasti. Sivusaaliin käytön merkittävä lisääminen vaatii kuitenkin isoja investointeja tiloihin ja laitteisiin.

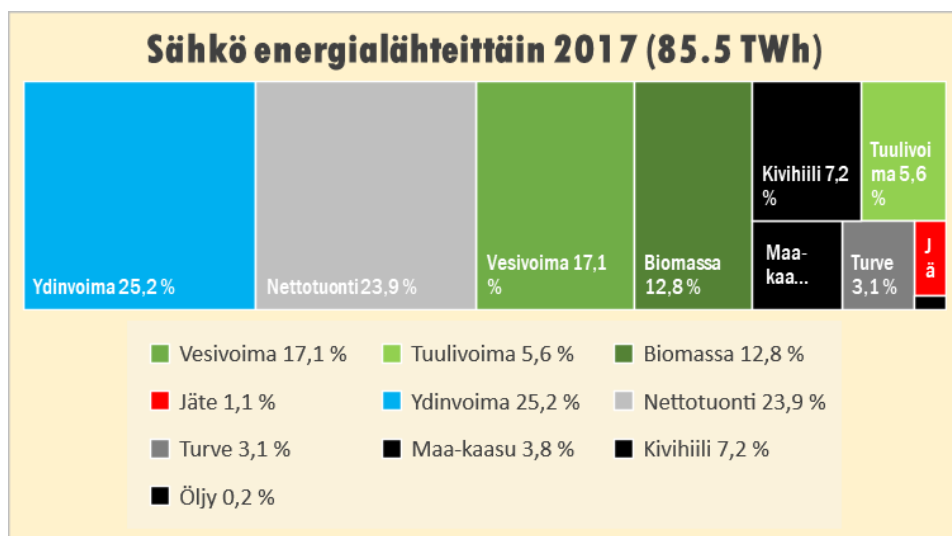
## KIRJALLISUUS

- Evira. 2016. Eviran ohje 16010/3 2016. Eläimistä saatavien sivutuotteiden käsittely ja valvonta elintarvikealan laitoksissa.
- Luonnonvarakeskus. 2015. Kaupallinen kalastus sisävesillä 2014. [http://stat.luke.fi/kaupallinen-kalastus-sisavesillä](http://stat.luke.fi/kaupallinen-kalastus-sisavesilla)
- Luonnonvarakeskus. 2017. Vesiviljely 2016. <http://stat.luke.fi/vesiviljely>
- Luonnonvarakeskus. 2018. Lapin kaupalliset kalastajat. Sähköposti A. Ranta – L. Forsman 30.01.2018.
- Majuri, K. 2018. Porukkaoppi –hanke, poroteurastamoauditointi.
- Nieminen, M. 1994. Poro, ruumiinrakenne ja elintoiminnot. Kemi: Pohjolan sanomat.
- Paliskuntain yhdistys. 2018. Tilastoja. <https://paliskunnat.fi/py/materiaalit/tilastot/>
- Pallas, M. 2018. Hankkeessa työstetty karttapohja.
- Peura, P. & Inkinen, M. 1995. Tutkimus porojen teurasjätteistä. Vaasa: Ympäristötaloudellinen tutkimuslaitos Väkipyörä Oy.
- Ranta, A. 2018. Siika-Kämän paikalliset asukkaat.



# Uusiutuva energia ja kiinteistöjen energiatehokkuus osana kiertotaloutta

Uusiutuva energia ja kiinteistöjen energiatehokkuus ovat iso osa kiertotalouden toteutumista. Uusiutuvat energiamuodot, kuten bio-, vesi-, aurinko-, tuuli- ja lämpöpumppuenergia edustavat energian kiertokulkua puhtaimmillaan. Fossiilisten ja hitaasti uusiutuvien polttoaineiden korvaaminen energian tuotannossa on ollut jo pitkään keskiössä energia-alasta puhuttaessa. Kiinteistöjen energiatehokkuus on puolestaan resurssiviisautta, eli käyttämätön energia on vähäpäästöisintä energiaa. Energiatehokkuuden parantaminen toteutuu tehokkaimmillaan esimerkiksi käytön optimoinnilla, hukkalämmön talteen ottamisella sekä joustavalla kulutuksella. Kuvassa 1 on esitetty sähköenergiälähteittäin vuonna 2017.

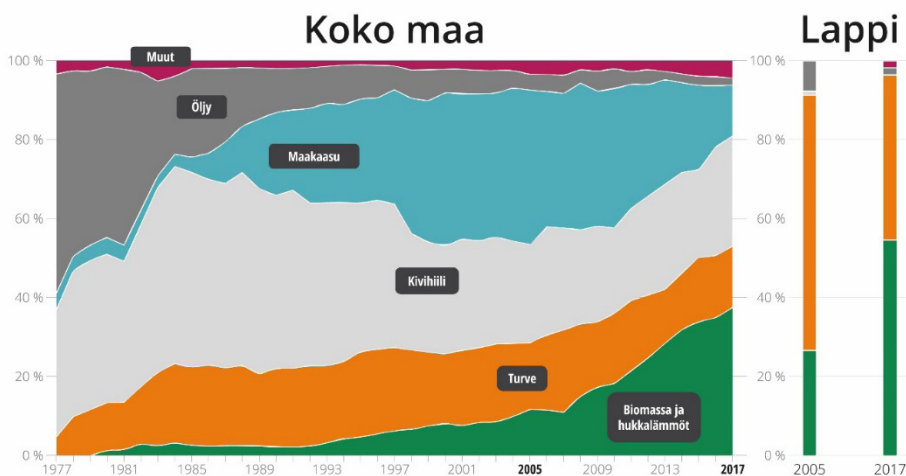


**Kuva 1.** Sähköenergiälähteittäin 2017. (Energiateollisuus 2018a)

Energiateollisuus ry:n kiertotalous energiasektorilla selvityksessä todetaan, että energia-ala hakee vielä paikkaansa kiertotaloudessa, vaikka onkin vahvasti läsnä monestakin eri näkökulmasta katsottuna. Selvityksessä nostetaan esiin neljä energia-alan kiertotaloustoimea; Uusiutuva energia, jätteestä energiaksi, energiatehokkuus ja palveluliiketoiminta. Uusiutuva energia nähdään ennen kaikkea ilmastotoimena, mutta sopii hyvin myös kiertotalouden tavoitteisiin, jätteet puolestaan tulee hyödyntää energiaksi vasta tehokkaan kierrätyksen jälkeen. Energiatehokkuuden kehittämisessä optimointi ja investointien ajoitus ovat tärkeitä, koska muussa tapauksessa energiajärjestelmän kustannukset voivat ylittää saavutetut säästöt. Palveluliiketoiminta on kiertotaloutta ja myös energia-alan liiketoiminnassa tarjotaan yhä enemmän tuotteen sijaan palvelua. (Gustafsson 2017)

## KARTOITUKSESTA TOIMENPIDEOHJELMAAN

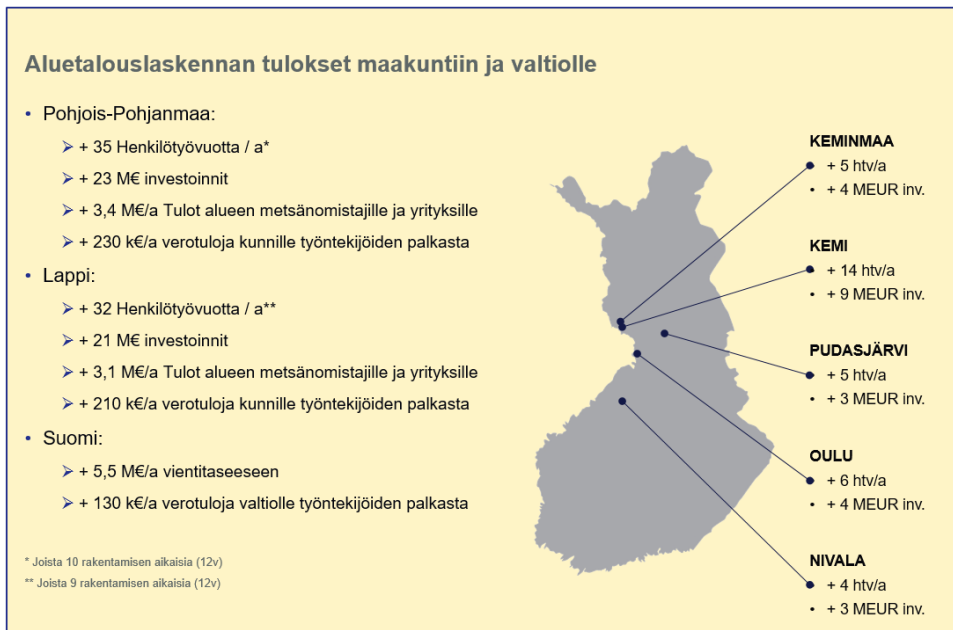
Lapin ammattikorkeakoulu on kartoittanut maakunnan uusiutuvan energian käyttöastetta ja kuntien energiatehokkuuden kehittämishalukkuutta viime vuosien aikana. Lapin energia-alan toimenpideohjelman (LEAP-hanke) suunnittelun yhteydessä tehtiin kuntakierrokset, joiden tarkoituksena oli selvittää kuntien ja yritysten tilanne energia-asioihin liittyen. Yhtä lukuun ottamatta kaikissa Lapin kunnissa on kaukolämpö- tai aluelämpötoimintaa, joka painottuu kaupunkeihin ja kuntien taajamiin. Lapin kaukolämmöstä tuotetaan vuoden 2017 tilastojen mukaan uusiutuvalla bio- ja hukkalämmöllä noin 55 prosenttia ja turpeella noin 40 prosenttia. Kuntien kiinteistöistä lähes kaikki mahdolliset kohteet ovat kaukolämmön piirissä. Lapissa turpeen osuus tuotannossa on vähentynyt noin 20 prosenttia vuodesta 2005, bio- ja hukkalämmön korvaten turvetta ja öljyä, kehitys näkyy myös koko maassa kuvassa 2. (Energiateollisuus 2018)



**Kuva 2.** Kaukolämmön ja yhteistuotantosähkön polttoaineet vuosina 2005 ja 2017. (Energiateollisuus 2018b)



Ongelmakohteita ovat yleensä taajaman ulkopuolella olevat kiinteistöt, joiden tulevaisuus käytön osalta on usein epävarma. Näitä kaukolämmön ulkopuolella olevia tuotantoyksiköitä kartoitettiin Pohjois-Pohjanmaan ja Lapin yhteishankkeessa. Pohjoinen energiakartta -hankkeen toimenpiteisiin kuului lisäksi kohteiden visualisointi paikkatietomenetelmin sekä fossiilisten tuotantolaitosten korvaamisesta uusiutuvalla energialla syntyvien alue- ja työllistymisvaikutusten arviointi. Uusiutuvalla energialla mahdollisesti korvattavia laitoksia löytyi Lapista 94 kappaletta ja Pohjois-Pohjanmaalta 180 kappaletta, molemmissa löydetty korvattava tuotantomäärä oli noin 80 GWh/a. Alue- ja työllistymisvaikutusten arvioinnin toteutti Gaia Consulting Oy, tiivistetty arvio vaikutuksista on esitetty kuvassa 3.



**Kuva 3.** Alue- ja työllistymisvaikutukset maakunnilla ja valtiolla. (Gaia Consulting 2018)

LEAP-hankkeessa luodun Lapin energia-alan toimenpideohjelman tavoitteena on edistää energiaviisautta. Energiaviisauden tarkoittaessa energiatehokkuuden edistämistä, päästöjen vähentämistä sekä energiaomavaraisuuden kehittymistä, ohjelman keskiössä on kolme teemaa:

- Energiatalouden parantaminen kestäväällä energiantuotannolla
- Energiatehokkuuden jatkuva parantaminen rakennetussa ympäristössä
- Älykkäiden ratkaisujen hyödyntäminen energia-alalla

Pääteemojen alle on kerätty 2-3 konkreettista toimenpide-ehdotusta, joista nousevat esiin ainakin energiaomavaraisuuden kasvattaminen, energiajohtamisen prosessi sekä digitalisaation mahdollisuudet energia-alalla. Energiaviisautta pyritään edistämään

kuvan 4 mukaisella energian kokonaisvaltaisella hallinnalla arvoketjun kaikissa vaiheissa. Kokonaisvaltainen hallinta mahdollistuu digitalisaation myötä, jonka avulla uudet liiketoimintamallit, ansaintalogiikat ja teknologiset ratkaisut edistävät energiaviisauden saavuttamista.



**Kuva 4.** Energiaviisauden kokonaisvaltainen hallinta. (Alakunnas ym. 2017)

## ENERGIAJOHTAMINEN JA ÄLYKKÄÄT PALVELUT

Vuonna 2018 puhumme Lapin ammattikorkeakoulun energia-asioissa usein energiajohtamisesta ja älykkäistä järjestelmistä sekä käyttäjälähtöisistä palveluista. Energia-alan toimenpideohjelman mukaisesti olemme huomioineet energiajohtamisessa pitkäjänteisen jatkuvan parantamisen ja energiaomavaraisuuden kehittämisen. Tällä hetkellä työskentelemme Energiaviraston ja Motivan toimeksiannosta Lapin energia- ja ilmastotyön edistämisen hyväksi. Tässä toimintaympäristössä työkalupakistamme löytyvät muun muassa energiatehokkuussopimukset, energiakatselmoinnit, rahoitus- ja tukimenettelyt sekä lähes kaikille kohderyhmille suunnattu energianeuvonta. Julkisten kehittäjäorganisaatioiden yhteistyöllä käynnistetyn Lapin energiakonttorin toimintaan kohdistetun tuen jatkuvuuskin näyttää alustavasti ulottuvan jopa vuoteen 2022 asti.

TKI-toiminnan perustehtävänä on alueen yritysten ja toimintaympäristön kehittäminen. Energia-sektorilla olemme tehneet vahvaa yhteistyötä edelläkävijäyritysten kanssa. Olemme suunnitelleet älykkään asumisen -hanketta yhdessä maakunnallisen energia-yhtiön, opiskelija-asumispalveluja tuottavan toimijan sekä 15 pk-sektorin yhteistyöyrityksen kanssa. Hankkeen kulmakivenä on kiinteistödatan kerääminen erityisesti energijärjestelmistä, joita rakennettavaan kohteeseen on tulossa tavallisuudesta poiketen monipuolisesti. Kiinteistödatan hyödyntäminen mahdollistaa paitsi kehittyneen ja optimoidun kiinteistönpidon toteutumisen myös kuluttajille suunnattujen älykkäiden käyttäjäpalveluiden pilotoinnin. Tässä eturivin huomiota saavassa ekologisessa hankkeessa olisi arvokasta päästä tutkimaan virtuaalivoimalaitoksen toimintamalleja sekä kehittämään ”hiekkalaatikkoa” yhteisöllisten kiinteistöpalveluiden kokeilijoille.

## YHTEENVETO

Uusiutuva energia ja kiinteistöjen energiatehokkuus ovat merkittävä osa kiertotalouden toteutumista. Energiatehokkuuden parantaminen toteutuu käytön optimoinnilla, hukkalämmön talteen ottamisella sekä joustavalla kulutuksella. Myös energia-alan kasvava palveluliiketoiminta on osa kiertotaloutta. Lapin AMK on kartoittanut maakunnan uusiutuvan energian käyttöastetta ja kuntien energiatehokkuuden kehittämishalukkuutta. Konkreettista kuntakierroksen toimenpide-ehdotuksista nousevat esiin energiaomavaraisuuden kasvattaminen, energiajohtamisen prosessi sekä digitalisaation mahdollisuudet energia-alalla. Ns. energiaviisautta pyritään edistämään energian kokonaisvaltaisella hallinnalla arvoketjun kaikissa vaiheissa digitalisaation avulla, jolloin uudet liiketoimintamallit, ansaintalogiikat ja teknologiset ratkaisut edistävät energiaviisauden saavuttamista. Edelläkävijäyritysten kanssa on myös suunniteltu älykkään asumisen hanketta, jonka kulmakivenä on kiinteistödatan kerääminen rakennusten energiajärjestelmistä. Kiinteistödatan hyödyntäminen mahdollistaa paitsi kehittyneen ja optimoidun kiinteistönpidon toteutumisen myös kuluttajille suunnattujen älykkäiden käyttäjäpalveluiden pilotoinnin. Tässä hankkeessa on arvokasta tutkia myös muun muassa virtuaalivoimalaitoksen toimintamalleja.

## KIRJALLISUUS

- Alakunnas, T., Hirvaskari, M., Kuisma, O., Parkkila, L., Rintala, M., Ryyänen, K., Saari, S. & Sirkka, A. 2017. Lapin ammattikorkeakoulun energia-alan toimenpideohjelma. Hakupäivä 15.10.2018 <https://www.lapinamk.fi/fi/Yrityksille-ja-yhteisoille/Julkaisut/Lapin-AMKin-julkaisut/Tekniikka-ja-teollisuus?itemid=2298&showlocation=7c5ea7f8-c8b2-454d-ae43-dddd71cfde31>
- Energiateollisuus 2018a. Sähkötilatot 2017. Hakupäivä 15.10.2018 [https://energia.fi/ajankohtaista\\_ja\\_materiaalipankki/tilastot/sahkotilatot](https://energia.fi/ajankohtaista_ja_materiaalipankki/tilastot/sahkotilatot)
- Energiateollisuus 2018b. Kaukolämpötilastot 2017. Hakupäivä 15.10.2018 [https://energia.fi/ajankohtaista\\_ja\\_materiaalipankki/tilastot/kaukolampotilatot](https://energia.fi/ajankohtaista_ja_materiaalipankki/tilastot/kaukolampotilatot)
- Gaia Consulting. 2018. Pohjoinen Energiakartta tutkimusraportti.
- Gustafsson, S. 2017. Kiertotalous energiasektorilla –selvitys. Energiateollisuus ry. Hakupäivä 10.10.2018 [https://energia.fi/ajankohtaista\\_ja\\_materiaalipankki/materiaalipankki/kiertotalous\\_energiasektorilla.html](https://energia.fi/ajankohtaista_ja_materiaalipankki/materiaalipankki/kiertotalous_energiasektorilla.html)



# Arktinen älykäs metsäverkosto

Arktinen älykäs metsäverkosto perustettiin Arctic Smartness -klustereiden rinnalle toteuttamaan älykkään erikoistumisen strategiaa Lapissa. Metsäverkoston toiminnan kautta lisätään metsäbiotalouden vaikuttavuutta maakunnan elinkeinoelämän toiminnassa ja edistetään uusiutuvan energian osuuden ja paikallisten energialähteiden käytön lisääntymistä. Tavoitteena on vahvistaa Lapin metsätalouden toimintaedellytyksiä yhteistyön ja verkostoitumisen kautta.

Arktinen älykäs metsäverkosto -hankkeen tehokas toteutus ja tulosten hyödynnettävyys varmistetaan kaikkien metsätoimijoiden verkoston osallistumisen kautta, sillä jokainen tuo omanlaista ja erityistä osaamista hankkeeseen. Maa- ja metsätaloustuottajain keskusliitto ry tuo hankkeeseen yksityismetsätalouden tuntemuksensa, ja Metsähallitus vahvan ja laaja-alaisen valtion metsiin ja alueisiin liittyvän osaamisensa. Suomen Metsäkeskus (2018) tuo hankkeeseen metsien hoitoon ja käyttöön sekä monimuotoisuuteen liittyvän asiantuntijaosaamisensa ja Luonnonvarakeskus monipuolisen metsäntutkimusosaamisensa. Lapin ammattikorkeakoulu tuo hankkeeseen metsäalan koulutusosaamisen sekä vahvan hanketoimintaosaamisen. Suomen 4H-liitto tuo hankkeeseen metsäalaa tukevan luonnontuoteosaamisen. Lisäksi kaikki osatoteuttajat tuovat hankkeeseen monipuoliset omat verkostonsa, mitä kautta osaamis pohja laajenee entisestään. Hanke on kaksivuotinen ja sitä rahoittaa Lapin liitto Euroopan aluekehitysrahastosta. Toimintaa ja yhteistyötä koordinoi Suomen Metsäkeskus.

Hankkeella parannetaan Lapin metsien ja metsistä saatavien uusiutuvien raaka-aineiden kestävä hyödyntämisen edellytyksiä. Lappia tuodaan esille kilpailukykyisenä toimintaympäristönä raaka-aineiden erinomaisuuden ja kestävä käytön sekä alueella olevan osaamisen näkökulmista. Metsäalan kehittäjistä kootaan uudenlainen verkosto, joiden osaaminen, eurooppalainen yhteistyö sekä Lapin metsäalan hyvien käytäntöjen aktiivinen viestiminen avaavat mahdollisuuksia muodostaa Lapista eurooppalaisen metsätalouden kiinnostava ja tunnettu mallialue.

