

Pohjois-Karjalan materiaalivirrat ja resurssitehokkuus

**Pohjois-Karjalan materiaalivirrat ja resurssitehokkuus
– hankkeen loppuraportti**

**Susanna Sironen, Ilmo Mäenpää, Tanja Myllyviita,
Pekka Leskinen ja Jyri Seppälä**



Pohjois-Karjalan materiaalivirrat ja resurssitehokkuus

**Pohjois-Karjalan materiaalivirrat ja resurssitehokkuus
– hankkeen loppuraportti**

**Susanna Sironen, Ilmo Mäenpää, Tanja Myllyviita,
Pekka Leskinen ja Jyri Seppälä**



SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUKSEN RAPORTTEJA 30 | 2015

Suomen ympäristökeskus

Kulutuksen ja tuotannon keskus

Taitto: Susanna Sironen

Kannen kuva: Susanna Sironen; Luonto peittää tehokkaasti unohdetut energiapuukat

Julkaisu on saatavana vain internetistä: www.syke.fi/julkaisut | helda.helsinki.fi/syke

ISBN 978-952-11-4521-6 (PDF)

ISSN 1796-1726 (verkkojulk.)

ESIPUHE

Resurssitehokkuus on koko Euroopan kattava EU:n lippulaivanhanke ja yksi keskeinen osa EU:n Eurooppa 2020 -strategiaa, joten niin resurssitehokkuuden menetelmien kuin käytäntöjen kehittämisen on yleisesti suuri tarve. Resurssien kysyntä ja niistä käytävä kilpailu lisääntyvät jatkuvasti, ja resurssien käyttöön kohdistuvat paineet huonontavat entisestään ympäristön tilaa ja lisäävät sen haavoittuvuutta. Euroopan komission mukaan resurssitehokkuus on keino saavuttaa sama hyöty kuluttamalla vähemmän luonnonvaroja. Resurssitehokkuus mahdollistaa talouden, joka luo enemmän vähemmällä, tuottaen enemmän lisäarvoa vähemmällä resursseilla, käyttäen resursseja kestäväällä tavalla ja minimoimalla niiden vaikutuksia ympäristöön. Resurssitehokkuuden keinot ja toimenpiteet voidaan tiivistää kolmeen laajaan samanaikaiseen tavoitteeseen; vähennetään luonnonvarojen käyttöä, vähennetään muita ympäristövaikutuksia ja lisätään tuotteiden arvoa.

Valtakunnallisilla linjauksilla ja tietoaineistoilla on tärkeä sijansa resurssitehokkuudessa, mutta valtakunnan tasolla ei vielä päästä konkreettisiin toimenpiteisiin. Alueellisella tarkastelulla voidaan paikalliset ominaispiirteet ottaa paremmin huomioon. Ylemmän tason tavoitteiden käytännön toteuttamiseen tarvitaan paikallisia tavoitteita ja resurssien tehostamiskeinoja. Alueen päätöksentekoa ja poliittista ohjausta varten on tarve tuottaa tietoa, kehittää menetelmiä sekä indikaattoreita, joiden avulla kunta- ja maakuntatasolla pystytään todentamaan, miten aluetasolla edetään kohti resurssitehokkuutta. Materiaalivirtojen hallinta on keskeinen osa onnistunutta alueellisen resurssitehokkuuden strategiaa. Resurssitehokkuuden määrittely sisältäen maakunnan julkisyhteisöt, yksityisen sektorin, eri toimialat sekä kulutuksen antaa kattavaa tietoa koko maakunnasta ja edesauttaa seurantaa, arviointia ja päätöksentekoa kaikilla toimialoilla ja kulutuksessa.

Pohjois-Karjalan materiaalivirrat ja resurssitehokkuus (PKTEHO) -hankkeen tavoitteena oli soveltaa ja kehittää yleistä mallia alueellisten resurssivirtojen ja resurssitehokkuuden arvioimiseen. Alueellisen resurssitehokkuuden määrittely ja materiaalivirtojen kartoittaminen on välttämätön lähtökohta ennen kuin voidaan muodostaa käytännön toimenpiteitä ja resurssitehokkuutta palvelevia toimintoja. Hankkeessa tuotettiin Pohjois-Karjalalle oma alueellinen panos-tuotomalli muun muassa Tilastokeskuksen aluetilinpidon ja koko Suomen kattavan ympäristölaajennetun panos-tuotomallin avulla (ENVIMAT). Hankkeen keskeinen toimenpide oli tuottaa analyysi siitä, mitkä ovat resurssitehokkuuden kannalta haitallisimmat materiaalivirrat Pohjois-Karjalan maakunnan alueella sekä millaisia vaikutuksia niillä on talouteen, arvonlisäykseen ja työllisyyteen. Hankkeessa pyrittiin selvittämään, mitkä olisivat tehokkaimmat keinot haitallisten materiaalivirtojen vähentämiseen, korvaamiseen sekä resurssien käytön tehostamiseen aluetaloutta vahvistavalla tavalla. Hankkeen johtavana ajatuksena oli, että raaka-aineita vähentämällä, korvaamalla, kierrättämällä ja käyttöä tehostamalla voidaan pyrkiä minimoimaan taloudellisesta toiminnasta aiheutuvia haitallisia ympäristövaikutuksia samalla parantaen Pohjois-Karjalan ja sen talouden toimijoiden taloutta ja kilpailukykyä sekä maakunnan väestön hyvinvointia ja alueen veto-voimaisuutta.