Arktinen metsäverkosto tukee alueella toimivien älykkään erikoistumisen klustereiden kehittämistä. Vähähiilisyttä edistetään kannustamalla puun käytön lisäämiseen niin valmistavan teollisuuden raaka-aineena kuin energian raaka-aineenakin. Metsäverkosto tuo yhteen sekä suuria että pienemmän mittakaavan toimijoita, jotka

yhdessä kehittävät alueellisia ratkaisuja puun liikkuvuuden haasteiden ratkaisemiksi sekä metsätalouden sivuvirtojen tehokkaammaksi hyödyntämiseksi liiketoiminnassa.

Metsäverkoston toiminta vahvistaa puumarkkinoita määrätietoisesti unohtamatta metsien hyvää kasvukuntoa ja metsäluonnon monimuotoisuutta, mitkä luovat perustan kestäväen biotalouden kasvulle Lapissa. Verkosto tekee tunnetuksi Lapin arktista metsäosaamista ja hyödyntää sitä metsäalan yritysten ja sidosryhmien toiminnassa kotimaassa ja kansainvälisesti. Toiminnan kautta lisätään metsäbiotalouden vaikutavuutta maakunnan elinkeinoelämässä.

## LISÄARVOA KANSAINVÄLISESTÄ VERKOSTOITUMISESTA

Hankkeella on vahva kansainvälistymistavoite, sillä Lapissa harjoitettavan metsätalouden pitkälle kehittyntä huippuosaamista on tarpeen markkinoida muualle Eurooppaan. Kansainvälistymisen kautta saadaan lisäarvoa ja hyviä käytänteitä sekä uusia verkostoja ja rahoituskanavia Lapin metsätalouden kehittämiseksi, jotta Lapista muodostuu Pohjois-Euroopan metsätalouden tunnettu ja kunnioitettu mallialue. Saavutettavan tunnettuuden ja osaamisen markkinoinnin avulla lappilaiset toimijat ovat haluttuja kumppaneita kansainvälisiin hankealoitteisiin.

Kansainvälisistä verkostoitumisista on edistännyt etenkin Itä-Pohjois-Suomen EU-toimisto Brysselissä. IP-toimiston kautta on saatu kontakteja ja päästy tapaamaan virkamiehiä, jotka vaikuttavat EU:n metsä- ja ympäristöasioihin. Lisäksi on päästy tuomaan esille lappilaista metsäosaamista muun muassa digitalisaation saralla.

IP-toimiston kautta on päästy mukaan Euroopan laajuisiin metsäverkostoihin, joilla kaikilla on yhteinen tavoite. Yhdessä ERIAFF-verkoston kanssa IP-toimisto on perustanut Euroopan metsäisten alueiden verkoston, jonka tavoitteena on viedä oikeellista metsätietoutta EU:n päättäjille ja sitä kautta edistää metsätalouden toimintaedellytyksiä ja vaikuttaa rahoituksen suuntaamiseen. EU-toimisto vetää Euroopan metsäisten alueiden verkostoa, jossa on mukana alueita Suomesta, Ruotsista, Espanjasta, Ranskasta, Italiasta ja Romaniasta. Verkoston tavoitteena on vaikuttaa metsäbiotalouden suotuisaan kehitykseen koko EU:ssa. EU-toimisto tarjoaa myös maakuntien hanketoimijoille tukea ja neuvoja suoran EU-rahoituksen hakemiseen Brysselistä.

Lapin liitto tukee edunvalvonnassa ja toimijoiden verkostoitumisessa EU-näkökulmasta yhdessä Itä- ja Pohjois-Suomen EU-toimiston kanssa. Liiton tehtävänä on osaltaan huolehtia yhdessä muiden EU:n ja erityisesti Itä- ja Pohjois-Suomen maakuntien kanssa, että alueiden ääni huomioidaan EU:n metsäpolitiikan valmistelussa ja rahoituksen suunnittelussa. Lapille tärkeintä on löytää tukevia alueita erityisesti Pohjoismaiden ulkopuolelta, jotta viestimme painoarvo on suurempi ja pystyisimme takamaan kestäväen rahoituksen metsäasioiden kehittämiseksi myös tulevaisuudessa koko EU-tasolla. Tätä tehtävää palvelevat muun muassa Euroopan metsäisten alueiden verkosto ja metsäalueiden verkostoa rakentava H2020 ROSEWOOD-hanke, joiden yhteistyötä tiivistetään lähiaikoina erittäin paljon. Lapin liiton tehtävänä on pitää yllä ja kehittää myös Arctic Smartness klusteriyhteistyötä ja avustaa Arktinen teollisuus ja kiertotalous sekä Arktinen älykäs maaseutu -klusterien kansainvälistymistavoitteita.

## KIERTOTALOUS JA PUUN KASKADIKÄYTTÖ

Metsätalouden sivuvirtojen tehokkaamman hyödyntämisen kautta voidaan verkoston avulla tuoda yhteen metsäalan eri toimijoita kehittämään alueellisia ratkaisuja, joilla parannetaan energia- ja materiaalitehokkuutta sekä saavutetaan uusia liiketoimintamahdollisuuksia lappilaisille yrityksille kiertotalouden keinoin. Verkostossa muodostuvien yrityssymbioosien kautta on mahdollista saada metsäalan yritykset täydentämään toistensa osaamista sekä tuottamaan lisäarvoa toisilleen kierrättämällä esimerkiksi raaka-aineita, teknologiaa, energiaa ja osaamista.

Kiertotaloudessa metsien mahdollisuuksia ei tulisi jakaa liian yksioikoisesti raaka-aine- ja tuotekiertoihin sekä maaperän ja metsätalouden kiertoihin. Ne muodostavat kokonaisuuden, jossa puu kiertää metsästä ensin raaka-aineeksi ja sitten tuotteeksi ja toivottavasti myös takaisin kiertoon – joko hiilenkiertoon, ravinnekiertoon, sivuvirtakiertoon tai tuotekiertoon (Kuva 1). Siksi metsäpohjaisen kiertotalouden kehittämisen edellyttää paljon erilaisia verkostossa toimivia yrityksiä. Jotta kiertotalous etenee, niiden kaikkien tulisi voida hyötyä kierrossa mukana olemisesta. (Hellström 2018.)

Biomateriaalin kaskadikäyttö on nähty yhtenä kestävyyttä edistävänä käytännön toimintatapana erityisesti Euroopan unionissa. Kaskadikäytössä materiaalin jalostuksella ja uudelleenkäytöllä pyritään saamaan aikaan mahdollisimman suuri hyöty ennen materiaalin polttamista ja lopullista hävittämistä. Biomassaa käytetään vähintään kerran tai useampia kertoja ennen sen polttoa tai loppusijoitusta. Tapio Oy:n tutkimusten (Koistinen 2018.) mukaan kaskadikäyttö eli pitemmän jalostusketjun sisältävä vaihtoehto lisäsi huomattavasti tuotannon rahallista arvoa, joka toimi taloudellisen kestävyuden indikaattorina. Ekologisen kestävyuden kannalta kaskadikäytön lisääminen vähensi henkilövuotta kohti laskettuja hiilidioksidipäästöjä.

### YHTEENVETO

Metsäverkoston kautta lisätään metsäbiotalouden vaikuttavuutta maakunnan elinkeinoelämässä ja edistetään uusiutuvan energian osuuden ja paikallisten energialähteiden käytön kasvua. Tavoitteena on vahvistaa Lapin metsätalouden toimintaedellytyksiä yhteistyön ja verkostoitumisen kautta. Hanketta koordinoi Suomen Metsäkeskus. Tavoitteena on parantaa Lapin metsien ja metsistä saatavien uusiutuvien raaka-aineiden kestävä hyödyntämisen edellytyksiä. Lappia tuodaan esille kilpailukykyisenä



**Kuva 1.** Puun kaskadikäyttö voi lisätä biotalouden kestävyyttä. (Koistinen 2018)

toimintaympäristönä raaka-aineiden erinomaisuuden ja kestävän käytön sekä alueella olevan osaamisen näkökulmista. Metsäalan kehittäjistä kootaan uudenlainen verkosto, joiden osaaminen, eurooppalainen yhteistyö sekä Lapin metsäalan hyvien käytäntöjen aktiivinen viestiminen avaavat mahdollisuuksia muodostaa Lapista eurooppalaisen metsätalouden kiinnostava ja tunnettu mallialue. Hankkeella on vahva kansainvälistymistavoite, sillä Lapissa harjoitettavan metsätalouden pitkälle kehittynyttä huippuosaamista on tarpeen markkinoida muualle Eurooppaan.

## KIRJALLISUUS

- Hellström, E. 2018. Meneekö kiertotalous metsään? <https://www.sitra.fi/blogit/meneeko-kiertotalous-metsaan/>
- Koistinen, A. 2018. Kaskadikäyttö voi tukea biotalouden kestävyttä. <https://tapio.fi/kaskadikaytto-voi-tukea-biotalous-kestavyytta/>
- Suomen Metsäkeskus. 2018. Arktinen Älykäs Metsäverkosto, EAKR. 2018. Hanke-suunnitelma.

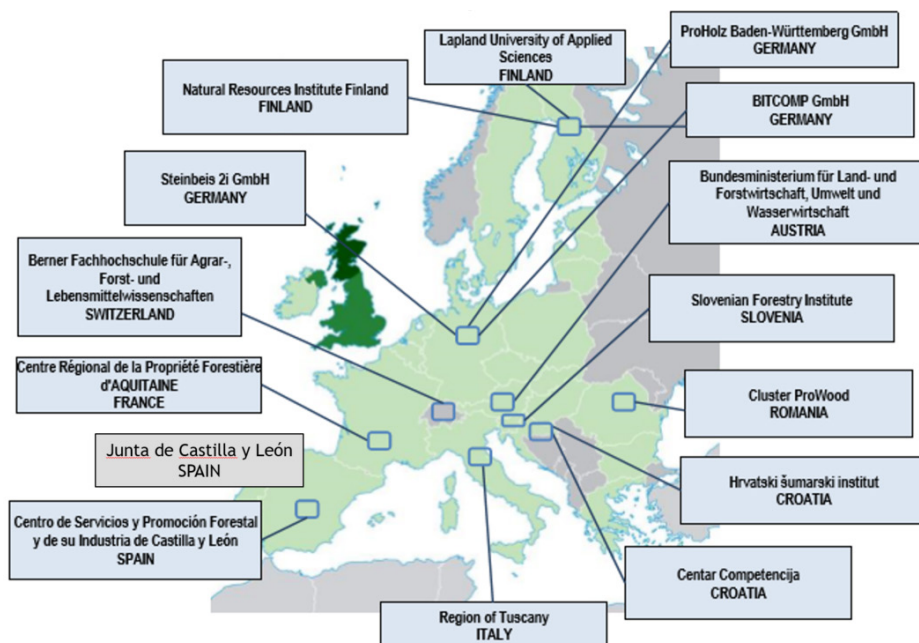






# Hanke-esittely: ROSEWOOD

ROSEWOOD – Network of Regions on Sustainable Wood Mobilisation on alueiden välinen verkosto, jonka tavoitteena löytää keinoja saada puuta enemmän liikkeelle Euroopassa metsä- ja puutuoteteollisuuden hyödynnettäväksi. Kyseessä on EU:n Horizon 2020 rahoittama verkostohanke, jossa on mukana 15 partneria 10 eri maasta (Kuva 1). Suomesta mukana on alueena Lappi, jossa hanketta toteuttavat Lapin liiton tuella Lapin ammattikorkeakoulu ja Luonnonvarakeskus Luke. Suomen lisäksi mukana ovat Espanja, Italia, Itävalta, Kroatia, Ranska, Romania, Saksa, Slovenia ja Sveitsi. Projektia koordinoi saksalainen Steinbeis 2i GmbH. (Steinbeis 2i GmbH 2018)



Kuva 1. ROSEWOOD –toteuttajat.

ROSEWOODin alueelliset puunhankinnan verkostot Pohjois-, Etelä-, Itä- ja Keski-Euroopassa mahdollistavat tiedon ja osaamisen siirron, dialogin ja yhteistyön alueiden välillä. Alueelliset tiekartat antavat suuntaviivoja sille, kuinka raaka-ainepotentiaali saadaan paremmin hyödynnettyä tulevaisuudessa. Keskiössä ovat alueiden parhaat käytänteet, tarpeet ja haasteet. Hyviin käytänteisiin ja haasteisiin tarttumalla sekä jakamalla osaamista alueiden välillä voidaan hyödyntää käyttämätöntä hakkuupotentiaalia, saada puuta enemmän liikkeelle ja edistää kestävästä puunhankintaa ja biotaloutta Euroopassa. ROSEWOOD kerää metsäalan toimijaverkostoa yhteen ja osallistaa yhteiseen toimintaan ja kehittämistyöhön sidosryhmiä koko puunhankinnan arvoketjusta, metsänomistajista metsäteollisuusyrityksiin asti.

ROSEWOODin Pohjois-Euroopan verkosto kattaa Pohjoismaista erityisesti Suomen ja Ruotsin. Alueella on suuret metsävarat ja korkean tason metsäosaamista. Ammatillaisen ja perinteikkään metsänhoidon ja -tutkimuksen ansiosta metsien kasvu on hyvää ja hakkuumääriä on mahdollista nostaa kestävyyttä vaarantamatta. Pohjois-Euroopan verkosto osallistaa alueelliset metsäalan toimijat kehittämään kestävästä puunhankintaa ja ratkaisemaan yhdessä haasteita alueellisista tarpeista lähtien.

## OPPIMINEN MUILTA ALUEILTA

Puunhankinnan haasteet Suomessa liittyvät pirstaloituneeseen ja pienimuotoiseen metsänomistukseen, kaupungistumiseen, pitkiin etäisyyksiin ja kannattamattomaan metsänhoitoon, joka johtaa muun muassa taimikonhoidon rästeihin. Muilla alueilla Euroopassa haasteet liittyvät muun muassa yhteistyön puutteeseen ja kehittymättömiin tietojärjestelmiin. ROSEWOOD-verkosto tarjoaa mahdollisuuden oppia muilta alueilta ja vaihtaa hyviä käytänteitä puunhankintaan liittyen. Hyvien käytänteiden kautta on mahdollista vahvistaa omia heikkouksia.

Yhdistämällä eri sidosryhmiä metsätalouden arvoketjuissa ROSEWOOD pyrkii poistamaan nykyisiä tiedon vajeita, edistämään uusien ideoiden käyttöönottoa ja vauhdittamaan eri sidosryhmien ja alueiden välisiä taloudellisten kumppanuuksien syntymistä. Hankkeen toimet edistävät bio- ja metsätalouden ja maaseutu-alueiden taloudellisesti kannattavaa ja kestävästä kehitystä Euroopassa. Toimilla ja tuloksilla vaikutetaan puunhankinnan resursseihin (mukaan lukien rahoitus) EU-tasolla.

Alueellisissa verkostoissa hankekumppanit selvittävät alueensa metsätalouden tarpeita asiantuntijahaastatteluilla sekä järjestävät työpajoja ja koulutuksia paikallisten sidosryhmien kanssa kestävästä puunhankinnan edistämiseksi.

Lapin AMK johtaa Pohjois-Euroopan verkostoa ja Luke on vastuussa uusien liiketoimintamahdollisuuksien kehittämisestä puunhankinnan arvoketjussa. Lapin liitto tukee hankkeen toteutusta alueella ja osallistuu aktiivisesti alueellisiin toimenpiteisiin. Lapin Liitto huolehtii alueellisesta sidosryhmyöskentelystä yhdessä Lapin AMKin ja Luken kanssa.

Hanke on rahoitettu Euroopan unionin Horisontti 2020 -tutkimus- ja innovaatio-ohjelmasta ja se on käynnissä vuoden 2020 helmikuun loppuun. Budjetti on 1,5 miljoonaa euroa. Kuvassa 2 on hankkeen logo.

## YHTEENVETO

Network of Regions on Sustainable Wood Mobilisation (Rosewood Horizon 2020- hanke) on alueiden välinen verkosto, jonka tavoitteena löytää keinoja saada puuta enemmän liikkeelle Euroopassa metsä- ja puutuoteteollisuuden hyödynnettäväksi. Saksalaisten koordinoimassa hankkeessa on mukana 15 partneria 10 maasta, Suomesta mukanaan ovat Lapin AMK ja Luke (Luonnonvarakeskus). Alueellisesti laadittavat tiekartat antavat suuntaviivoja sille, kuinka raaka-ainepotentiaali saadaan paremmin hyödynnettyä tulevaisuudessa. Keskiössä ovat alueiden parhaat käytänteet, tarpeet ja haasteet. Puunhankinnan haasteet Suomessa liittyvät pirstaloituneeseen ja pienimuotoiseen metsänomistukseen, kaupungistumiseen, pitkiin etäisyyksiin ja kannattamattomaan metsänhoitoon, joka johtaa muun muassa taimikonhoidon rästeihin. Muilla alueilla Euroopassa haasteet liittyvät muun muassa yhteistyön puutteeseen ja kehittymättömiin tietojärjestelmiin.



**Kuva 2.** ROSEWOOD -hanke

## KIRJALLISUUS

Steinbeis 2i GmbH. 2018. Project: ROSEWOOD – Network of Regions on Sustainable Wood Mobilisation. Horizon 2020.

# Kiertotalouskoulutus

# KIERTOKOULU – Yritysraja- pinnassa toteutettavan kiertotalous ja teolliset sivuvirrat opintokokonaisuuden kehittäminen

## KIERTOTALOUTTA TEKNIIKAN KOULUTUKSIIN

Lapin AMK:ssa on tehty mittava, kaikkia osaamisaloja koskeva opetussuunnitelmien uudistustyö ja uudet opetussuunnitelmat on otettu käyttöön syksyllä 2017 kaikissa koulutuksissa. Uudet opetussuunnitelmat rakentuvat projekteista ja opintojaksoista, joiden sisällöt ja osaamistavoitteet kuvaavat alan keskeisen ammatillisen ydinosaamisen. Vuosi- ja lukukausiteemat kokoavat opintoja ammatillisen kasvun etenemisen näkökulmasta. Jokaisen lukukauden keskiössä on oppimis- ja/tai ongelmanratkaisuprojekti, jonka toteutusta tukevat kyseisen lukukauden muut opintojaksot. Opintojaksojen aiheet integroituvat projektin sisältöön ja rakentavat näin lukukauden osaamisen yhdessä projektin kanssa.

Kiertokoulu- hanke käynnistyi Lapin ammattikorkeakoululla elokuussa 2017








**Kuva 1.** Kiertokoulu –hankkeen hankeposterit.

osana korkeakoulun kiertotalouden kehitystyötä, hankkeen posterit esitettiin kuvassa 1. Kiertotalousteeman sisällyttäminen osaksi Lapin AMKin kaikkien tekniikan alojen opintoja tukee erityisesti Lapin alueen, mutta myös koko Suomen teollisuuden pyrkimystä huomioida kiertotalouteen liittyviä asioita omilla toimialueillaan. Kiertotalous edistää kestävästä kehityksestä mukaista toimintaa, jonka avulla myös säästetään neitseellisiä luonnonvaroja ja edesautetaan niiden riittävyyttä tulevaisuudessa. Olennainen osa kiertotaloutta on pyrkiä muodostamaan uudenlaista yritystoimintaa korvaamaan ja tukemaan olemassa olevaa toimintaa. Muutostarpeet tulevat vaikuttamaan tulevaisuuden työelämään ja näin ollen tulevilta insinööreiltä vaaditaan kykyä soveltaa olemassa olevaa tietoa ja osaamista uudelleenlaisiin tarpeisiin. Yhteistyö eri alojen ammattilaisten kanssa tulee lisääntymään, kun suunnittelutyötä tehdään kiertotalousnäkökulmasta kokonaisuutta tarkastellen. (KIERTOKOULU 2017)

Kiertokoulu hankkeen toteutukseen osallistuu aluksi Lapin AMKin Teollisuuden ja luonnonvarojen koulutusohjelmat. Opintokokonaisuuksien laajuudet vaihtelevat tekniikan alan eri koulutuksissa ja koulutukset ovat itse suunnitelleet mitkä alan opetukseen kuuluvat substanssialueet liittyvät kiertotalouteen ja miten näiden asioiden opetukseen sisällytetään kiertotalouteen liittyviä teemat entistä vahvemmin. Jokainen koulutus valitsi omasta uudistetusta opetussuunnitelmastaan ne opintokokonaisuudet, joiden sisältöön keskeisenä teemana liittyy myös kiertotalousnäkökulma, taulukko 1. Osa opintojaksoista käynnistyi syyslukukaudella 2018, osa tulee toteutukseen myöhemmin lukukausina. (Lapin ammattikorkeakoulu 2018)



**Taulukko 1.** Listaus opintojaksoista, joihin kytketään kiertotalouden teemoja.

Koulutus	Opintojakso	Laajuus (op)	Syksy -18 Kevät - 19	Syksy -19 Kevät - 20
Konetekniikka	Projekti: tutustuminen arktiseen toimintaympäristöön	5	X	
	Tuotantotekniikan perusteet	5	X	
	Valmistusmenetelmät ja materiaalit	5	X	
	Tuotteen 3D suunnittelu	5	X	
	Energia ja ympäristö	5	X	
	Tehokas tuotantoympäristö	5	X	
	Projekti: Työelämälähtöinen projekti	5		X
Projekti: ratkaisun jäljillä	5		X	
Sähkötekniikka	Sähkövoimatekniikka (kevät)	5	X	
	Sähkövoimatekniikan perusteet	5	X	
	Automaatiotekniikan perusteet	5	X	
	Automaatiotekniikka (kevät)	5	X	
	Energiatehokkuus	5		X
	Tuotantoprosessit ja energiatehokkuus	5		X
	Kiertotalous sähköalalla (uusi vapaasti valittava oj.)	5		
Maa- ja metsätalous	Puuraaka-aine, puun jalostus, puuhuolto ja logistiikka	15	X	X
	Metsäbioenergian hankinta ja käyttö	5		X
	Metsävaratiedon hallinta, paikkatieto (digitalisaatio)	5		X
	Ekosysteemipalvelut	5		X
Maanmittaus- tekniikka	Kaavoituksen erityiskysymykset	5	X	
	Yrittäjyys- ja talousopinnot	5		X
Tieto- ja viestintätekniikka	<b>Tuotekehitysprojekti: Case Kiertotalous, sisältää seuraavat opintojaksot:</b>	Yht. 25		
	Tuotekehityksen projekti	5	X	
	Svenska för IT-ingenjörer	5	X	
	Yrittäjyys ja liiketoiminta, tite	5	X	
	Tuotekehitys	5	X	
	Järjestelmäläheinen ohjelmointi	5	X	
(Rakennustekniikka ja luonnonvara-ala ovat kehittäneet kiertotalousopintojaksoja Sitran rahoituksella, minkä vuoksi kyseisiä opintojaksoja ei ole listattu tähän kokonaisuuteen.)				
    				

## CASE: KONETEKNIIKAN KOULUTUS

Konetekniikan koulutuksessa Kiertokoulu-opetusmoduuli integroidaan olemassa olevaan, syksyllä 2017 käynnistyneeseen opetussuunnitelmaan siten, että opiskelijalle rakennetaan riittävä perusosaaminen ja asenne kiertotalouteen liittyvistä asioista ennen kolmantena opiskeluvuotena käynnistyviä työelämälähtöisiä projektiopintoja. Kaikkien koneinsinööriopiskelijoiden opiskelemat opintokokonaisuudet liittyvät muun muassa luonnonvarojen kestäväan käyttöön, materiaalien uudelleen käytettävyyteen (materiaali- ja sivuvirrat, uusiutuva energia ja päästöt, ekodesign integrointi tuotesuunnitteluun, elinkaariajattelu, tuotantoprosessien toimivuus) sekä uusien liiketoimintamallien syntymiseen (palvelukonseptit: palvelumuotoilu), kuva 2.

Opiskelijat johdatellaan kiertotalouteen liittyviin asioihin ja ajattelutapoihin ensimmäisenä opintovuotena yhden perus- ja kahden ammattiopintojakson kautta. Toisena opintovuotena kiertotalousosaamista syvennetään erityisesti ekosuunnittelun, tuotantoprosessien toimivuuden kehittämisen sekä uusiutuvan energiatekniikan kautta. Opetussuunnitelmassa olevat valitut opintojaksot ovat asiasisällöltään sen kaltaisia, että ne ovat modifioitavissa kiertotalousteemaan liittyen ja kaikki konetekniikan opiskelijat opiskelevat nämä opintojaksot, joiden yhteislaajuus on 30 opintopistettä.



**Kuva 2.** Konetekniikan insinöörin kiertotalousosaamisalueet.

Kolmantena opintovuotena opiskelijat syventävät haluamaansa osaamistaan tarjottuihin vaihtoehtoisuuksiin liittyen. Konetekniikan koulutuksessa työelämälähtöisen projektiopintojen ja niitä tukevien vaihtoehtoisten opintojen kautta opiskelijalla on mahdollisuus syventää osaamistaan myös kiertotalouteen liittyen. Hankkeen puitteissa näitä työelämälähtöisiä, yhteistyössä yritysten kanssa toteutettavia oppimis-/kehittämiprojekteja pilotoidaan lukuvuoden 2018-2019 aikana, jolloin toteutuksessa on vielä vanhan opetussuunnitelman mukaiset Tuotantotekniikan projektiopinnot. Pilotoinnista saatujen kokemusten perusteella opintomoduulia saadaan edelleen kehitettyä vastaamaan uudessa opetussuunnitelmassa olevia kolmannen vuoden projektiopintoja, jotka käynnistyvät ensimmäisen kerran lukuvuotena 2019-2020.

## YHTEENVETO – MIHIN TÄHDÄTÄÄN?

Kiertokoulu-hanke on tuonut koulutuskehityshankkeena tuonut uutta sisältöä jo olemassa oleviin koulutuksiin mutta yhdistänyt myös eri alojen opetus- ja TKI-henkilöstöä. Opetuksen ja TKI-toiminnan integraatio on tärkeä osa ammattikorkeakoulun strategiaa ja hanke on osaltaan edistänyt myös tätä. Yritysyhteistyö on ollut vahvassa roolissa, erityisesti TKI-toiminnassa, Lapin AMKissa. Kiertotalous on toiminut erilaisia rajapintoja yhdistävänä teemana, joka näkyy muun muassa monialaisena yhteistyönä TKI- ja opetustoiminnassa mutta myös korkeakoulun ja alueen yritysten välisessä yhteistyössä. Opintojaksoilla vierailivat kiertotaloudesta ja kestävästä kehityksestä luennoivat asiantuntijat ja yritysten edustajat.

Kiertotalouden opetuksen kehitystyötä on myös laajennettu ammattikorkeakoulun muille osaamisaloille, joka entisestään vahvistaa mahdollisuuksia toteuttaa käytännössä kiertotaloutta monialaisesti. Hankkeen myötä Lapin ammattikorkeakoulusta valmistuvilla asiantuntijoilla on tietotaitoa kiertotalouden periaatteiden mukaisesta

toiminnasta ja kuinka soveltaa osaamistaan tulevissa työtehtävissään. Kiertotalouden ja kestäväen kehityksen edistäminen Lapin alueella on lähtenyt hyvään vauhtiin ja tulee vahvistumaan entisestään uusien, innovatiivisten osaajien siirtyessä työelämään. Tulevaisuus näyttää kuinka moninaisin keinoin Lapin alueella pystytään toteuttamaan kiertotalouden periaatteiden mukaista toimintaa.

Kiertokoulu- hanke käynnistyi Lapin ammattikorkeakoululla elokuussa 2017 osana korkeakoulun kiertotalouden kehitystyötä. Hankkeen kehittämistavoitteena on nostaa kiertotalouden ja teollisuuden sivuvirtojen hyödyntämisen osaamista. Alun perin hankkeen tavoitteena oli suunnitella kiertotalouteen ja teollisuuden sivuvirtojen hyödyntämiseen liittyvä opintokokonaisuus muutamiin tekniikan koulutuksiin, jotka toteutettaisiin yhteistyössä yritysten kanssa. Hankkeen käynnistymisen jälkeen havaittiin, että kiertotalousopetusta voitaisiin tarjota myös ammattikorkeakoulun muihin koulutuksiin. Hankkeen sisältöä päädyttiin muokkaamaan siten, että kiertotaloutta sisältäviä opintopaketteja tullaan tarjoamaan opiskelijoille kaikilla Lapin AMKin Teollisuuden ja luonnonvarojen osaamisalan koulutuksissa (kone- ja sähkötekniikka, luonnonvara-ala, maa- ja metsätalous, maanmittaus sekä tieto- ja viestintätekniikka). Näitä opintopaketteja voidaan myös tarjota avoimen AMKin kautta yritysten henkilöstölle suoritettavaksi.

## KIRJALLISUUS

KIERTOKOULU. 2017. Yritysrajapinnassa toteutettavan kiertotalous ja teolliset sivuvirrat opintokokonaisuuden kehittäminen-hankesuunnitelma. Lapin AMK.  
Lapin ammattikorkeakoulu. 2018. Opetussuunnitelmat. Hakupäivä 5.11.2018 <https://soleops.lapinamk.fi/opsnet/disp/fi/welcome/nop?menuid=0>



# Kiertotalouskoulutus luonnonvara-alalle ja rakennustekniikkaan

Sitran rahoituksella Lapin ammattikorkeakoulu kehittää kiertotalouden opintoja luonnonvara-alalle ja rakennustekniikkaan. Molemmille aloille tuotetaan 10 opintopisteen kokonaisuudet. Opintokokonaisuudet pilotoidaan kesän ja syksyn 2018 aikana, minkä jälkeen opintokokonaisuutta tarjotaan muille alan koulutusta järjestäville ammattikorkeakouluille kesällä 2019. Opinnot toteutetaan kahtena viiden opintopisteen osiona, joista toinen keskittyy kiertotalouden käsitteiden ja kokonaisuuden ymmärtämisen rakentamiseen. Toisella osiolla opiskelijan soveltaa ja syventää oppimaansa oman alansa kiertotalouden yritysprojektissa. Opintojen pilotti toteutetaan verkko-opintoina, jotta opinnot ovat skaalattavissa kaikkien ammattikorkeakoulujen opiskelijoiden suoritettavaksi. Tavoitteena on, että tulevaisuudessa opinnot olisivat opiskeltavissa itsenäisesti joustavasti ajasta ja paikasta riippumatta. Arvioinnin ajankohtia olisi kaksi-kolme lukukauden aikana. (KITAKO - Kiertotalouskoulutuksen kehittäminen 2018.)

## LUONNONVARA-ALAN KIERTOTALOUSOPINNOT

Metsä- ja puutuoteteollisuudessa muodostuu runsaasti sivuvirtoja, joiden hyödyntäminen ekologisina raaka-aineina on käytännön kiertotaloutta parhaimmillaan. Uusissa biojalostamoissa voidaan erottaa prosessien sivuvirroista aivan uudenlaisia raaka-aineita, jotka mahdollistavat uutta liiketoimintaa paitsi teollisuudelle itselleen, myös jakeita hyödyntäville pk-yrityksille. Biojalostamojen yhteyteen voikin muodostua uudenlaisia yritysten keskittymiä, jotka hyödyntävät yhteistyössä tuotannon erilaisia sivuvirtoja ja uusia raaka-aineita. Näitä yrityskeskittymiä kutsutaan teollisiksi symbiooseiksi. Teollisuusluokan yrityssymbioosien lisäksi kiertotalous tarjoaa uusia liiketoimintamahdollisuuksia kasvukeskusten ulkopuolella pienille ja keskisuurille yrityksille, joista voi sivuvirtojen hyödyntämisen kautta muodostua arvoverkostoja ja -ketjuja.

Tuotekehityksellä ja –suunnittelulla on suuri merkitys kierrätettävyyden kannalta. Oleellista on materiaalikierron tiukentaminen, hukan vähentäminen ja prosessien tehokkuus. Lapissa lopputuotteiden valmistus on vähäistä, minkä vuoksi merkitystä on erityisesti sivuvirtojen hyödyntämisellä niin teollisuudessa kuin raaka-ainetuotannossakin. Lapissa on metsäteollisuuden ja -talouden osaamista suurtuotannosta pienemmän mittakaavan tuotantoon ja yritystoimintaan.

Luonnonvara-alan opinnoissa lisätään opiskelijoiden osaamista ja ymmärtämystä kiertotalouden mahdollisuuksista sekä annetaan työkaluja tuotannon sivuvirtojen arvioimiseen ja hyödyntämiseen erityisesti yritysrajoilla. Opintojen myötä opiskelijoille rakentuu oman ammattiosaamisen päälle ymmärrys kiertotaloudesta. Tavoitteena on saavuttaa osaamista verkostojen rakentumisen ja toiminnan sekä uusien tuotteiden innovoinnin ja rohkeiden kokeilujen ja pilotointien tärkeydestä ja toteuttamisen tavoista. Kiertotalouden toteutuminen edellyttää tuotannon ja yhdyskunnan sivuvirtojen hyödyntämisen sekä teollisten symbioosien edistämistä yrityslähtöisesti laajassa yhteistyöverkostossa.

## RAKENNUSTEKNIIKAN KIERTOTALOUSOPINNOT

Rakentamisessa syntyy paljon rakennusjätettä ja kierrätettävää materiaalia. Ymmärrys rakentamisen ympäristövaikutuksista ja materiaalitehokkuuden merkityksestä osana resurssitehokkuutta ja ekotehokkuutta on kasvanut, ja materiaalitehokkuustavoitteet ovat osa rakentamisen elinkaariarviointikäytäntöjä. Myös käytettyjen rakennusmateriaalien ja –tuotteiden arvostus on lisääntynyt viime vuosina. Korjaushankkeet suunnitellaan ja toteutetaan huolellisesti säästävällä korjaustavalla ja kustannustehokkaasti, välttämällä turhaa purkamista tai ylikorjaamista, terveystarkoituksista kuitenkaan tinkimättä.

Rakentamisessa syntyvä purkumateriaali pyritään ennakoimaan hyvissä ajoin. Suomeen on kehittynyt toimivat rakennusjätteen ja purkut tuotteiden markkinat, ja rakennusosien ja –jätteiden vastaanottopisteiden verkosto kattaa koko Suomen. Materiaalikierto toimii tarkoituksenmukaisesti ja kustannustehokkaasti. Rakennus- ja purkumateriaali ohjautuu tehokkaasti hyödynnettäväksi joko rakennus- tai rakennustuoteteollisuuteen tai muuhun teollisuuteen. Uudisrakennukset suunnitellaan pitkäikäisiksi, huollettaviksi ja muunneltaviksi (tekniikka, elämänvaiheet, käyttötarvikkeet). Uudisrakentamisessa syntyy erittäin vähän kaatopaikalle kuljetettavaa jätettä.

Sivuvirtojen ja myös jätteiden arvon ymmärtäminen uusina raaka-aineina on tärkeä osa tulevien luonnonvara-alan ja rakennustekniikan ammattilaisten osaamista; kestävä uusiutuvien luonnonvarojen käyttö edellyttää ymmärrystä kiertotaloudesta sekä resurssi- ja energiatehokkuudesta. Tämän osaamisen kehittämiseen Lapin AMK halusi tarttua ja profiloitua teollisten symbioosien ja rakennustekniikan kiertotalouskoulutuksen osajaksiksi.

Rakennustekniikan opinnoissa lisätään rakennusalan opiskelijoiden osaamista ja ymmärtämystä kiertotalouden mahdollisuuksista sekä annetaan työkaluja tulevaisuuden insinööreille materiaalitehokkuuden ja -kierron suhteen. Opintojen myötä opiskelijoille rakentuu oman ammattiosaamisen ohella ymmärrys kiertotaloudesta suomalaisessa yhteiskunnassa.

Tavoitteena on saavuttaa osaamista rakentamisen eri vaiheissa esiintyvän kiertotalouteen liittyviin asioihin, kuten uudis- ja korjausrakentamisen materiaalitehokkuuteen ja työmaan jätehuoltoon. Lisäksi halutaan lisätä ymmärrystä koko rakentamisen ympäristövaikutuksista. Opintojen jälkeen opiskelija ymmärtää suunnittelu- vaiheen tärkeyden osana rakentamisen kiertotaloutta ja materiaali- virtojen hallintaa.

## YHTEENVETO

Lapin ammattikorkeakoulu kehittää kiertotalouden opintoja luonnonvara- alalle ja rakennustekniikkaan. Molemmille aloille tuotetaan 10 opintopisteen kokonaisuudet. Opintokokonaisuudet pilotoidaan kesän ja syksyn 2018 aikana, minkä jälkeen opintokokonaisuutta tarjotaan muille alan koulutusta järjestäville ammattikorkeakouluille kesällä 2019. Opinnot toteutetaan kahtena viiden opintopisteen osiona, joista toinen keskittyy kiertotalouden käsitteiden ja kokonaisuuden ymmärtämisen rakentamiseen. Toisella osiolla opiskelija soveltaa ja syventää oppimaansa oman alansa kiertotalouden yritysprojektissa. Opintojen pilotti toteutetaan verkko-opintoina, jotta opinnot ovat skaalattavissa kaikkien ammattikorkeakoulujen opiskelijoiden suoritettavaksi.

## KIRJALLISUUS

KITAKO - Kiertotalouskoulutuksen kehittäminen. 2018. Hankesuunnitelma. Lapin AMK.





# Kiertotalousosaamista ammattikorkeakouluihin

Kiertotalousosaamista ammattikorkeakouluihin (KiertotalousAMK) on Opetus- ja kulttuuriministeriön rahoittama 19 ammattikorkeakoulun monialainen kärkihanke, jolla uudistetaan ammattikorkeakoulujen opetusta. Tavoitteena on lisätä kiertotalouden roolia opetuksessa ja tutkimus- ja kehittämistyössä. Koulutuksen kehittämisen tavoitteena on kiertotaloutta edistävän laadukkaan, avoimen ja kansainväliset näkökohdat huomioivan opetuksen suunnittelu ja pilotointi Teollisuus 4.0-ajattelu- ja toimintamalleilla.

Kansainvälisyys on suuressa roolissa kiertotalouden opetuksen kehittämisessä, sillä kansainvälistymisen kautta voidaan sekä viedä koulutusosaamista Suomesta, mutta myös tuoda osaamista Suomeen esimerkiksi koulutuksen ja yritysten yhteistyöhön liittyen. KiertotalousAMK kehittää opetusta niin, että se sopii paremmin kansainväliseen toimintaympäristöön ja –kumppanuuksiin. Tähän mennessä ammattikorkeakoulujen kansainvälistä toimintaa ovat olleet opiskelijavaihdot, vieraskieliset koulutukset sekä osallistuminen eurooppalaisiin TKI-hankkeisiin. Kansainväliset yritysmaailmayhteydet ovat olleet vähäisiä. Koulutusvienti ulkomaille on ollut vähäistä verrattuna yleissivistävään koulutukseen, jossa vienti on saatu hyvin käyntiin. Kansainvälisyys ja koulutusvienti hyötyvät hankkeen tuloksista, sillä yhteisten toimintamallien, -konseptien ja materiaalien kautta pystymme parantamaan ja todentamaan suomalaisen kiertotalouden korkeakouluopetuksen laatua. Hankkeen aikana tuotettava englanninkielinen materiaali edistää myös kansainvälistymisen tavoitteita. (Nurmi 2018)

Hankkeessa toteutettavat oppi- ja muut materiaalit saatetaan avoimesti kaikkien yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen ja korkeakouluopiskelijoiden hyödynnettäväksi esimerkiksi hyödyntäen avointa lisensointia. Yhteistyötä koordinoi Lapin ammattikorkeakoulu ja mukana hankkeessa ovat Centria amk, Haaga-Helia amk, Hämeen amk, Jyväskylän amk, Kaakkois-Suomen amk, Kajaanin amk, Karelia amk, Lahden amk, Laurea amk, Metropolia amk, Novia Yrkeshöjskolan, Oulun amk, Savonia amk, Seinäjoen amk, Tampereen amk, Turun amk, Vaasan amk ja Yrkeshöjskolan Arcada. Hanke toimii vuosina 2018-2020. (Nurmi 2018)

## KIERTOTALOUDEN OPETUKSEN MENETELMÄLLINEN KEHITTÄMINEN

Kiertotalouden näkökulmasta ammattikorkeakouluopetuksen sisältöjä ja menetelmiä on kehitettävä eri aloilla ja alojen välisenä yhteistyönä. Kiertotalouteen kuuluva kokonaisuoptimointi vaatii osajia, joilla on alakohdaisen substanssiosaamisen lisäksi holistinen käsitys toimialaan liittyvistä järjestelmistä ja niiden välisistä vuorovaikutuksista. Lisäksi tarvitaan kykyä oppia uutta myös toisilta koulutusaloilta.

Ammattikorkeakouluissa jo toteutetut kiertotalouden opinnot ovat liittyneet lähinnä teknisten ratkaisujen kehittämiseen, eikä esimerkiksi liiketoimintaan liittyvissä opinnoissa kiertotaloutta juurikaan käsitellä. Tulevaisuuden kilpailukykyä määrittää se, miten yrityksissä osataan luoda kestävää liiketoimintaa kiertotaloudesta ja miten kiertotalousnäkökulma onnistutaan integroimaan eri alojen opintoihin. Useiden toimijoiden muodostamat teolliset symbioosit ja niiden taloustarkastelut vahvistavat edelleen tätä tarvetta.

Tulevaisuudessa oppiminen tapahtuu enenevässä määrin yritysprojekteissa, monialaisissa tiimeissä ja digitaalisella oppimisalustalla. Yritykset ovat kiertotalouden toteuttamisen keskiössä, mutta niillä ei aina ole omia resursseja tai valmiuksia perehtyä kiertotalouden mahdollisuuksiin ja haasteisiin. Hanke tunnistaa eri alueilla ja aloilla mahdollisuudet ammattikorkeakoulujen ja yritysten väliseen käytännön toimintaan, joka perustuu opiskelijoiden, ohjaajien ja yritysten tiiviiseen yhteistyöhön ja luovaan ongelmanratkaisuun. Tällöin voidaan myös esimerkiksi kilpailla parhaista toteutuksista.

Tavoitteena on tuoda näkyväksi olemassa olevia opetus- ja ohjausmenetelmiä sekä kehittää, pilotoida ja ottaa käyttöön uusia menetelmiä, jotka edistävät kiertotalouden koulutusta ammattikorkeakouluissa. Tähän liittyy yhteistyö ammattioppilaitosten kanssa. Menetelmällisen kehittämisen tuloksina ovat monialaiset kiertotalouden intensiivikurssit ja ”innovation camp”:t sekä konseptoidut kiertotalouden yrityscaset ja kilpailut. Lisäksi tuotetaan konkreettisia työkaluja osaamisen jakamiseen valmiiden opintomateriaalien muodossa. Kehittämiskohteina ovat myös projektioppiminen, työn opinnollistaminen ja harjoittelut, joiden kautta voidaan toteuttaa kiertotalouden osaamisen lisäämistä yritysrajapinnassa. Myös kansainvälisen vaihtotoiminnan kehittäminen otetaan tarkasteluun kiertotalousosaamisen vienti- ja tuontitoimintaa varten. (Nurmi 2018)

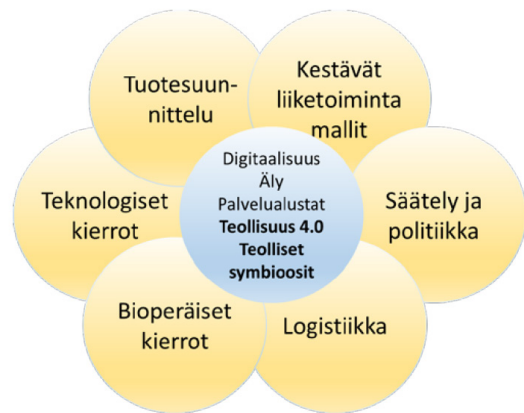
## YHTEISET OPPIMISYMPÄRISTÖT

Tulevaisuudessa tarvitaan uudenlaista, kriittiseen systeemiajatteluun rohkaisevaa oppimista, joka tukee kiertotalousasiantuntijaksi kasvamisessa. Tähän tarpeeseen on erityisen sopiva oppimisympäristön käsite. Oppimisympäristöt simuloivat työelämää, joten ne tarjoavat siksi hyvän alustan oppilaitosten ja yritysten yhteistyölle.

Hankkeen alussa kartoitetaan ammattikorkeakoulujen oppimisympäristöt, jotka soveltuvat tai voisivat kiertotalouden opetukseen. Tästä näkökulmasta tärkeimpien oppimisympäristöjen toimijoista kootaan kehittämistiimi, joka vastaa oppimisympäristöjen kehittämistä hankkeessa. Tavoitteena on myös löytää keinoja oppimisympäristöjen yhteiskäyttöön ammattikorkeakoulujen välillä sekä opiskelijoiden ja yritysten välillä. Teollisuus 4.0 konseptiin keskeisenä osana kuuluvat reaalielämän oppimistutkimus-, testaus- ja pilotointiympäristöt, jotka ovat työelämän kanssa yhteisiä (”fieldlabs”). Konseptiin kuuluu myös transdisiplinäärinen lähestyminen: koulutus ja tutkimus tapahtuvat oikeissa ympäristöissä ja edellyttävät monitieteellistä lähestymistä. (Nurmi 2018)

## OSAAMISPERUSTAiset OPINTOSISÄLLÖT

Opetus- ja kulttuuriministeriön ja ammattikorkeakoulujen kesken on sovittu koulutuksen painopistealoista. Näihin AMK-kohtaisiin painotuksiin perustuen hankkeessa muodostetaan kiertotalouden opintokokonaisuuksia yhteisellä platformilla ja yhteisellä prosessilla. Keskiössä ovat erilaiset työelämäläheiset konseptit, kiertotalouden nostaminen opintosuunnitelmatasolle, työn opinnollistaminen sekä opintojen mahdollistaminen yli koulutusrajojen ja -asteiden. Hankkeessa tuotettavan osaamis- ja materiaalipankin lähtökohtana ovat Sitran kiertotalouskartan painopistealat (Kuva 1).



**Kuva 1.** Kiertotalouskartan painopistealat. (Nurmi 2018)

Kiertotalousopintoja tuotetaan painopistealoittain yhteensä 235 opintopistettä, joista vähintään puolet on toteutettavissa verkko-opintoina sekä englannin tai ruotsin kielellä. Vieraskielisillä toteutuksilla edistetään koulutusvientä sekä tehdään ammattikorkeakouluista houkuttelevampia vaihto-opiskelijoille ja -opettajille. Opinnot ja niihin liittyvä materiaali tulevat saataville kaikkien ammattikorkeakoulujen opiskelijoille, opettajille ja ohjaajille.

## YHTEISET TOIMINTAKONSEPTIT

Samalla kun kehitetään kiertotalouden oppimiskokonaisuuksia sisällöllisesti, on tärkeää tarkastella yhteistoiminnan malleja sekä ammattikorkeakoulujen välillä, että yritysten kanssa. Yritysyhteistyö on ollut jo kauan ammattikorkeakoulujen vahvuus, mutta yhteisiä hyviä käytäntöjä sen toteuttamiseen ei ole dokumentoitu eikä jaettu

systemaattisesti. Opetuksen tueksi halutaan myös kerätä toteutuneet hyvät kiertotalouden yhteistyö -caset yhteen, jotta niitä voidaan hyödyntää opetuksessa sekä uusia yhteistyömuotoja kehitettäessä. Myös yleinen tietoisuuden lisäys on tärkeää yhteiskunnallisen vaikuttamisen näkökulmasta.

Eri ammattikorkeakouluilla on kiertotalouden tematiikkaan ja pedagogisiin ratkaisuihin liittyvää korkeatasoista osaamista, joiden saattaminen sidosryhmien ja toisten ammattikorkeakoulujen tietoisuuteen on keskeisessä roolissa tässä hankkeessa. Hankkeessa tarvitaan yhteisiä toimintakonsepteja jäsentäviä ja mahdollistavia ratkaisuja, kuten asiantuntijapooli, listaus TKI- ja opetusinfrastruktuurista, tiedon jaon tavat osaamisesta ja fasiliteeteistä sekä uudenlaisten ja konkreettisen yhteistoiminnan muotojen visiointia ja testausta. Tähän liittyy myös sen selvittäminen, miten ammattikorkeakoulujen välisessä yhteistoiminnassa pitää käytännössä huomioida muun muassa sopimusasiat ja rahaliikenne esimerkiksi infrastruktuurin ja asiantuntijatyön käytössä. Myös yritys yhteistyön käytänteet dokumentoidaan koskien esimerkiksi opiskelijoiden osallistumisen tapoja ja yrityksistä saatavan tiedon julkaisuutta. Hankkeessa selvitetään ja kootaan yhteen ammattikorkeakoulujen hyvät käytänteet yhteistyöstä yritysten kanssa sekä kerätään kiertotalous -caseja ja levitetään niitä ammattikorkeakouluille ja yrityksille. Kiertotalousosaamisen ympärille muodostetaan asiantuntijapooli. Kiertotalousteemasta tuotetaan tutkimusjulkaisuja ja muuta kirjallista materiaalia. Resurssien yhteiskäytölle luodaan perusteet ja lisäksi toteutetaan vuosikello AMKien kiertotalousopintojen toteutuksista.

## VAIKUTTAVUUS

Hanke parantaa opiskelijoiden ja henkilöstön kiertotalousosaamista ammattikorkeakouluissa ja auttaa vastaamaan suomalaisen yhteiskunnan tarpeisiin huomioiden kansainvälistymisen haasteet ja mahdollisuudet. Tuloksissa korostuvat koulutuksen ja TKI-toiminnan avoimuus ja yhteistyö eri alojen ja ammattikorkeakoulujen välillä, toiminnan laadun parantaminen kaikilla tasoilla ja yritys yhteistyön kehittäminen vahvistaen opiskelijoiden osallistamista. Hankkeen keskeisinä työkaluina ovat Teollisten symbioosien edistäminen ja Teollisuus 4.0- ajattelu. Monipuolinen ja holistinen lähestyminen eri näkökulmista on kaiken toiminnan yhdistävä johtoajatus ja -tavoite.

Kohderyhmänä ovat ammattikorkeakoulujen opiskelijat, opettajat, ohjaajat ja TKI-henkilöstö. Kohderyhmänä ovat myös yritykset, tutkimuslaitokset ja asiantuntijaorganisaatiot. Kohderyhmänä on myös korkeakouluverkosto. Vaikutukset heijastuvat osaamisen ja uusien yhteistyön mallien kehittämisen kautta elinkeinoelämän kehittämiseen.

## YHTEENVETO

Opetus- ja kulttuuriministeriö rahoittaa 19 ammattikorkeakoulun monialaisen kärkihankkeen, jolla uudistetaan ammattikorkeakoulujen kiertotalouteen liittyvää opetusta ja TKI- toimintaa. Tavoitteena on kiertotaloutta edistävän laadukkaan, avoimen ja

kansainväliset näkökohdat huomioivan opetuksen suunnittelu ja pilotointi Teollisuus 4.0 -ajattelu- ja toimintamalleilla. Hankkeen aikana tuotettava englanninkielinen materiaali edistää myös kansainvälistymisen tavoitteita. Hankkeessa toteutettavat oppi- ja muut materiaalit saatetaan avoimesti kaikkien yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen ja korkeakouluopiskelijoiden hyödynnettäväksi esimerkiksi hyödyntäen avointa lisensointia. Yhteistyötä koordinoi Lapin ammattikorkeakoulu. Toimenpiteet jakaantuvat neljään pääryhmään: kiertotalouden opetuksen menetelmällinen kehittäminen, yhteiset oppimisympäristöt, osaamisperustaiset opintosisällöt ja yhteiset toimintakonseptit.

## KIRJALLISUUS

Nurmi, P. 2018. KiertotalousAMK-hanke. Kiertotalousosaamista ammattikorkeakouluihin. Turun ammattikorkeakoulu.



# Ongelmaperusteinen oppiminen kiertotalouden opintokokonai- suuden määrittelyssä: Case Tapojärvi

## JOHDANTO

Ongelmaperustaisessa oppimisessa oppimisen lähtökohtana ovat todellisen elämän ilmiöt, ammatillisen käytännön tilanteet ja niihin liittyvä ongelma. Ongelmaa voidaan kuvata pulmallisena ilmiönä, jolle ei aina edes ole olemassa selkeää tai yhtä ainoata oikeaa ratkaisua. Ongelmaperustaisessa oppimisessa on tärkeää ja keskeistä uuden tiedon rakentaminen, tiedon järjestäminen ja uudelleen määrittely aiemmin opitun pohjalta. (Poikela ja Poikela 1999, 169.) Aiemmin opitut asiat muodostavat pohjan uuden oppimiselle, joten on tärkeää aluksi selvittää mitä ongelmanratkaisussa tarvittavaa jo osataan ja, minkälaisia tietoja ja taitoja on vielä hankittava. Oppiminen alkaa omien oppimistavoitteiden asettamisella. Uuden tiedon rakentaminen käynnistyy monipuolisen tiedon hakemisella. Teoriatietoa löydät esimerkiksi kirjallisuudesta, artikkeleista, tutkimuksista ja asiantuntijaluennoista. Käytäntötietoa voit hakea tutustumalla asiantuntijoiden työkäytäntöihin esimerkiksi niistä kertoviin tutkimuksiin tai haastatteluihin. Myös asiakkaiden kokemuksiin tutustuminen avaa tietoa käytännön näkökulmasta. Kokemustieto syntyy vain oman kokemuksen kautta esimerkiksi testaamalla ja harjoittamalla. Oppiminen on kokemuksellista myös silloin, kun opiskelijat toimivat rooleissa, jotka simuloivat ammatillista työtä. Kokemustiedon syntyminen edellyttää aina oman toiminnan ja kokemusten havainnointia ja arviointia (reflektointi). (Kangastie 2016)

Korkeakoulujen tehtävänä on tukea ympäröivää yhteiskuntaa ”tuottamalla” korkeatasoista tutkimustietoa ja tutkimustietoon perustuvaa osaamista. Ammatikorkeakoulut keskittyvät nimensä mukaisesti tuottamaan koulutusvastuidensa mukaisten ammattien harjoittamisen kannalta tärkeää soveltavaa tutkimustietoa.

Ammattikorkeakoulujen tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoiminta (TKI) on pääsääntöisesti erilaisten kehittämishankkeiden ja toimeksiantojen toteuttamista yhdessä kumppaneiden ja asiakkaiden kanssa. Tavoitteena on tuottaa uutta tietoa ja uudenlaisia ratkaisuja kehittämisen kohteena olevaan ongelmaan.

Oppimisessa on kysymys opiskelusta, joka hyvin usein vaatii kovaa työtä, harjoittelua ja ”kestäviä istumalihaksia.” Uusi asia tai taito on aina opeteltava. ”Opettämisen” tehtävänä on tarjota opiskelijalle kannustava ja oppimista tukeva oppimisympäristö, jossa hän voi turvallisesti oppia opiskelemaansa ammatin vaatimia kompetensseja ilman pelkoa epäonnistumisesta.

TKI-toiminta integroituna opetukseen tarjoaa mahdollisuuden oppimisympäristöön, joka on opiskelijan kannalta turvallinen. Parhaimmillaan kehittämishankkeet ja työelämän toimeksiannot ovat monialaisia ja tarjoavat opiskelijoille jo opiskeluaikana mahdollisuuden koulutusrajat ylittävään yhteistyöhön. On siis ensiarvoisen tärkeää, että ammattikorkeakoulun tai yliopiston tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoiminta (TKI) ja opetus työskentelevät käsi kädessä. (Kangastie & Mastosaari 2016)

Tämä opintojakso on osa Kiertokoulu – Yritysrajapinnassa toteutettavan kiertotalous ja teolliset sivuvirrat opintokokonaisuuden kehittäminen -hanketta, jossa on tavoitteena nostaa kiertotalouden ja teollisuuden sivuvirtojen osaamista Lapissa. Hankkeessa kehitetään ja pilotoidaan yhteistyössä yritysten kanssa uusia oppimis-/kehittämiprojekteja, joiden kautta opiskelijat pääsevät lähemmäksi yritysrajapintaa ja oppivat käytännön haasteiden ratkomista.

## OPINTOKOKONAISUUDEN SUUNNITTELU

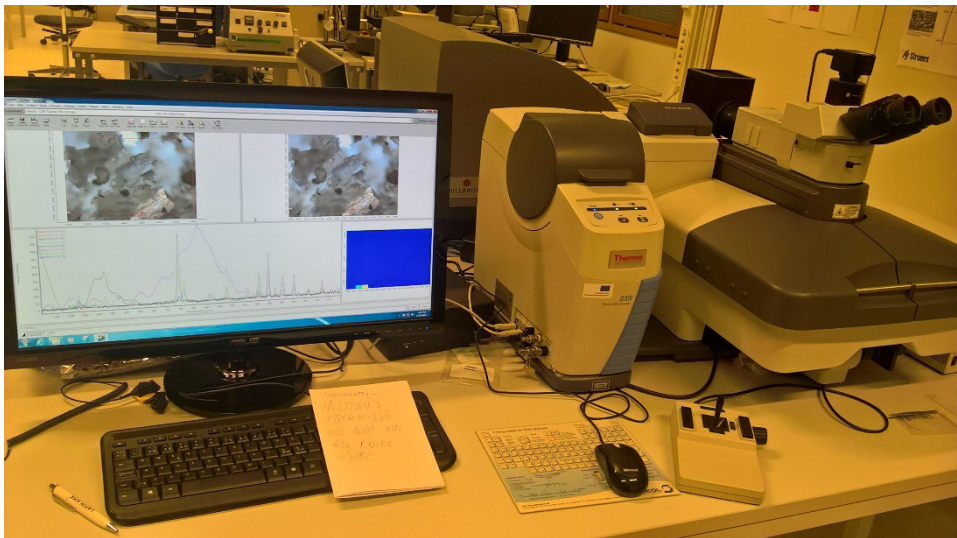
Vuoden 2016 lopussa lähdettiin suunnittelemaan Lapin ammattikorkeakoulussa, konetekniikan koulutusohjelmassa, millä tavalla yrityksen ehdottaman tutkimusaiheen voisi oppimisprojektin yhteydessä toteuttaa. Suunnittelu sisälsi myös noin puolta vuotta ennen toteutusta Tapojärvi Oy:n kanssa tehdyn toteutussuunnittelun, mikä koostui useammasta yhteisestä kokouksesta TKI- henkilöstön kanssa.

Lähtötilanteessa tunnistettiin, että Konetekniikan koulutusohjelmassa tuotantotekniikkaan suuntautuvilla opiskelijoilla on opinnoissaan 15 opintopisteen (op) suuntaava moduuli, johon kuuluvat seuraavat opintojaksot: tuotantotekniikan suuntaava projekti 1 ja 2 (6 + 3 op), projektinhallinta (3 op) ja projektinhallinnan apuneuvot (3 op). Kokonaisuus muodostaa työelämälähtöisen syventävän oppimisprojektin. (Kauppi 2016) Syksyn 2016 ja kevään 2017 aikana tätä moduulia hyödynnettiin pohjana, kun lähdettiin suunnittelemaan ja toteuttamaan Teollisuuden sivuvirtojen hyödyntämistä käsittelevää oppimisprojektia.

## OPINTOKOKONAISUUDEN TOTEUTUS

Ensimmäinen osakokonaisuus muodostui projektinhallinnasta, jossa suunniteltiin oppimisprojektin aiheen toteutus alkaen siitä, mikä projekti on? Projektilla on aloitusaika, päättymisaika, resurssit ja toteutuksen tavoite eli lopputulos. Tätä opintojaksoa





**Kuva 1.** Opintojaksolla opiskelijat tutustuivat muun muassa Raman –mittauslaitteeseen.

hyödynnettiin siis projektin toteutuksen ja koko kontekstin hallinnassa, siinä saatiin tuloksena alustava projektisuunnitelma. Tämä osakokonaisuus kulki yhdessä Tuotantotekniikan suuntaavan projektin kanssa, jossa aloitettiin jo varsinainen ongelmaratkaisu eli mitä, missä, milloin ja kuka?

Opiskelijat jaettiin ryhmiin ja ryhmillä oli projektipäälliköt, asiantuntijat, dokumentoijat eli ne roolit jotka löytyvät arkielämän projektitoteutuksesta. Nyt oppilaat olivat valmiita lähtemään varsinaiselle kohteelle, jossa heille sääntöjen mukaan oli ensimmäisenä edessä turvallisuuskoulutus. Ryhmien tehtävänä oli erilaisten sivuvirtojen saantojen eli määrä / aikayksikkö mittaaminen itse kohteessa ja sen jälkeen metallipitoisuuksien mittaaminen sekä seulantakokeet laboratorio- eli oppimis- ja kehittämissympäristössä (Kuva 1.). Näiden tehtävien parissa menikin syyslukukausi, välitulokset esitettiin ryhmittäin PowerPoint esityksinä, jossa esittävä ryhmä oli aina muiden ryhmien opponaitavana.

Kevätlukukaudelle oli toteutuksessa määritelty Tuotantotekniikan suuntaava projekti 2 sekä Projektinhallinnan apuneuvot- opintojaksot. Näiden opintojaksojen aikana suunniteltiin ja aikataulutettiin projektia, mutta myös tarkasteltiin tietenkin syyslukukauden projektikonaisuuden toteutumisen aikataulua muun muassa MS Project ohjelman avulla. Lisäksi tarkennettiin ja vertailtiin saatuja tutkimustuloksia, kun ne ensin oli siirretty numeromuodossa Excelliin ja piirretty niistä tarvittavat rakeisuuden jakaumakäyrät. Kevätkaudella projektisuunnitelma alkoi muotoutua projektin tutkimusraportiksi.

## YHTEENVETO

Näissä kaikissa vaiheissa, jotka liittyivät jo puoli vuotta ennen moduulin aloittamista, olimme yhteistyössä Tapojärvi Oy:n kanssa miettimässä sisältöä, aikataulua, resursseja ja kokonaisuuden hallintaa suhteessa yrityksen resursseihin. Ei ole ihan yksiselitteisen selvää, kuinka saadaan yrityksen edustaja esimerkiksi tämän moduulin Kick-off-päivään kertomaan opiskelijoille, miten kokonaisprosessi on muodostunut ja mihin osa-alueeseen opiskelijoiden tutkimusosio tulee sijoittumaan.

Matkan varrella tehdasalueella vierailtiin useampaan kertaan, joten myös siihen liittyvät järjestelyt turvallisuus huomioiden olivat vastuullisen opettajan vastuulla. Joskus aikataulut myös venyivät ja muuttuivat, kuten oikeassa projektissakin yleensä käy ja päivä saattoi mennä yli siitä, mitä lukujärjestykseen oli merkitty.

Tällainen puhtaasti elinkeinoelämälähtöinen case- tutkimus osoittautui opiskelijoille erittäin motivoivaksi, mutta osin myös haasteelliseksi kokonaisuudeksi, jota alkuvaikeuksien jälkeen keuhuttiin SoleOPS- palautteessa varsin hyvillä kommentteilla. Vuonna 2016 Konetekniikan koulutusohjelmassa aloitettiin suunnittelu teollisuuden sivuvirtojen hyödyntämisen oppimisprojektista, joka tukeutui ongelmaperustaisen oppimisen periaatteisiin. Ensimmäinen osakokonaisuus muodostui projektinhallinnasta, jota seurasivat mittaukset yrityksessä ja laboratorioanalyysit. Lopuksi laadittiin tutkimusraportti. Suunniteltu ja pilotoitu moduuli ohjasi kolmannen vuosikursin opiskelijoita hyödyntämään lähes kaikkea siihen asti oppimaansa. Opiskelijat saivat tärkeää kokemusta muun muassa tieteellisestä kirjoittamisesta, jota tarvitaan päättötyön tekemisessä. Projekti toteutetaan vuonna 2018 jo kolmatta kertaa, uusin projekti liittyy SMA Minerals Oy:n kanssa määriteltyyn kokonaisuuteen.

## KIRJALLISUUS

- Kangastie, H. (toim). 2016. ”Tutkimus- kehittämis- ja innovaatiotoiminnan integrointi opetukseen Lapin ammattikorkeakoulussa”, Sarja B. Raportit ja selvitykset 20/2016
- Kangastie, H. & Mastosaari, P. 2016. ”Osaamis- ja ongelmaperusteinen oppiminen Lapin ammattikorkeakoulussa, sarja C, Oppimateriaalit 3/2016.
- Kauppi, T. 2016. Konetekniikan TKIO integraatio: Case Arctic Steel and Mining. Kangastie, H.(toim). ”Tutkimus- kehittämis- ja innovaatiotoiminnan integrointi opetukseen Lapin ammattikorkeakoulussa”, Sarja B. Raportit ja selvitykset 20/2016.
- Poikela, E. & Poikela, S. 1999. Kriittisyys ja ongelmaperustainen oppiminen. Järvinen-Taubert, J. & Valtonen, P.(toim.). Kriittisyyteen kasvu korkeakouluopetuksessa. Tampere. s.167-185.





# Tuikku – Oppimisprojektista kiertotalousyrittäjyyteen

Yhä useampi työ on luonteeltaan joustavaa, monimuotoista, verkottunutta ja kokeilevaa ja sitä tehdään monessa roolissa yhtä aikaa. Samaan aikaan yhä useamman toiveena on saada tehdä itselleen merkityksellistä työtä, omaa arvopohjaa kunnioittaen. Uuden työn maailmassa liikutaan joustavasti yli perinteisten toimialarajojen. Työnteon tapa on yhä useammin projektiluonteinen. Töihin pääsee, asenne on kohdallaan: Yhä useampi työpaikkailmoitus peräänkuuluttaa yrittäjämäistä asennetta ja työnteon tapaa. Tällä ei tarkoiteta vain vastuunkantoa vaan myös vapautta valita omanlainen polku kohti yhteisesti asetettuja tavoitteita.

Edellä mainittu kehitys näkyy oppimiskäsityksen murroksena. Näyttää siltä, että yhä useampi opiskelija valmistuu työhön, jota tehdään ilman tarkkoja nuotteja toimeksiantoperiaatteella. On luonnollista, että suhtautumisessa omiin opintoihin vaaditaan samanlaista yrittäjämäistä otetta kuin mitä tullaan tarvitsemaan aikanaan työpaikalla.

Suomalaiset ammattikorkeakoulut toimivat tiiviissä vuorovaikutuksessa niitä ympäröivän yhteiskunnan kanssa. Yhteiskunnallinen sekä alueellinen kehittämis- ja vaikuttamistyö on ammattikorkeakouluille lakisääteistä tehtävää. Yrityksiin on tuotava yhä ripeämmällä tahdilla uusia ideoita. Opiskelijaprojektien hyödyntäminen osana yrityksen tuotekehitystä on yksi ketterä tapa tuulettaa yritysten käytänteitä. Toisaalta yhteistyö yritysten kanssa tukee tutkintoa suorittavien opiskelijoiden osaamisen työelämärelevanssia, valmistuneiden työllistymistä ja sitä kautta koko alueen työelämän kehittymistä. Korkeakoulujen yritysyritysyhteistyöstä syntyvä hyöty on vahvasti molemminpuolinen.

Lapin ammattikorkeakoulussa toteutettiin vuonna 2013 mittava pedagoginen uudistamistyö, jonka tavoitteena oli yhdistää koulutus-, tutkimus- ja innovaatiotoiminta entistä työelämälähtoisemmäksi oppimisenäkemykseksi. Kaikki Lapin AMKissa käytössä olevat opetussuunnitelmat rakennettiin osaamis- ja ongelmaperustaisiksi. Oppiminen määriteltiin yhteisölliseksi, opiskelijoiden, opettajien ja ympäröivän yhteisön sosiaaliseksi vuorovaikutukseksi ja osallistumiseksi yhteisölliseen tiedon rakentamiseen. Oppimistehtävien perustana toimivat aidot työelämän ilmiöt. Oppiminen tapahtuu vaihtelevissa, työelämäläheisissä ja monialaisissa oppimisympäristöissä.

Yrittäjyys, kansainvälisyys ja kestävä kehitys olivat kaikille koulutusaloille yhteisiä läpileikkaavia osaamisia. Oppimisenäkemys vahvasti myös työelämän kiinnittymistä monialaisiin, alat ylittäviin, ketteriin toteutuksiin. (Juntti, Kangastie & Mäkimurto-Koivumaa 2016; Opetus- ja kulttuuriministeriö 2018)

Tämän artikkelin tarkoituksena on kuvata yhden osaamis- ja ongelmaperustaisen, yrityslähtöisen oppimisprojektin kulku. Projektin tavoitteena oli tuottaa markkinoille uusi tuote, mikä hyödyntää sivuvirtamateriaalia jalostaen siitä toimeksiantajayrityksen brändiä tukevan liikelahjatuetteen.

Tämän tapauskuvauksen tarkoituksena on osoittaa, miten onnistuneella yhteistyöllä saadaan opiskelijat innostumaan paitsi kiertotalouden liiketoimintapotentialista, myös yrittäjämäisestä toimintatavasta ja laajentamaan omaa teknistä osaamista tuotteistamisen ja kaupallistamisen suuntaan. Projekti on myös hyvä osoitus yli osaamisalojen menevästä yhteistyöstä.

## KOHTI UUSIA KIERTOTALOUDEN LIKETOIMINTAMALLEJA

Lappisopimus eli Lapin maakuntaohjelman toimeenpanosuunnitelma 2019-2020 nimeää ensimmäiseksi strategiseksi valinnakseen arktisen talouden kehittämisen. Tavoitteena on, että toimintakauden aikana uudistuviin toimialoihin, kuten bio- ja kiertotalouteen, syntyy runsas määrä uusia tuote- ja palveluinnovaatioita, uutta yrittäjyyttä ja työpaikkoja. Kärkitoimialojen kestävä edistäminen vaatii kokeilevaa kulttuuria ja ennakkoluulotonta asennetta. (Lapin ELY-keskus 2018; Lapin liitto 2018)

Kiertotalouteen liitettävä toimintamalli on osaamisalat läpileikkaava teema Lapin ammattikorkeakoulun strategiassa. Kiertotalousajattelulla voidaan lanata muita Lapin ammattikorkeakoulun vahvuuksia kuten vahvaa luontoon liittyvää palvelualaa ja uudistuvaa teollisuutta. Lapin ammattikorkeakoulu on jo nyt edelläkävijöiden joukossa kiertotalousalan kehittämisessä. Alalle tulee kuitenkin jatkuvasti innovoida uusia toiminta-, ja liikemalleja sekä yhteistyökumppanuuksia. Opiskelijat voivat olla tässä kehitystyössä merkittävä voimavara.

Kiertotalouteen ja sivuvirtojen hyödyntämiseen liittyvää osaamista pyritään Lapin Ammattikorkeakoulussa tuomaan entistä enemmän opiskelijoiden opetussuunnitelmiin erilaisten kokeilujen kautta. Opiskelijaprojekteissa löydettyjä hyviä innovaatioita voidaan myöhemmin nostaa esiin muiden opiskelijoiden monistettavaksi ja sovellettavaksi. Erityisen arvokasta on osaamisalat ylittävä kehitystoiminta, sillä osaamisten rajapinnoilta on löydettävissä uusia sovelluskohteita. (Mastosaari 2014)

On selvää, että aloittelevat opiskelijayrittäjät sekä yrittämisestä kiinnostuneet tarvitsevat tukea ja työkaluja liikeidean kehittämiseen, muotoiluun ja kaupallistamiseen. Apua opiskelijoiden omien yritysideoiden kehittämiseen on saatavilla muun muassa Lapin ammattikorkeakoulun strategia- ja hanketoiminnan kautta. Opiskelijoiden ohjaus näiden palveluiden äärelle on jokaisen henkilökuntaan kuuluvan vastuulla. (Mastosaari 2014; Suomen yrittäjät 2016; Suomen yrittäjät 2018)

## PROJEKTIN KUVAUS

Lapin ammattikorkeakoulun Teollisuus ja luonnonvarat- alalla, konetekniikan koulutuksessa toteutettiin syksyllä 2018 opiskelijaprojekti, jonka tuloksena sivuvirtamateriaalista syntyi liikelahjana annettava kynttilälälyhty. Tämän aikaansaamiseksi opintojaksossa kuljettiin lyhyt tuotekehityksen polku. Kynttilälälyhdyn työnimikkeeksi valikoitui ”Tuikku”.

Oppimisprojekti muotoiltiin yhteistyössä Oulun ammattikorkeakoulun rakennustekniikan osaamisalan, Lapin yliopiston Teollisen muotoilun opiskelijoiden, Lapin ammattikorkeakoulun Kaupan ja kulttuurin osaamisalan opiskelijoiden, Kajaanin AMKin TKI- yksikön ja TKI- ryhmän ASM (Arctic Steel and Mining/geologi Jouko Karinen) kanssa. Tuotteen valmistuksessa hyödynnettiin lisäksi paikallisen ammattiotiston (Lappia) osaamista. Projektin osaamis- ja ongelmaperusteinen oppimistavoite oli seuraavan taulukon (Taulukko 1) mukainen.

**Taulukko 1.** Tuotantotekniikan suuntaava projekti 1 ja 2.

<b>Osaamistavoitteet ja teemat</b>	Tavoitteena on toimiminen mahdollisimman autenttisessa asiakasprojektiympäristössä. Opiskelija tutustuu tuotantotekniikkaan liittyvään tutkimus- ja kehitystyöhön yrityksestä tai TELU:n TKI organisaation tutkimusprojektista annetun tutkimusongelman kautta. Ongelman ratkaisuun käytetään mahdollisuuksien mukaan Lapin amk:n oppimisympäristöjä. Oppimiseen kuuluu olennaisena osana TELU TKI:n toimintatapojen mukainen projektityöskentely ja yhteydenpito toimeksiantajaan. Opintojakson toteutus pyritään tekemään mahdollisimman työelämälähtöisesti.
------------------------------------	---

## KUVAUS TUOTTEEN TEKEMISESTÄ JA ROOLEISTA PROJEKTISSA

Projekti alkoi sillä, että Kajaanin ammattikorkeakoulun kemisti sekä Oulun ammattikorkeakoulun rakennustekniikan asiantuntijat kokeilivat reseptiä, jolla ruostumattoman teräksen kuonasta valmistettava geopolymeeri saatiin toimimaan halutulla tavalla. Kuonan ominaisuus on, että se toimii samalla tavalla kuin Portland- sementti, joten sillä voidaan korvata kyseinen ainesosa lähes kokonaan.

Kun halutut lujuudet koekappaleissa oli saavutettu, sai viisi Lapin yliopiston opiskelijaryhmää tehtäväkseen muotoilla ”Tuikulle” sopivan visuaalisen ulkomuodon. Valittu muoto oli insinöörimäisen kompakti, melkein kuutio, jonka kehykseksi valikoitui ruostumaton terästä ja visuaalista ilmettä täydensi teräksen pintaan laserprintattu



**Kuva 1.** Kuonabetonista valmistettu geopolymeeria sisältävä ”Tuikku”.

yrittäjien logo. Teräsosat särmättiin ja laserprintattiin Ammattiopisto Lappialla. Kuvasta 1 käy ilmi tuotteen muotoilu tässä vaiheessa.

## SISÄINEN JA ULKOINEN YRITTÄJYYYS

Vaikka varsinainen opintojakso on jo ohitse, ei prosessi ”Tuikun” suhteen ole vielä päätöksessään. Tavoitteena on, että seuraavassa vaiheessa opiskelijat oppivat käytännönläheisesti, kuinka kyseisen innovaation kehittyminen kohti tuotetta jatkuu. Tavoitteena on lisäksi, että opiskelijat tekevät yhdessä liiketalouden opiskelijoiden kanssa tuotteelle kustannuslaskelman, missä huomioidaan sen valmistuksesta aiheutuneet kustannukset ja hahmotellaan tuotteelle näiden avulla myyntihinta. Ymmärrys tuotteen hintarakenteesta ja myyntikelpoisuudesta tukee ensivaiheessa sisäistä yrittäjyyttä, mutta antaa opiskelijoille käsityksen myös siitä, olisiko tästä myytäväksi tuotteeksi. Mikäli joku opiskelija haluaa tämän jälkeen selvittää vielä tarkemmin esimerkiksi edellytyksiä ryhtyä yrittäjäksi, tarjoaa Lapin AMKin yrittäjyyssopinnot siihen oivan väylän (Kuva 2).



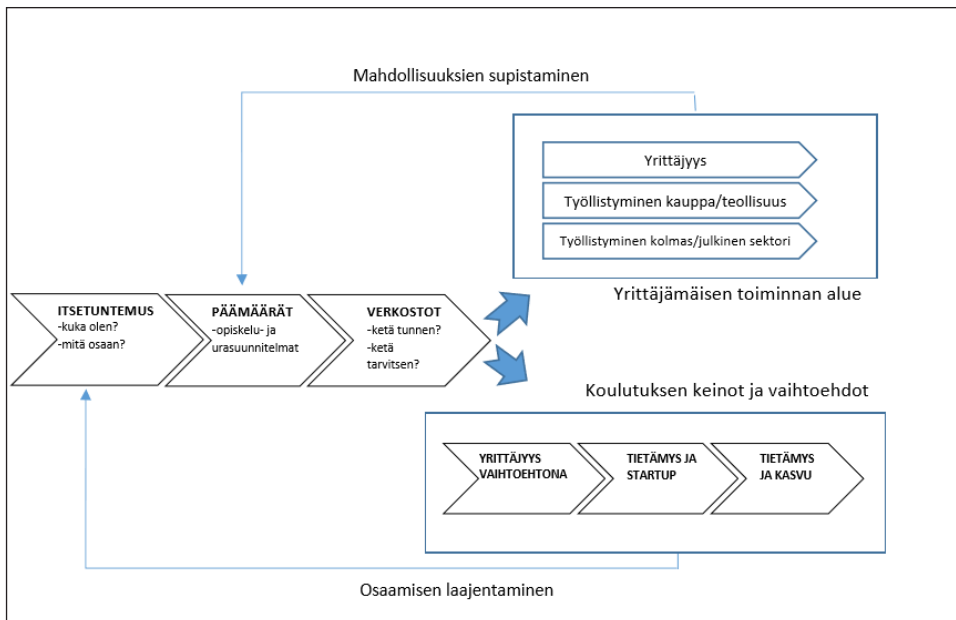
**Kuva 2.** Yrittäjyyssopintojen mahdollisuuksien verkosto Lapin ammattikorkeakoulussa.

## OPPIJA URAPOLULLA

Edellä esitetyssä esimerkissä ollaan onnistuttu avaamaan polkua yrittäjyyteen opiskelijalähtöisellä tavalla. Usein yrittäjyyden kytkeminen erityisesti ammattiopintoihin on haasteellista. Kuten esimerkki osoittaa, kytkeminen kuitenkin onnistuu, kun ideat yrittämiseen poimitaan arjesta ja yrittäjyys osoitetaan oppijoille laajempaan työelämässä tarvittavan osaamisen kehittämisenä kuin ainoastaan väylänä yrityksen perustamiseen. Avaintekijöinä tällöin ovat tiivis integraatio ja joustavuus opetus-suunnitelmissa sekä oppimisen organisointitavat. Kuvassa 3 on avattu vaikuttavan yrittäjyyden polut. (Suomen yrittäjät 2016; Suomen yrittäjät 2018)

Kuten seuraavalla sivulla esitetty esimerkki (Kuva 3) osoittaa, voi onnistunut yrittäjyyden polku lähteä liikkeelle osana opintojaksojen muita tavoitteita. Kun opiskelija on tunnistanut jonkin itseä kiinnostavan idean ja sen kaupallisen potentiaalin, voi hän sen johdosta lähteä pohtimaan myös sitä, mihin hän tähtää yrittäjyyden suhteen. Yrittäjyydestä kiinnostunut opiskelija voi tämän jälkeen laatia tarkemman liiketoimintasuunnitelman ja miettiä, mitä verkostoja menestyksekkäs toiminta yrittäjänä vaatii. Pohdinnan tueksi on tarjolla erilaisia mahdollisuuksia: opinnäytetyön suuntaaminen





**Kuva 3.** Vaikuttavan yrittäjyyden polut. (Muokattu lähteestä Mäkimurto-Koivumaa & Puhakka 2013)

jatkoselvityksiin, harjoittelujaksot, oppimisprojektit, erilaiset tapahtumat tai muun tyyppinen työelämäyhteistyö. Oppilaitoksen ja opettajien kannustavalla ja myönteisellä asenteella mistä tahansa ideasta voi syntyä kaupallinen menestystuote.

## KIERTOTALOUDEN NÄKYMÄ YRITTÄJYYDEN YHTENÄ TYÖLLISTYMISEN MAHDOLLISUUTENA

Edellä kuvatun projektin muodostuminen ei olisi ollut mahdollista ilman keskustelua yli osaamisalojen. Tässä tapauksessa jo pelkkä tuotteen raaka-aineen kehittäminen kelvolliseksi kesti yli kaksi vuotta ja sen kehittämiseen osallistui verkostossa useita oppilaitoksia. Samalla mukana olleille opiskelijoille syntyi käsitys tarvittavan verkoston laajuudesta sekä eri oppilaitosten opiskelijoiden mahdollisuuksista tuottaa osasuorituksia kehitteillä olleeseen tuotteeseen.

Laaja verkosto toi haasteita myös projektin vetäjille. Projektin sisällön kirjoittaminen ja toteuttaminen muuttuvat monta kertaa. Opintojakson sisältö on nyt toteutuksessa kolmatta kertaa ja joka kerta eri tavalla tai eri osaamisalojen avulla. Opinnäytetyöt, mitkä tähän projektiin ovat liittyneet, ovat osallistaneet ohjaajia useammalta osaamisaloilta. Oppilaitosrajat ovat ylittyneet, kun Lapin yliopiston muotoilun opiskelijat, ammattioipisto Lappian sekä Lapin ammattikorkeakoulun opiskelijat ovat työskennelleet rinta rinnan. Myös maantieteellisesti on ylitetty rajoja – projektissa on ollut mukana kahden eri ammattikorkeakoulun TKI- yksikön henkilökuntaa.

Lopputuloksena syntynyt, kiertotalouden sivuvirtamateriaaleja ennakkoluulottomasti hyödyntävä tuote, ”Tuikku”, on esimerkkinä varsin hyvä opintopolku, mistä saatuja käytänteitä voisimme mainiosti hyödyntää muissakin yritysysteistyössä toteutetuissa oppimisprojekteissa.

## KIRJALLISUUS

- Juntti, M., Kangastie, H. ja Mäkimurto-Koivumaa, S. 2016. Yrittäjyyden edistäminen Lapin Ammattikorkeakoulussa. Lapin AMK:n julkaisuja. Sarja B. Raportit ja selvitykset. 9/2016.
- Lapin ELY-keskus. 2018. Lappi-sopimus- maakuntaohjelman toimeenpanosuunnitelma vuosille 2019-2020. <http://www.lappi.fi/lapinliitto/lappi-sopimus>
- Lapin liitto. 2018. Lapin Arktisen biotalouden kehittämissuunnitelma 2018-2025. [https://issuu.com/lapinliitto/docs/kehitt\\_mishanke\\_lopullinen\\_issuu\\_si](https://issuu.com/lapinliitto/docs/kehitt_mishanke_lopullinen_issuu_si)
- Mastosaari, P. (toim.). 2014. Innovaatio-osaamista arvioimassa. Lapin AMK:n julkaisuja. Sarja B. Raportit ja selvitykset. 31/2014.
- Opetus- ja kulttuuriministeriö. 2018. Korkeakoulutuksen ja tutkimuksen Visio 2030. <https://minedu.fi/korkeakoulutuksen-ja-tutkimuksen-visio-2030>
- Suomen yrittäjät. 2016. Yksinyrittäjäkysely. <https://www.yrittajat.fi/suomen-yrittajat/tutkimukset/yksinyrittajakysely/yksinyrittajakysely-2016-546816>
- Suomen yrittäjät. 2018. Yrittäjyys Suomessa. <https://www.yrittajat.fi/suomen-yrittajat/yrittajyys-suomessa-316363>





# Kiertotalous Innovaatiojohtamisen opintojakson teemana YAMK -opetuksessa

Teknologiaosaamisen johtamisen, ylempään AMK tutkinnon sisällössä on määritelty, että organisaatioiden kehittämisessä tarvitaan osaamista, jolla tuetaan niiden kasvua ja muutosvalmiuksia. Tässä työssä tarvitaan erityisasiantuntijuutta, johon voidaan vastata esimerkiksi Teknologiaosaamisen johtamisen koulutuksella. Insinööri (ylempi amk) tutkinto antaa pätevyyden toimia vaativissa esimies-, kehittämissä- ja asiantuntijatehtävissä. Ylempi ammattikorkeakoulututkinto antaa myös kelpoisuuden julkiseen virkaan ja tehtävään, jonka vaatimuksena on ylempi korkeakoulututkinto. Tutkinnon jälkeen voit hakeutua yliopistojen tohtoriohjelmiin, josta Lapin AMKissa on esimerkkejä muun muassa Luulajan teknillisessä yliopistossa väitöskirjatyötä tekevästä henkilöistä. (Lapin ammattikorkeakoulu 2018)

Teknologiaosaamisen johtamisen koulutus antaa osaamista, jota tarvitaan etenkin teknologiayritysten erilaisten osaajien johtamisessa ja tekniikan alan organisaatioiden kehittämisessä. Näiden taitojen oppimiseksi, Teknologiaosaamisen johtamisen koulutus tarjoaa insinööreille esimiestäitojen kehittämisen lisäksi koulutusta työelämän tutkimukselliseen kehittämistoimintaan. Opiskelija laatii työelämän tutkimukselliseen kehittämistoimintaan henkilökohtaisen kehittämistehtävän. Koulutus on moniammatillista ja -alaista ja antaa myös valmiudet ennakoida työelämän muutokseen. (Lapin ammattikorkeakoulu 2018)

## OPETUS- JA TKI-KEHITTÄMISTYÖ YAMK –KOULUTUKSISSA

Opetuksen ja TKI-kehittämistyön yhdistäminen YAMK-koulutuksissa pohjautuu kolmeen eri tapaan toimia. Ensinnäkin opiskelijat tekevät oppimistehtäviään omalle työnantajalleen. He saavat yrityksen luoman ongelman ratkaistavaksi, ja sitä ratkoessaan he tuottavat ratkaisuja omalle toimeksiantajalleen. Opetus ja TKI-toiminta integroituvat toisiinsa ongelma-perustaisen opiskelun kautta. Opiskelu on luonteeltaan itsenäistä tiedonhankintaa sekä tiedon analysointia. Opettajan rooli on toimia oppimistehtävien suorittamisen ohjaajina. (Kärnä 2016)

Toinen tapa tehdä TKIO-integraatiota on opiskelijoiden tekemät opinnäytetyöt. Ne ovat hankkeistettuja TKI-projekteja, joissa opiskelijat, käyttäen tutkimuksellisia menetelmiä, luovat työelämälle uusia innovaatioita ja ratkaisuja. Samalla opiskelijan oma ammattitaito ja osaaminen kehittyvät ja syvenyy projektioppimisen avulla. (Kärnä 2016)

Kolmas tapa YAMK-koulutusten TKIO-integraatiossa on ns. mentor-kolmikantamallin kautta toteutetut TKI-hankkeet. Tässä mallissa opiskelija pääsee mukaan YAMK-opettajan kehittämistiimiin ja sen puitteissa toteuttaa aitoja työelämän hankkeita työelämämentorin ja YAMK-opettajan ohjauksessa. Mallissa ajatellaan, että YAMK-opettaja on keskeinen toimija työelämän ja opiskelijan välissä. Toimimalla aidossa työelämän hankkeessa opiskelijan oppiminen on tekemällä oppimista. TKIO-integraatio ylempissä ammattikorkeakoulututkinnoissa on luontaista. Työssäkäyvät opiskelijat ja työnantajat yhdessä ratkovat ongelmia ja luovat uusia ratkaisuja. YAMK-opettaja toimii kolmikannassa sillanrakentajan roolissa. Tämä uusi rooli muodostaa haasteen opettajuudelle. Tulevaisuuden YAMK-opettajan tulee osata toimia monimutkaisissa verkostoissa, kyetä ohjaamaan monialaista, poikkialaista ryhmää ja hallita TKIO-integraation kolmikantamalli. (Kärnä 2016)

YAMK-opetuksen kehittämistyötä tehtiin osittain myös hankeyhteistyönä. Tämän opintojakson uudistuksessa konsultoitiin Kiertokoulu – Yritysrajapinnassa toteutettavan kiertotalous ja teolliset sivuvirrat opintokokonaisuuden kehittäminen-hanketta. Kyseisen hankkeen tavoitteena on nostaa kiertotalouden ja teollisuuden sivuvirtojen osaamista Lapissa koulutusta kehittämällä. Hankkeessa kehitetään ja pilotoidaan yhteistyössä yritysten kanssa uusia oppimis-/kehittämiprojekteja, joiden kautta opiskelijat pääsevät lähemmäksi yritysrajapintaa ja oppivat käytännön haasteiden ratkomista. Tätä Kiertokoulu-hankkeen kehittämismallia oli mahdollista hyödyntää tämän YAMK-opintojakson uudistuksessa. Uudistus toteutettiin osana opintojakson perustoteutusta yhteistyössä yrityksen edustajan kanssa.

## **OPINTOJAKSON SUUNNITTELU: VIISI RYHMÄÄ, VIISI CASE –HANKETTA**

Vuoden 2017 keväällä lähdimme toimeksiantaja Tapojärvi Oy: kanssa miettimään, miten tulevaan Innovaatiojohtamisen 10 op:n opintojaksoon saataisiin Case- tutkimuksen tausta, sekä aito työelämälähtöinen lähestymistapa. Koska Innovaatiojohtaminen- opintojakso toteutettiin nyt ensimmäistä kertaa, jäi tietenkin meidän vastuullemme Yliopettaja Veikko Kärnän kanssa miettiä, miten kokonaistoteuttaminen tapahtuu.

Alkuvaiheen suunnittelutyötä tuki Alf Rehniltä saatu luentomateriaali. Rehn on innovaation, designin ja johtamisen professori Tanskan Odensessa sijaitsevaan Syddansk Universitetin teknisessä tiedekunnassa. Vuonna 2017 alkanut yhteistyö on jatkunut sittemmin mielenkiintoisina kahdenkeskeisinä keskusteluina erilaisissa digitaalisissa ympäristöissä. (Rehn 2017)

Yrityksellä oli viisi eri kiertotalouden ja hyödynnettävien sivuvirtojen aihetta, jotka vaihtelivat kuonabetonin hyödyntämideoista sähkö- ja elektroniikkaromun volyy-meihin. Innovaatiojohtaminen koostui kahden eri opintojakson yhdistelmästä, jotka olivat Teknologiajohtaminen (5 op) ja Innovaatiojohtaminen (5 op). Ryhmiin jaetut opiskelijat tekivät aihetta, jossa heillä oli vapaat kädet hyödyntää koko ryhmän erilaista työelämä- ja koulutustaustaansa innovaatioprosessissa, mutta kootut ryhmät toimivat TKI-ryhmien tapaan, eli tietyn toimintajärjestelmän, tässä tapauksessa Arctic Steel and Mining-ryhmän toimintakäsikirjaa mukaillen, koska tämä TKI-ryhmä on Lapin AMK:ssa ainut 17025 mukaisen standardin kolmannen osapuolen auditoinnin läpäissyt.

## VIISI RYHMÄÄ, VIISI CASE –HANKETTA

Ryhmille pidettiin normaali opintojakson avaus lähipäivänä, jota ennen he olivat saaneet vapaasti muodostaa ryhmät ja valita yrityksen kanssa jo ennalta määritellyt aiheet. Lähipäivänä pidettiin myös kahden tunnin mittainen aiheen esittely, jonka piti Skypellä tutkimus- ja kehitysjohtaja Juha Koskinen Tapojärvi Oy:stä. Ryhmille oli allokoitu yhteensä neljä lähipäivää, joista kaksi päivää oli puolivälissä opintojaksoa ns. milestone eli välitarkastelun päivinä.

Ryhmien tukena toimi myös erikseen nimetty Advisory Board, joka koostui jokaisen osa-alueen vahvasta teollisesta- ja tutkimuksellisesta huippuosaajasta. AB:n henkilöt olivat Juha Koskinen (Tapojärvi Oy), Sanna Tyni (Lapin amk), Kari Poikela (Digipolis Oy) ja Kenneth Ekman (Crisolteq Oy). Nämä henkilöt ohjasivat ja tuottivat ryhmille sitä substanssiosaamista ja osaamista, mitkä ryhmien toiminnassa aina Adobe Connect tai Moodle – ympäristöissä nostettiin ryhmien taholta esille. Osa asiantuntijoista, kuten Sanna Tyni kävi luennoimassa ilmiöiden kemiallisia taustoja kiertotalouden ja sivuvirtojen tutkimuskysymyksissä ja lähetti myös uusinta tietoa eri seminaareista.

## YHTEENVETO

Uuden opintojakson toteuttaminen ja viiden erilaisen elinkeinoelämälähtöisen laajahkon tapaustutkimuksen toteuttaminen helmikuusta toukokuuhun osoittautui selkeästi liian haastavaksi. Vaikeinta oli tietenkin uuden asian omaksuminen, jossa ryhmien aiheet ja ryhmien osaaminen ei ollut yhteismitallista. Tiedollinen omaksuminen söi aikaa dokumentoinnin toteutukselta ja päinvastoin.

Puolivälin tarkastelupäivissä oli asianluentoja muun muassa Risto Lustila (Business Finland), Antti Peronius (Hangasojan Kultta), Sanna Tyni (Lapin AMK) sekä Juha Koskinen (Tapojärvi Oy). Nämä tilaisuudet taustoittivat vielä teemojen käsittelyä, mutta jo silloin oli huomattavissa, ettei ryhmien eteneminen ollut suhteessa käytettyyn aikaan vaan pääsääntöisesti kaikki ryhmät olivat aikataulustaan jäljessä. Myös AC-luentojen osuutta oli pakko käyttää ryhmien tehtävien edistämiseen.

Loppukaneettina voidaan sanoa, että opintojakso tuli tapaustutkimuksen vaatimustason ja laajuuden osalta ylimitoitettua, mutta tämä olkoon myös opetuksena siitä, ettei innovaation eteneminen ole mitattavissa MS Projectilla tai Excel-janalla. Opiskelijoiden palaute kurssin sisällöstä oli kiitettävää, sillä asiantuntijoita oli tukena runsaasti. Moitteita tuli siis laajuudesta ja siitä, ettei innovatiivisiin aiheisiin monellakaan ollut aiempaa työ- tai opiskelutason pohjaa.

## KIRJALLISUUS

- Lapin ammattikorkeakoulu. 2018. Teknologiaosaamisen johtaminen –koulutus. Hakupäivä 3.9.2019. <https://www.lapinamk.fi/fi/Hakijalle/YAMK-tutkinnot/Teknologiaosaamisen-johtaminen>
- Kärnä, V. 2016. TKIO ylemmissä ammattikorkeakoulututkinnoissa. Kangastie Helena (toim), ”Tutkimus- kehittämis- ja innovaatiotoiminnan integrointi opetukseen Lapin ammattikorkeakoulussa”, Sarja B. Raportit ja selvitykset 20/2016
- Rehn, A. 2017. What is Innovation? -luentomateriaali.







# Kiertotaloutta rekursiivisena oppimisprosessina

Jokainen meistä toimii työssään tehokkaammin, kun kokee tekevänsä merkityksellistä työtä. Lukuisat tutkimukset ovat osoittaneet, että organisaatiokulttuurilla ja yrityksen toimintatavalla on merkitystä työn mielekkyyden kannalta. Merkityksellisyyden luomiseksi on tärkeää, että toimijat tunnistavat ne valinnat, mitkä muodostavat yrityksen arvopohjan. Strategia voidaan nähdä vahvana keinona viestiä organisaation arvoista, sillä sen avulla organisaation jäseniä pyritään suuntaamaan toimiaan yhteisten arvojen mukaisesti. Jos henkilön omat arvot ovat lähtökohtaisesti samansuuntaiset organisaation valintojen kanssa, syntyy positiivinen riippuvuussuhde organisaatiokulttuurin ja työn mielekkyyden välillä. (Jacobs & Roodt 2008)

## KUKA MUU MUKA?

Nykyiset talous- ja hyvinvointitottumuksemme ovat osoittautuneet haasteeksi maapallon kantokyvyille. Olemme tilanteessa, jossa toiminnan suunta on muutettava kohti hiilineutraalia kiertotaloutta ja vähäpäästöisiä, resurssitehokkaita ja älykkäitä ratkaisuja. Suunnanmuutos vaatii myös isoja muutoksia ihmisten ajattelu- ja toimintatapoihin suhteessa kuluttamiseen, tuotteiden omistamiseen ja varallisuuteen. Haasteena on ongelman laajuus, joka lähtökohtaisesti nostattaa esiin muun muassa ajatuksia kuten ”ei tälle mitään mahda”, ”jonkun pitäisi”, ”kun ne siellä”, ”eihän me” ja niin edelleen. Ongelma koetaan niin laajaksi tai haastavaksi, että yksilö pyrkii välttelemään ongelmaan tarttumista tai siirtämään vastuun jollekin toiselle. Olemme kuitenkin siinä tilanteessa, että ongelman lakaiseminen maton alle ei ole enää mahdollista, vaan tarvitaan kaikkien henkilökohtainen sitoutuminen tilanteen kääntämiseksi parempaan suuntaan.

Länsi- ja Pohjoismaat, Suomi yhtenä kärkimaista, ovat lähteneet etsimään uutta ja kestävämpää toiminnan suuntaa. Ymmärrys maapallon tämän hetkisen tilan, ja myös tulevaisuuden, ongelmallisuudesta herättää huolta ja on nostettu esiin valtioiden, yritysten ja erilaisten organisaatioiden strategioissa. Ongelma ja sen ratkaisu vaativat kokonaisvaltaista, eri tasoille ulottuvia tavoitteita ja konkreettisia toimintamalleja. Tärkeä osa tavoitteiden saavutusta on saada ihmiset yksilöinä sitoutumaan muutokseen.

Organisaation oppiminen perustuu toisaalta yksilöiden oppimiseen ja toisaalta yhteisölliseen oppimiseen. Oppivassa organisaatiossa yhteisöllinen, rekursiivinen ymmärrys muotoutuu kertautuvasti, edellispäivän totuuden päälle. Matematiikassa rekursiivinen mallintaminen on työlästä, koska jonkin lukujonon jäsenen selvittäminen vaatii kaikkien edeltävien jäsenten laskemisen. Sama koskee organisaation oppimisen mallintamista. Oppiminen tapahtuu paitsi uuden tiedon kautta, myös sen kautta, mitä tietoa itse ilmennämme ja mihin uskomme.

Tämän artikkelin aineistona on Lapin ammattikorkeakoulun Kemin Tietokadun kampuksen TKI-/opetus ja muun henkilökunnan sekä satunnaisesti valitun insinööriopiskelijaryhmän näkemykset siitä, miten he toteuttavat kestävä kehityksen teemaa arkielämässään ja työssään. Kartoitus valottaa myös, kuinka kiertotalousteeman nostaminen strategiseen keskiöön on muuttanut suhdetta arjen ekologisiin valintoihin eli onko organisaation panostus kiertotalouteen yhdistettynä henkilön omiin arvoihin muuttanut kohdehenkilön ajatusta oman työn merkityksellisyydestä? Artikkelissa tarkastellaan myös missä vaiheessa Lapin ammattikorkeakoulu on oppivana, rekursiivisena organisaationa kiertotalousajattelussaan.

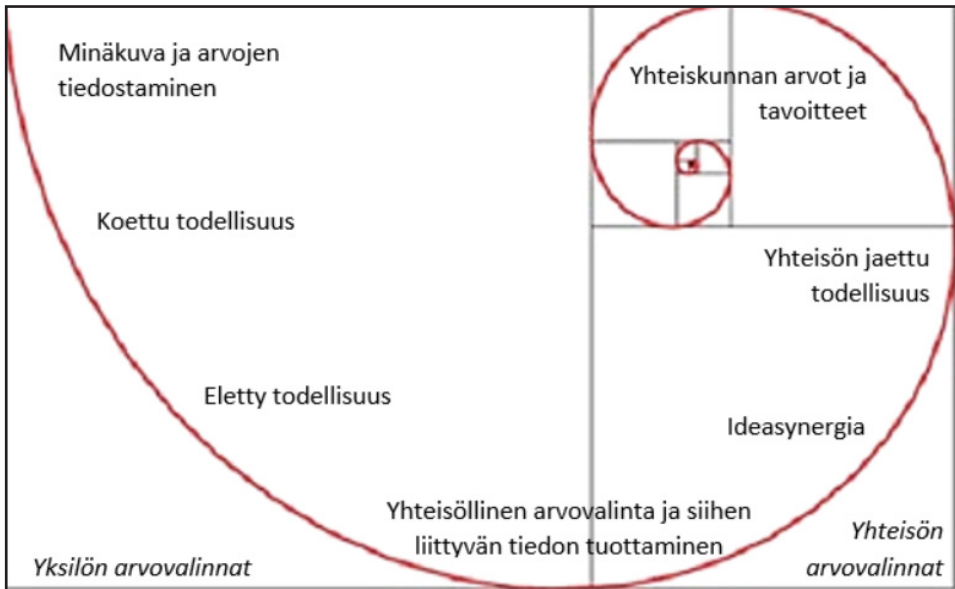
## LAPIN AMMATTIKORKEAKOULU JA KIERTOTALOUSAJATTELU

Lapin AMK otti kiertotalouden osaksi toimintaansa yhtä aikaa Sitran julkistaman kiertotalouden tiekartan kanssa 2016. Kiertotalous lähdettiin sitomaan osaksi organisaation toimintaa ensiksi Teollisuuden ja luonnonvarojen osaamisalan toiminnassa mutta ajattelu levisi nopeasti myös muille osaamisaloille. Teema koettiin merkitykselliseksi myös Lapin alueen kehitystyön kannalta. Oppiva organisaatio tunnisti, että kyseessä on monitieteellinen ja poikkieleikkaava teema, jonka sovellusmahdollisuudet ovat lukemattomat. Hyötyjinä ovat itse organisaation lisäksi myös useat eri sidosryhmät.

Hyvät asiat tunnetusti leviävät nopeasti ja sittemmin Lapin ammattikorkeakoulussa onkin käynnistetty lukuisia kiertotalouteen kytkeytyviä hankkeita yhteistyössä muiden ammattikorkeakoulujen, tutkimusorganisaatioiden ja yritysten kanssa. Yhteistyö osaamisalojen välillä on vahvistunut. Toiminnassa on nyt tunnistettu kolme pääsuuntaa: teollinen kiertotalous, yhdyskunta – ja rakennustekniikan kiertotalous sekä maaseutujen mahdollisuuksiin kytkeytyvä toiminta. Kiertotalouden teema on kytkeytynyt eri alojen opetukseen siten, että riippumatta siitä, mitä suuntautumista opiskelijat suorittavat, tutustuvat he kiertotalouteen liittyviin teemoihin opetussuunnitelman mukaisina opintojaksoina.

Lapin ammattikorkeakoulussa kiertotalous voidaan ymmärtää paitsi strategisena valintana, myös organisaatiokulttuuria ja yrityksen toimintatapaa ohjaavana arvona. Tässä artikkelissa perehdytään siihen, voidaanko se tulkita myös yksilöiden omaksumana käyttäytymisenä ja edelleen, vahvistavatko nämä kaksi toisiaan.

Ashforth (2008, 538–539) esittää organisaatiokäyttäytymisen olevan laajalti heimokäyttäytymistä. Hän esittää, että yksilön kyvykkyys sisäistää organisaation strategiset painopisteet, riippuu siitä, miten henkilö kykenee suhteuttamaan omat yksilölliset valintansa ja käytännön kokemuksensa (grounded experiences) niihin.



**Kuva 1.** Kiertotalouden rekursiivinen oppimisprosessi Fibonaccin lukujonoa mukaillen. (Steinlund 2014)

Hänen mukaansa henkilön suhde strategiseen painopisteeseen vahvistuu, mikäli hän elää ympäristössä, missä toimiva joukko, heimo, ajattelee samalla tavoin. Myös eletty todellisuus (esimerkiksi tutkimuksella hankittu tieto, omat valinnat) vahvistavat suhdetta. Tällaisesta kehityksestä käytetään tässä artikkelissa nimitystä rekursiivinen oppimisprosessi (vertaa Sauvala 2015). Kuvassa 1 esitetty kuvio hahmottaa ajattelun peruslähtökohdan.

Tämän artikkelin tausta-aineistona on käytetty Lapin ammattikorkeakoulun Kemin tekniikka- ja luonnonvara-alan Compus-toimipisteen opetus- ja TKI-henkilöstön sekä opiskelijoiden näkemyksiä siitä, miten he kokevat kiertotalouden arvona omassa arkielämässään ja miten työskentely teeman parissa on muuttanut heidän arkikäyttäytymistään. Satunnaisesti valitulle kohdejoukolle suunnatussa kartoituksessa kysyttiin myös sitä, miten työ kiertotalouden parissa on muuttanut käsitystä työn/opiskelun mielekkyydestä. Teemahaastattelu toteutettiin puolikonstruoidulla menettelyllä marraskuussa 2018. Kartoitukseen osallistui 16 TKI-työntekijää, 13 insinööriopiskelijaa ja 17 opetus- ja muuta työtä tekevää henkilöä.

## KIERTOTALOUSAJATTELU HENKILÖKOHTAISENA ARVONA

Arvot ohjaavat valintojamme ja toimintaamme elämän eri osa-alueilla (Levonmäki 1998). Schein (1985) on tutkinut yksilön arvojen ja organisaatiokulttuurin välistä yhteyttä ja todennut, että ne vahvistavat toisiaan. Lisäksi hän toteaa, että arvoilla on selkeä yhteys paitsi ihmisten hyvinvointiin, myös motivaatioon, tehokkuuteen,

rationaalisuuteen, tuloksetekokykyyn ja organisaation hyvinvointiin (Lahti-Kotilainen & Mankkila 1995).

Lähestulkoon kaikki kyselytutkimuksessamme osallistuneet Compus-talon työntekijät ja opiskelijat tunnistivat kiertotalousajattelun omaksi henkilökohtaiseksi arvokseen. Kaksitoista TKI- vastaajaa (n=16) kokivat kiertotalouteen liitettävät teemat henkilökohtaisina arvovalintoinaan. Kaikki opetus- tai muussa tehtävässä toimivat vastaajat allekirjoittivat ekologisuuden arvona ja myös kahdeksan (n=13) opiskelijaa kokivat tilanteen samoin.

*“Luontoa, luonnonvaroja ja energiaa säästävä toiminta kuuluu perusarvoihini”<sup>1</sup>*

*“Tottakai yritän toimia ekologisesti.”<sup>2</sup>*

*“Yritän toimia ekologisesti ainakin pienissä asioissa.”<sup>3</sup>*

Ojanen (katso myös Häyry-Häyry 1997) ovat osoittaneet, että ihmisen käyttäytymistä ohjaavien arvojen ja normien vaikutuksen voimakkuus vaihtelee. Henkilön tietoisuuden aste omista arvoistaan sävyttää toiminnan johdonmukaisuutta. Vahva minätietoisuus lisää sitoutumista henkilökohtaisiin arvoihin ja arvopohjansa tuntevat henkilöt noudattavat muita johdonmukaisemmin moraalिनormeja ja valintoja läpi elämän eri osa-alueiden. (Ojanen 1996.)

Kyselytutkimuksessa mukana olleet henkilöt tunnistivat tehneensä monipuolisesti erilaisia valintoja toteuttaakseen kiertotalousajattelua arkielämässään. Kartoituksessa nousi esiin erilaiset kierrätykseen liittyvät toimet (muun muassa lajittelu), henkilökohtaiset, kuluttamiseen liittyvät valinnat (lähiruoka, kirpputorit, ekologisilla arvoilla erottautuvat palveluntuottajat, muovin vähentäminen), pyrkimys hankkia kestäviä tuotteita, korjata tai uudistaa vanhaa (uusiokäyttö, useamman käyttötarkoituksen miettiminen) tai muuttaa muulla tavoin toimintoja tai elämäntapaa (ekologinen autoilu, energiansäästö, downshiftaus). Vain muutama vastaajista totesi, että kiertotalousajattelu ei vaikuta tai vaikuttaa toistaiseksi vain hyvin vähän arkielämän ratkaisuihin. Eroa arkiikäyttyymisen suhteen ei ollut havaittavissa kartoituksessa mukana olleiden ryhmien välillä.

*“Pienetkin valinnat ovat tärkeitä”<sup>1</sup>*

*“Mietin voisiko vanhasta tehdä jotain muuta”<sup>2</sup>*

*“Käytän loppuun tuotteet”<sup>3</sup>*

## KIERTOTALOUSAJATTELU YHTEISÖN ARVONA

Kuten edellä esitettiin, jakoivat Compus-talon työntekijät ja opiskelijat laajasti saman (kiertotalousajattelun mukaisen) arvomaailman. Lisäksi suurin osa vastaajista koki, että työ tai opinnot kiertotalouden parissa ovat edelleen vahvistaneet ekologisempaa arkiajattelua. Yleisimmin vastattiin, että aihepiiristä saatu tieto on lisännyt huolta ympäristöstä. Vastaajat näkivät, että kiertotalouteen liitettävän ymmärryksen lisääntyessä, he ovat arkielämässään kiinnittäneet enemmän huomiota seikkoihin kuten

tuotteissa käytettyihin materiaaleihin, kierrätettävyyteen tai mediassa esitettyyn tietoon. Kiertotalousteemojen esiin nostaminen insinööriopinnoissa oli myös lisännyt tietoisuutta valintojen seurauksista ja johtanut muun muassa pakkausmateriaalien tarkasteluun.

Noin joka toinen vastaaja koki, että työ kiertotalouden parissa on muuttanut käsitystä myös oman työn merkityksellisyydestä. Kiertotalouteen liittyvät työtehtävät koettiin tärkeiksi ja mielekkäiksi. Mielekkyyttä lisäsi tunne työn laajemmasta yhteiskunnallisesta hyödynnettävyydestä. Työnkuvan nähtiin myös laajentuneen ja työstä tulleen monipuolisempaa ja vaihtelevampaa kiertotalousteeman värittäessä omaa substanssiosaamista.

Edellä esitetystä poiketen vain joka kolmas opiskelija esitti yksilövastauksessaan, että kiertotalouden teemat olivat lisänneet motivaatiota opintojen suhteen. Haastattelua toteuttamassa olleen asiantuntijan mukaan, kysymys oli ymmärretty kahdella tapaa: ”motivaationa opiskeluun tai motivaattorina kiertotalousajatteluun”. Tämä osaltaan selittää poikkeamaa henkilöstövastauksiin verrattaessa. Lisäksi mahdollinen syy tähän eroavaisuuteen oli se, että opinnoissa käsiteltyjen kiertotalouden teemojen nähtiin kiinnostavan enemmän teollisuusyritysten toiminnan tarkasteluun kuin tarjoavan omakohtaista tarttumapintaa ja työkaluja ekologisempaan elämäntapaan. Syy voi olla myös vielä toistaiseksi kiertotalouden kytkeytyminen suhteellisen pieneltä osalta opintoihin. Tilanne voi muuttua, kun kiertotalouteen liittyvää opetusta ja siten myös tietoa tulee opiskelijoille enemmän. Tässä on kuitenkin konkreettinen seuranta- ja kehitysehdotus kiertotalouden opettamiselle ja opiskelumuotivaation lisäämiselle.

*”Kiertotalousajattelu on jokaisen mielessä, siitä saadaan jatkuvasti uutta oppia ja se lisääntyy omissa ajatuksissa”<sup>1</sup>*

*”Mielestäni asia on ollut tärkeä jo ennen opintojen aloittamista”<sup>2</sup>*

*”Vahvistanut sitä, sillä olen käynyt mielenkiintoisia keskusteluja opiskelijoiden kanssa”<sup>3</sup>*

## KIERTOTALOUS REKURSIIVISENA OPPIMISPROSESSINA

Sosiaalipsykologit ovat kautta historian osoittaneet, että ihmisillä on voimakas tarve kuulua ja samaistua tiettyyn laumaan (Eskola 1971; Helkama, Myllyniemi & Liebkind 1999; Rainio & Helkama 1974). Vahva auktoriteetti tai johtajuus, mikä ohjaa ajattelua tiettyyn suuntaan, vahvistaa yhteisön arvopohjaa (Milgram 1974). Jos ryhmän jäsenillä on myönteisen identiteetin tarve, he keksivät keinon erottua edukseen. Myönteisellä, helposti samaistuttavalla identiteetillä profiloitunut ryhmä vetää puoleensa uusia jäseniä. Ryhmään kuulumisen puolestaan vaikuttaa edelleen yksilön asenteisiin ja arkikäyttäytymiseen. Myönteisen rekursiivisen oppimisprosessin kehä on valmis.

Kuusikymmentäluvulla vallassa ollut arkisosiaalinen ajattelu, ”Everyday Life Sociology” toi organisaatioiden arvojohtamiseen vahvan yksilönäkökulman. Ajattelun mukaan ihmisten arkielämän ja organisaatioiden strategisten valintojen välillä on

vahva ja toinen toistaan vahvistava suhde. Ihmisten jokapäiväinen elämä muodostuu erilaisista vuorovaikutuksellisista tilanteista. Vuorovaikutteiset tilanteet puolestaan ohjaavat henkilön omaa ajattelua, arvoja ja tunteita joka edelleen johtaa institutionaalisen arvopohjan ja toimintakulttuurin kehittymiseen. Arkisosiologinen ajattelu on tieteenalana osoittanut, kuinka pelkkä inhimillinen, arvoperustainen vuorovaikutus on johtanut organisatoristen innovaatioiden syntyyn. (Lefebvre 1991; Godard, Huppert, Dutronic & BayeEvery 1980.)

Tätä artikkelia varten toteutetun kartoituksen perusteella voidaan todeta, että Kemian Compus-talon henkilökunnalla oli varsin lähtökohtaisesti korkea valmiustaso toteuttaa kiertotalousajattelun mukaisia arvoja arkiajattelussaan. Heillä oli myös jaettu tunne siitä, että oma arkiajattelu muuttui ekologisemmaksi sitä myöten, kun työyhteisössä tuotettiin uutta tietoa. Työn oli nähty myös muuttuneen jossain määrin mielekkäämmäksi kiertotalouteen liitettyjen teemojen myötä.

## JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä kartoituksessa mukana ollut kohdejoukko oli varsin pieni. Siitä saatuja tuloksia voidaankin pitää korkeintaan suuntaa antavina. Tulosten valossa voidaan kuitenkin olettaa, että organisaation omilla strategisilla valinnoilla voitaneen toisaalta lisätä työn mielekkyyden kokemusta, vahvistaa työtiimien eli heimojen yhteenkuuluvuuden tunnetta ja viime kädessä myös ohjata yhteisössä toimivien yksilöiden arkikäyttäytymistä. Näiden seikkojen valossa ei ole ollenkaan yhdentekevää, millaisia strategisia valintoja yksittäiset yritykset esimerkiksi kestävän kehityksen suhteen tekevät.

Tulokset osoittavat myös, että yksilön arvot muuttuvat paitsi ryhmäkäyttäytymisen normien, myös yksilön omien valintojen ja toimien johdosta. Näin ollen voidaan olettaa, että kiertotalouteen liittyvä ajattelutavan muutos on ainakin osittain johdettavissa ja ohjattavissa. Keinoista muuttaa ihmisten ajattelumalleja ja asenteita on tehty lukuisia tutkimuksia (Freedman & Fraser 1966, 196-202; Cialdini ym. 1975, 206-215). Ne osoittavat, että muuttamalla ihmisen kokemia arvostuksia, vastavuoroisuuden tasoa ja vaatimusta ja sitoutumisen tasoa, muutetaan asenteita. Asenteista suurin osa selittyy tuttuudella, jonka puute uusien ilmiöiden äärellä puolestaan on suurin syy muutosvastarintaan. Ja päinvastoin ajateltuna, organisatorinen muutoskyvykyys on sitä vahvempi, mitä vankemmin sen jäsenet tunnistavat muutoksen omassa arkielämässään, kykenevät omalla osallisuudellaan toimimaan sen mukaisesti ja näkevät toimiansa olevan osa laajempaa, yhteisön hyväksymää ja edistävää arvopohjaa.

Kyselyn lopuksi kohdejoukolta pyydettiin ehdotusta "kiertotalouslupaukseksi". Näiden ehdotusten toivottiin olevan sellaisia, mitä kaikkien Lapin ammattikorkeakouluun kuuluvien soisi noudattavan ja mitkä olisivat omiaan muuttamaan kiertotalouteen liittyviä asenteita. Ehdotuksia tuli runsaasti niin opiskelijoilta kuin henkilökunnaltakin. Kiertotalouden temaattisia kokonaisuuksia toivottiin vietävän yhä laajamittaisemmin opintoihin ja henkilökunnan työsuunnitelmiin. Opiskelijat toivoivat jatkossa kiertotalouteen liitettävien asiakokonaisuuksien käsittelevän aikaisempaa enemmän jokapäiväiseen arkeen liittyviä asioita.



Konkreettisia aloitteita nousi myös esiin; campuksille toivottiin lajittelupisteitä eri materiaaleille tai kertakäyttökahvikuppeja vaihdettavaksi posliinimukeihin. Lisäksi ehdotettiin yhteisen markkinapaikan perustamista henkilökunnan tai opiskelijoiden tarpeettomille tavaroille. Laajemmassa mittakaavassa kaikki edellä esitettyjen toiveiden kaltaiset aloitteet haastoivat oman organisaatiomme pohtimaan, miten voisimme lisätä yhteisillä toimilla tietoisuutta kiertotaloudesta ja siihen liitettävistä teemoista. Yhteisölliset konkreettiset teot, olipa kyse kahvikupeista tai tällainen kiertotaloutta käsittelevä artikkelikokoelma, ovat varmasti vaikuttavimpia keinoja asenteiden, tekojen ja viime kädessä kiertotaloustavoitteiden saavuttamiseksi.

*“Pienet teot –iso merkitys. Lupaus tehdä ainakin yksi hiilijalanjälkeä pienentävä teko vuonna 2019”<sup>1</sup>*

*“Juo välituntikahvi posliinimukista”<sup>2</sup>*

*“Tullaan töihin yhteisellä kyydillä, pyöräillen tai kävellen”<sup>3</sup>*

## YHTEENVETO

Kiertotalouden eri tieteenalat poikkileikkaava rooli on uudistanut merkittäväällä tavalla Lapin ammattikorkeakoulun toimijoiden arkea ja merkityksellisyyden tunnetta. Se on mahdollistanut yhteistyön tekemisen uudella tavalla ja muuttanut paitsi suhdetta työhön, myös vienyt arkiajattelua ekologisempaan suuntaan. Kiertotalouden sitoutuminen osaksi Lapin AMK:n toimintaa on tapahtunut verrattain lyhyessä ajassa. Merkittävään rooliin tässä voi nostaa toimintaan osallistuneet henkilöt ja heidän kykynsä maadoittaa teema osaksi toimijoiden omaa arvopohjaa ja arkea. Teema on herättänyt Lapin ammattikorkeakoulun sisällä laajalti kiinnostusta ja vaikka kyseessä on ollut merkittävä muutos organisaation painoaloissa, muutos on pääsääntöisesti otettu vastaan erittäin positiivisesti. Tämä kertoo toimijoilla olleen lähtökohtaisesti valmius uudistaa toimintatapojaan ekologisempaan suuntaan. Samaa seikkaa alleviivaa tämän artikkelin pohjaksi toteutettu kartoitus ja sen tulokset.

Yksilötasolla kiertotalouden teemojen liittäminen substanssiosaamiseen on tuonut uudenlaista näkökulmaa oman osaamisen hyödyntämiseen ja tarjonnut mahdollisuuden oppia uutta. Sama ilmiö on havaittavissa sekä opiskelijoiden että TKI-/opetus ja muussa tehtävässä toimivien henkilöiden suhtautumisessa kiertotalousteemaan.

Kiertotalouden arkisosiaalisen näkökulman esiin nostaminen tulee luomaan mielenkiintoisia mahdollisuuksia organisaatiomme johtamis- ja ohjausjärjestelmälle. Kiertotalous teemana kytkee yhteen aiemmin ehkä vieraalta tuntuneen strategisen painopisteen osaksi jokaisen arkivalintoja. Aika näyttää, miten kykenemme tätä hyödyntäen uudistamaan monialaisia opetus- ja kehittämisprojekteja, lisäämään motivaatiota ja mielekkyyttä työhön ja opiskeluun sekä muuttamaan toimijoiden arki-käyttäytymistä.

Lapin ammattikorkeakoulu on jo osoittanut kykenevänsä viemään toimintaansa Sitran kiertotalouden tiekartan osoittamalle tielle, mutta mahdollisuuksia vielä suurempaan loikkaan on olemassa. Osaaminen ja tahtotila ovat jo olemassa, ja sitä tukee

tässä kartoituksessa esiin tullut yhteinen, ekologinen arvopohja. Vahvistamalla kiertotaloutta strategisena valintana sekä uudistamalla rohkeasti toimintatapoja on Lapin ammattikorkeakoululla mahdollisuus tuottaa kiertotalousteemaan aivan uusia yhteisöllisiä ratkaisuja. Isotkin ongelmat ratkaistaan pieni askel kerrallaan ja tässä jos missä, jokaisella osallistujalla ja päätöksellä on merkitystä.

1. Sitaatit ovat TKI –toimijoiden antamien vastausten suoria lainauksia.
2. Sitaatit ovat insinööriopiskelijoiden antamien vastausten suoria lainauksia.
3. Sitaatit ovat opettajien tai muun henkilökunnan antamien vastausten suoria lainauksia.

Organisaation oppiminen perustuu toisaalta yksilöiden oppimiseen ja toisaalta yhteisölliseen oppimiseen. Oppivassa organisaatiossa yhteisöllinen, rekursiivinen ymmärrys muotoutuu kertautuvasti, edellispäivän totuuden päälle. Lapin AMKin Kemin kampuksen Compus- toimipisteen henkilöiden haastattelut osoittavat, että yksilön arvot muuttuvat paitsi ryhmäkäyttäytymisen normien, myös yksilön omien valintojen ja toimien johdosta. Näin ollen voidaan olettaa, että kiertotalouteen liittyvä ajattelutavan muutos on ainakin osittain johdettavissa ja ohjattavissa.

## KIRJALLISUUS

- Ashforth, B.E. 2008. 'Organizational' Behavior is Largely Tribal Behavior. Teoksesta: The Sage handbook of New Approaches in Management and Organization. Edited by Daves Barry and Hans Hansen, 538 – 539.
- Cialdini, R., Vincent, J., Lewis, S., Catalan, J., Wheeler, D., & Darby, B. 1975. Reciprocal Concessions Procedure for Inducing Compliance: The door-in the face Technique. *JSPS*, 31, 206-215.
- Eskola, A. 1971. Sosiaalipsykologia. Tammi.
- Freedman, J., & Fraser, S. 1966. Compliance Without Pressure: The foot-in-the-door technique, *JSPS*, 4, 196-202
- Godard, J-L., Huppert I., Dutronc, J., BayeEvery, N. 1980. Man For Himself. Elokuva.
- Helkama, K., Myllyniemi, R. & Liebkind, K. 1999. Johdatus sosiaalipsykologiaan. Edita.
- Häyry, H. & Häyry, M. 1997. Elämän ehdot: bioetiikan, vapauden ja vastuun filosofiaa. Jyväskylän yliopistopaino.
- Jacobs, E. & Roodt, G. 2008. Organizational culture of hospitals to predict turnover intentions of professional nurses. *Health SA Gesondheid* 2008, 13(1), 63 – 78.
- Lahti-Kotilainen, L. & Mankkinen, T. 1995. Työpaikan arvot ja ihmiskäsitykset tuloksen tekijöinä. Työministeriö 1995.
- Lefebvre, H. 1991. Critique of Everyday Life: Foundations for a sociology of the everyday. Verso publishing.
- Levonmäki, I. 1998. Arvojen moninaisuus tietoyhteiskunnassa. Helsinki. Sitra
- Milgram, S. 1974. Obedience to Authority. New York: Harper & Row. pp. xii, xiii.
- Ojanen, S. 2009. Ohjauksesta oivallukseen: Ohjausteorian käsittelyä (5. muuttam. p.). Helsinki. Palmenia.
- Rainio, K. & Helkama, K. 1974. Sosiaalipsykologian oppikirja. Werner Söderström.
- Sauvala, S. 1995. Fibonaccin ja Lucasin luvut. Matematiikan laitoksen pro gradu tutkielma. Helsingin Yliopisto.
- Schein, E. 1985. Organizational culture and leadership. Jossey-Bass Publishers. San Francisco.

# Loppusanat

# Kiertotalouden tulevaisuuden haasteet

## KIERTOTALOUDEN TIEKARTTA 2.0

Suomi lähti voimakkaasti edistämään kiertotalouden jalkauttamista osaksi yhteiskunnan ja sen yritysten toimintaa. Suomen itsenäisyyden juhlarahasto Sitra julkaisi jo vuonna 2016 kiertotalouden tiekartan, ensimmäisenä maailmassa, ohjaamaan muutosta kohti kiertotalouden mukaista toimintaa. Syksyllä 2018 julkaistiin kiertotalouden tiekartassa asetettujen tavoitteiden saavuttamisen tilannekatsaus ja luonnon tiekartan seuraavasta versiosta. Luonnos avattiin julkiselle kommentoinnille. Tavoitteena on julkaista Kiertotalouden tiekartta 2.0 keväällä 2019, joka sisältää uudet tavoitteet ja toimenpiteet kiertotalouden toteuttamiseksi hallinnollisella tasolla, yritysten toiminnassa, sekä kansalaiset osallistaen. Merkittävin ero versioiden välillä on yksilön vaikutusmahdollisuuksien korostaminen; muutoksen kokonaisvaltaiseen läpivientiin tarvitaan toki kaikkien osapuolien panostus mutta erityisesti kansalaiset halutaan aktiivisesti osallistumaan muutoksen tekemiseen. (Sitra 2016; Sitra 2018a & Sitra 2018b)

Kiertotalouden tiekartta 2.0 tulee sisältämään tavoitteet ja konkreettiset toimenpite-ehdotukset niin julkishallinnolle, yrityksille kuin kansalaisillekin kiertotalousajattelun edistämiseksi kaikilla yhteiskunnan osa-alueilla. Julkishallinnon vaikutusmahdollisuuksia ohjaavana toimielimenä ei voi kylliksi korostaa. Toisaalta arvopohjastaan tietoiset ja omilla valinnoillaan vaikuttavat kansalaiset, toimivatpa he sitten kuluttajan, työntekijän tai yrittäjän roolissa, muodostavat suuren vaikuttajajoukon. Tietoisuus eri tuotteiden, palveluiden valintapäätösten sekä arkitekojen ympäristövaikutuksista tulevat muokkaamaan yhteisöllistä toimintakulttuuria. Tämä sosiaalinen ulottuvuus liitettyinä kiertotalouteen on noussut esiin myös kansainvälisen tason keskustelussa. Kansainvälisen yhteistyön merkitys tulee myös kasvamaan lähitulevaisuudessa. Yksittäisten toimijoiden vaikutus jää aina kevyemmäksi kuin useamman toimijan ja isomman massan vaikutus. (Sitra 2018a & Sitra 2018b)

## TUTKIMUSNÄKÖKULMA

Kiertotalouden nousun myötä myös alan tutkimustyö on kasvamassa. Vuoden 2017 aikana julkaistiin Ecological Economics- ja Journal of Industrial Ecology- lehdissä kiertotalouden teoreettista perustaa ja käytännön toteutusta arvioivia kansainvälisiä julkaisuja. Koska kiertotalouden tieteellinen tausta on ekologisessa taloustieteessä ja teollisessa ekologiassa, näiden lehtien julkaisemat tutkimukset aloittivat kiertotalouden analyysit, joiden tuloksista voidaan muodostaa yleisiä näkemyksiä kiertotalouden mahdollisuuksista, rajoitteista ja tulevaisuuden haasteista. (Korhonen, Honkasalo & Seppälä 2018, 37-46; Bocken, Olivetti & Cullen 2018)

Termodynamiikan lainalaisuudet eli systeemeissä tapahtuva energian säilyminen ja entropian kasvu asettavat fysikaalisia reunaehtoja myös kiertotalouden mahdollisuuksiin. Kiertotalouden tavoittelemat kierrätys-, uudelleenkäyttö- ja muut toimet itsessään kuluttavat energiaa ja resursseja, eikä uusiutuvaa energiaa välttämättä riitä näihin toimiin. Kiertotalouden rooli kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä liittyy aina globaaliin järjestelmään, jossa päästöt syntyvät tavaroiden ja hyödykkeiden elinkaarien eri osissa ja eri puolilla maapalloa. Jos raaka-aineiden tuontia ja vientiä sekä näin aiheutettuja kasvihuonekaasupäästöjä ei tarkastella globaalisti, ollaan turvautunut osaoptimointeihin, jotka johtavat yleensä näennäisesti hyvään lopputulokseen parhaan mahdollisen asemesta. (Korhonen, Honkasalo & Seppälä 2018, 37-46; Bocken, Olivetti & Cullen 2018)

Tämä paikallisen ja globaalin tarkasteluotteen valintatilanne liittyy laajemminkin systeemianalyyttisiin rajausongelmiin, jotka ovat sekä spatiaalisia että myös ajallisesti määritettäviä. Monesti kiertotalouden esitetään tuovan paikallisia ja alueellisia vastauksia ja ratkaisuja globaaleihin ilmasto-, resurssienkäyttö- ja ympäristöongelmiin. Haasteena tässä on se, ettei energiaa ja päästöjä globaalisti tarkasteltuna hallitse mikään yksittäinen taho, jolla olisi päätösvaltaa. Virrat ylittävät erilaisia hallinnollisia, organisatorisia ja maantieteellisiä rajoja, eivätkä kansainväliset monenväliset sopimukset (ilmasto-, biodiversiteetti sekä muut sopimukset) pysty välttämättä tehokkaasti ja nopeasti näihin vaikuttamaan. (Korhonen, Honkasalo & Seppälä 2018, 37-46; Bocken, Olivetti & Cullen 2018)

Fysikaalisten lakien mukaan määräytyy myös se, että aiheutetut ympäristövaikutukset voivat olla joko lyhytaikaisia tai pitkävaikutteisia tai jotain siltä väliltä. Yleensäkin materiaalivirtojen sekä energian tuotannon ja käytön ekologiset vaikutukset ovat monimutkaisia ja ajassa muuttuvia, eikä useinkaan tiedetä niiden ekologisista vaikutuksista pitkällä aikajänteellä. Sama koskee ihmisten valmistamia erilaisia kemikaaleja ja muita materiaaleja, joista moni on osoittautunut myöhemmin ongelmallisiksi tai jopa vaarallisiksi terveydelle ja luonnolle. Yleensäkin jätteen ja sivutuotteen normeihin perustuvat määritelmät ovat osoittautuneet hankaliksi ja ajassa muuttuviksi, joka vaikeuttaa pitkäjänteistä (etukäteis)suunnittelua hallinnossa ja yritysmaailmassa. (Korhonen, Honkasalo & Seppälä 2018, 37-46; Bocken, Olivetti & Cullen 2018)

Taloustieteen näkökulmasta kiertotalouden sovellettavuutta rajoittaa muun muassa talouden kasvuun liittyvä rebound- efekti (vastapalloilmiö). Taloudellisen tehokkuuden kasvu jossain yrityksessä tai toimialalla lisää niiden kilpailukykyä, joka voi näkyä tuotteiden alentuneina hintoina. Tämä lisää kysyntää ja voi pahentaa alkuperäistä ongelmaa kiertotalouden näkökulmasta. Esimerkkinä vähäkulutuksiset henkilöautot, joilla onkin varaa ajella enemmän kuin aiemmalla autolla. (Korhonen, Honkasalo & Seppälä 2018, 37-46; Bocken, Olivetti & Cullen 2018)

Materiaalien kiertojen tulisi vähentää primäärimateriaalien käyttöä, mutta näin ei aina käy vaan kiertomateriaalit ”kasvattavat kulutuksen piirakkaa” neitseellisten materiaalien korvaamisen sijaan. Talousnäkökulmiin tulee sisällyttää myös tavoite kulutuksen absoluuttisesta vähentämisestä, koska kiertomateriaalit pystyvät täysimääräisesti korvaamaan primääriraaka-aineita vain silloin, kun maailmassa fyysisten resurssien käyttö ja kertyminen ovat tasapainossa. Tällaisesta tilanteesta ollaan kuitenkin hyvin kaukana erityisesti kehittyvissä talouksissa. (Korhonen, Honkasalo & Seppälä 2018, 37-46; Bocken, Olivetti & Cullen 2018)

Talouteen liittyy myös teknologioiden polkuriippuvuus, mikä tarkoittaa muutoksiin aikaansaamisen vaikeutta. Monesti ensimmäinen innovaatio jollain alalla saa hyvän markkina-aseman, jolloin parempien teknologioiden on hankala tunkeutua markkinoille. Energia-alalla tämä näkyy energiainvestointien kalleuden ja pitkäikäisyyden kautta, koska valittu teknologia saattaa olla käytössä jopa kymmeniä vuosia. Kiertotaloustuotteilla voi olla myös vaikeuksia tunkeutua markkinoille, kun ne kilpailevat materiaalien perinteisen kierrättämisen ja energiakäytön kanssa. Monesti organisaatioiden kulttuuri ja omaksutut toimintatavat voimistavat kuvatuista polkuriippuvuutta. (Korhonen, Honkasalo & Seppälä 2018, 37-46; Bocken, Olivetti & Cullen 2018)

Yritysmaailmassa keskeinen kiertotalouden organisoitumisen tapa on yritysten välinen yhteistyö sivuvirtojen ja energioiden hyödyntämisessä. Tämä voi toteutua kahden tai useamman yrityksen symbiooseissa tai laajemminkin yrityspuistoissa. Nämä ovat monesti syntyneet ilman etukäteissuunnittelua spontaanisti. Puistojen tietoinen luominen on hankalampaa, ja silloin olisi oltava toimijoille antaa kuva siitä, kuka puistoa johtaa, kuinka erilaiset vastuut, hyödyt ja riskit jaetaan, miten kokonaisbudjetointi tehdään ja kuka sen tekee, miten päätökset tehdään verkostossa ja kuka kaiken organisoii. Yritykset ovat voineet hankkia EMAS ja ISO 14 001 sertifiointeja, mutta verkostoissa, jossa on erilaisia yrityksiä, tilanne voi mutkistua. Taloustieteellinen näkökulma kiertotalouteen on vielä monella tapaa vajavainen, ja taloustarkastelut ovat usein jääneet vähemmälle teknisiin tarkasteluihin verrattuna. Talousanalyysit ja taloudelliset riskit on ulkoistettu yrityksille yleisen tiedon puutteen vuoksi.

## YRITYSNÄKÖKULMA

Lapin ammattikorkeakoulun, Kemin Digipolis Oy:n ja Kemin kaupungin yhteistyössä toteuttama ja Sitran tukema Kiertotalouskeskus toimii yhteydenottopisteenä alueen toimijoille kiertotalouteen liittyvissä haasteissa. Ammattikorkeakoulun TKI- ja ope- tushenkilöstö omaavat asiantuntemusta hyvin laaja-alaisesti ja tähän yhdistettynä

Digipoliksien yritys- ja klusteritoiminnan asiantuntemus muodostavat monialaisen kokonaisuuden. Lapissa kiertotalouden luomiin mahdollisuuksiin on herätty paitsi kuntien ja kaupunkien, mutta myös yrittäjien ja yritysten taholta. Yhteydenotot toiminnan kehittämiseen liittyen ovat lisääntyneet kiihtyvällä tahdilla ja eikä hidastumisen merkkejä ole havaittavissa. Yhteydenotot liittyvät pääsääntöisesti kahteen teemaan ja näissä voi havaita jakaumaa kuntien/kaupunkien sekä yritysten välillä. Yrityksillä ongelma tai kehitystoive liittyy sivuvirtojen hyödyntämiseen tai materiaalin/tuotteen uudelleenvalmistukseen, kun taas kunnat ja kaupungit visioivat oman tai alueellaan tapahtuvan toiminnan kehittämistä kiertotalouden periaatteita toteuttavaksi.

Osa hankkeista on jo onnistuneesti toteutettu kuten kevyenliikenteen väylän pilotointi osana CAIM – Circular Arctic Infrastructure Materials -hanketta (toteuttajina Kemin Digipolis Oy ja Lapin AMK). Pilotoinnissa toteutettiin kevyenliikenteen väylä, jonka rakennusmateriaaleina hyödynnettiin alueen teollisuudessa muodostuvia sivuvirtoja, kuten pohjatuhkaa, Fill-R-uusiomateriaalia ja OKTO-eristettä. Kaupunkien kehitysideat voivat liittyä tietyn alueen toteutuksessa kiertotalouden periaatteiden huomioon ottamisen. Esimerkiksi Tornion ja Rovaniemen kaupungit ovat käynnistäneet laajat suunnitelmat kiertotalousteemaisten alueiden toteuttamiseksi. Torniossa kehitetään keskustan tuntumaan sijoittuvalle alueelle kokonaisvaltaista kiertotaloustoteutusta, jossa yhdistetään kiertotalous muun muassa liiketoimintamahdollisuuksiin, ihmisten hyvinvoinnin ja viihtyvyyden lisäämiseen, alueen infran toteutukseen. Rovaniemellä painotus on keskittynyt jätehuollon ja energiantuotannon kehittämiseen kiertotalouden periaattein. Alakorkalon alueelle on lanseerattu syksyllä 2018 usean hehtaarin kokoinen kierrätyspuisto kiertotaloustoimintojen palvelualustaksi ja logistiikkakeskukseksi. Lisäksi suunnitteilla on eri tyyppisten teollisuuden ja maaseudun sivuvirtojen hyödynnykseen liittyviä hankkeita alueellisina, kotimaisina tai kansainvälisinä hankkeina.

## YHTEENVETO

Kiertotalouden politiikkatoimet koskevat yhä enemmän yksilöitä kuluttajina. Toisaalta teknistaloudellisen tutkimuksen näkökulmasta ne ongelmat, joihin kiertotaloudella haetaan ratkaisuja, ovat globaaleja ja osin jopa ilman minkäänlaista vastuuta. Yritysmaailma toimii linkkinä yksilöiden ja globaalien ilmiöiden ja haasteiden välissä. Kuluttajien rooli on suuri lähes kaiken tuotannon ja kulutuksen näkökulmasta. Tällä hetkellä roolit ovat erilaiset hyvinvointivaltioissa ja kehittyvissä talouksissa.



## KIRJALLISUUS

- Bocken, N., Olivetti, E., Cullen, J. 2018. Jos' e Potting, and Reid Lifset. Taking the Circularity to the Next Level. A Special Issue on the Circular Economy. Journal of Industrial Ecology Volume 21, Number 3 June 2017.
- Korhonen, J., Honkasalo, A., Seppälä, J. 2018. Circular Economy: The Concept and its Limitations. Ecological Economics 143. 37-46.
- Sitra 2016. Kierrolla kärkeen. Suomen tiekartta kiertotalouteen 2016 – 2025. Sitran selvityksiä 117. Hakupäivä 1.11.2018. <http://media.sitra.fi/2017/02/27175308/Selvityksia117-3.pdf>
- Sitra. 2018a. Luonnos: Kiertotalouden tilannekuva Suomessa 2018. Hakupäivä 7.11.2018 <https://d2htbfmhc6rwjj.cloudfront.net/attachments/2/9/5/d28ab44f141dfacfb79c-fa3e9a35a.pdf>
- Sitra. 2018b. Luonnos: Kiertotalouden tiekartta 2.0, Kiertotalouden tavoitteet ja toimenpiteet. Hakupäivä 7.11.2018. <https://d2htbfmhc6rwjj.cloudfront.net/attachments/f/7/6/2cb6dc97e49ba96b02af7b78ff50d.pdf>

## KIRJOITTAJAT

Ailinpieti Piia, Projekti-insinööri, Arktiset luonnonvarat ja talous,  
Uudistuva teollisuus, Lapin AMK

Hendriksson Katri, Projekti-insinööri, Arktiset luonnonvarat ja talous,  
Uudistuva teollisuus, Lapin AMK

Juntti Mirva, Palvelupäällikkö, Arktiset luonnonvarat ja talous,  
Kumppanuudet ja palvelut, Lapin AMK

Kantanen Mari-Selina, Lehtori, Arktiset luonnonvarat ja talous,  
Uudistuva teollisuus, Lapin AMK

Kauppi Timo, Yliopettaja, Arktiset luonnonvarat ja talous,  
Uudistuva teollisuus, Lapin AMK

Kotkansalo Arja, Projekti-insinööri, Arktiset luonnonvarat ja talous,  
Uudistuva teollisuus, Lapin AMK

Kämäräinen Pekka, Lehtori, Arktiset luonnonvarat ja talous,  
Älykäs rakennettu ympäristö, Lapin AMK

Muje Petri, Projektipäällikkö, Arktiset luonnonvarat ja talous,  
Tulevaisuuden biotalous, Lapin AMK

Parkkila Leena, Projekti-insinööri, Arktiset luonnonvarat ja talous,  
Uudistuva teollisuus, Lapin AMK

Puotinen Tiina, Yrityskehittäjä, Kemin Digipolis Oy

Ranta Aki, Projektisuunnittelija, Arktiset luonnonvarat ja talous,  
Tulevaisuuden biotalous, Lapin AMK

Rintala Mikko, Projektipäällikkö, Arktiset luonnonvarat ja talous,  
Uudistuva teollisuus, Lapin AMK

Rissanen Riitta, Rehtori ja Toimitusjohtaja, Lapin AMK

Ryynänen Kai, Osaamispäällikkö, Arktiset luonnonvarat ja talous,  
Älykäs rakennettu ympäristö, Lapin AMK

Saari Seppo, Erityisasiantuntija, Arktiset luonnonvarat ja talous, Lapin AMK

Sipola Jani, Projektipäällikkö, Arktiset luonnonvarat ja talous,  
Uudistuva teollisuus Lapin AMK

Sirkka Antti, Projektipäällikkö, Arktiset luonnonvarat ja talous,  
Älykäs rakennettu ympäristö, Lapin AMK

Snäkin Juha-Pekka, Erityisasiantuntija, Arktiset luonnonvarat ja talous,  
Uudistuva teollisuus, Lapin AMK

Toppila Rauno, Osaamispäällikkö, Arktiset luonnonvarat ja talous,  
Uudistuva teollisuus, Lapin AMK

Tyni Sanna, Erityisasiantuntija, Arktiset luonnonvarat ja talous,  
Uudistuva teollisuus, Lapin AMK

Vinblad Sanna, Projektipäällikkö, Arktiset luonnonvarat ja talous,  
Tulevaisuuden biotalous, Lapin AMK

Väisänen Anne-Mari, Osaamispäällikkö, Arktiset luonnonvarat ja talous,  
Tulevaisuuden biotalous, Lapin AMK

**Kiertotalous otettiin vuonna 2016** osaksi Lapin ammattikorkeakoulun strategiaa. Seuraavana vuonna Lapin liitto myönsi rahoituksen Lapin Ammattikorkeakoululle ja Kemin Digipolis Oy:lle hankkeeseen ”Lapin ammattikorkeakoulun kiertotalouteen liittyvän TKI-toiminnan suunnittelu ja kehittäminen.” Hankkeen tavoitteena on vahvistaa Lapin elinkeinoelämää parantamalla ammattikorkeakoulun bio- ja kiertotalouteen liittyvää TKI-toimintaa tavoitteena edesauttaa erityisesti uusien teollisen mittakaavan hankkeiden toteutumista Lapissa. Hankkeen aikana rakennetaan ammattikorkeakoululle selkeä toimintasuunnitelma bio- ja kiertotaloustoiminnan kehittämiseksi.

Käsillä oleva julkaisu on osa tämän kaksi ja puolivuotisen (2017 - 2019) hankkeen tuloksia ja kokoaa yhteen monipuolisesti Lapin AMKin kiertotalouteen liittyvää tutkimus- ja koulutustoimintaa. Kiertotalouteen eri tavoin liittyviä projekteja on ollut käynnissä Lapin ammattikorkeakoulussa jo ennen varsinaista kiertotalouden kehittämishanketta. Koulutukseen liittyvät kiertotaloushankkeet käynnistyivät vuosien 2017 ja 2018 aikana. Kaikkiaan kiertotaloutta sivuavia hankkeita on käynnissä useita kymmeniä.

Julkaisussa kuvataan eri tyyppisiä hankkeita, jotka liittyvät materiaali tehokkuuteen ja energiaan eri aloilla: prosessi- ja kaivosklusterissa, kunnossapidossa, yhdyskunnissa, rakentamisessa ja uusiutuvien luonnonvarojen hyödyntämisessä. Koulutukseen liittyvät kehityshankkeet kuvataan omassa luvussaan.

Tämä kiertotalouden artikkelikokoelma on toteutettu Lapin ammattikorkeakoulun kiertotalouteen liittyvän TKI –toiminnan suunnittelu ja kehittäminen –hankkeessa, joka toteutettiin 1.5.2017-31.7.2019. Hanketta rahoittamassa olivat Lapin liitto, Vipuvoimaa EU:lta sekä Euroopan aluekehitysrahasto. Rahoituksen osuus yhteensä oli 254 337€.

**DIGIPOLIS**



LAPIN LIITTO

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



**LAPIN AMK**

Lapland University of Applied Sciences

[www.lapinamk.fi](http://www.lapinamk.fi)

ISBN 978-952-316-288-4