Pohjois-Karjalan materiaalivirrat ja resurssitehokkuus-hanke on rahoitettu Euroopan aluekehitysrahaston (EAKR) varoin. Hankkeen kesto oli 9 kk. Hankkeen toteuttavava tahona toimi projektiryhmä koostuen Suomen Ympäristökeskuksen (SYKE) Helsingin ja Joensuun toimipaikkojen professoreista ja tutkijoista. Hankkeen tuloksena järjestettiin loppuseminaari alueen sidosryhmille sekä laadittiin loppuraportti Pohjois-Karjalan taloudesta, talouden toiminnan aiheuttamasta raaka-aineiden käytöstä, ympäristövaikutuksista, sosiaalis-kulttuurisista vaikutuksista sekä työn tuloksena syntyneistä resurssitehokkuuden indikaattoreista ja resurssitehokkuuden parantamiskeinoista.

Ohjausryhmätyöskentelyyn ovat virallisesti nimettyinä jäseninä osallistuneet Jarno Turunen (Pohjois-Karjalan maakuntaliitto), Sanna Kasurinen (Metsäkeskus), Timo Partanen (Fortum Power and Heat Oy), Anne Vänskä (Kauppakamari), Anu Puusa (Itä-Suomen yliopisto), Harri Välimäki (Joensuun Tie-depuisto) sekä Ritva Saarelainen (Pohjois-Karjalan ELY-keskus). Kiitämme heitä yhteistyöstä. Suomen ympäristökeskuksesta ohjausryhmässä olivat Susanna Sironen, Pekka Leskinen, Tiia Grönholm ja Tanja Myllyviita.

SISÄLLYS

1 Johdanto	6
1.1 Resurssitehokkuus	6
1.1.2. Resurssitehokkuuden käsitteitä.....	7
1.1.3. Resurssitehokkuuden mittaaminen	9
1.2 Hankkeen tausta ja tavoitteet.....	13
2 Menetelmät ja aineisto	15
2.1 Kansantalouden tilinpito, aluetilinpito ja panos-tuotosanalyysi.....	15
2.2 Materiaalivirta-analyysi.....	18
2.3 Käytetyt menetelmät ja aineistot	20
3 Pohjois-Karjalan talouden rakenne ja tuotos	23
3.1 Pohjois-Karjalan maakunta esimerkialueena.....	23
3.2 Pohjois-Karjalan talous	26
3.2.1 Talouden kokonaiskuva.....	26
3.2.2 Toimialakohtainen vertailu.....	29
4 Pohjois-Karjalan materiaalivirrat ja energianhuolto	34
4.1 Pohjois-Karjalan materiaalivirrat	34
4.1.1 Materiaalivirtojen kokonaiskuva	34
4.1.2 Toimialakohtainen vertailu.....	37
4.1.3 Julkinen kulutus.....	41
4.1.4 Yksityinen kulutus.....	43
4.2 Mineraalien ja malmien kaivuu	44
4.3 Energialähteet, polttoaineet ja energianhuolto	46
5 Pohjois-Karjalan ympäristökuormitus, liikenne ja maankäyttö	54
5.1 Kuormitus ilmaan	54
5.1.1 Kasvihuonekaasupäästöt.....	54
5.1.2 Muu kuormitus ilmaan	59
5.2 Kuormitus vesiin	63
5.3 Jätevirrat	68
5.4 Liikenne.....	74
5.5 Maankäyttö	77
5.5.1 Pohjois-Karjalan maankäyttö	77
5.5.2 Metsätalouden, maatalouden ja turvetuotannon maankäyttö	80
5.5.3 Luonnontilaisuuden väheneminen.....	80
5.5.4 Asutus.....	82
6 Pohjois-Karjalan sosiaalis-kulttuuriset vaikutukset	84
6.1 Työllisyystilanne ja huoltotase	84
6.2 Väestön taloudellinen hyvinvointi.....	87
6.3 Koulutus	88
6.4 Pohjois-Karjalan vetovoimaisuus	88
6.4.1 Muuttoliike	88
6.4.2. Matkailu.....	88
6.4.3 Kansallispuistot ja luontokohteet.....	90
6.4.5 Kulttuurin tarjonta	93
7 Pohjois-Karjalan resurssitehokkuus	96
7.1 Resurssitehokkuuden teemat ja indikaattorit.....	96
7.1.1 Kokonaisresurssitehokkuuden indikaattorit	96

7.1.2 Ympäristövaikutusten teemat ja indikaattorit.....	96
7.1.3 Taloudellisten vaikutusten teemat ja indikaattorit.....	97
7.1.4 Sosiaalis-kulttuuriset indikaattorit.....	97
7.2 Pohjois-Karjalan resurssitehokkuuden kokonaiskuva.....	97
7.3 Resurssitehokkuuden edistämiskeinot.....	101
7.3.1 Yleistä resurssien käytön tehostamiskeinoista	101
7.3.2 Energiantuotanto.....	105
7.3.3 Maatalous	106
7.3.4 Ruokatalous	107
7.3.5 Jätehuolto ja kierrätyst.....	108
7.3.6 Yhdyskuntarakenne ja maankäyttö.....	111
7.3.7 Kulutusyhteiskunnasta palveluyhteiskunnaksi.....	97
8 Resurssientehostamispolku ja tapaustutkimus.....	115
8.1 Resurssientehostamispolku.....	115
8.1.2 Resurssientehostamispolun askeleet.....	118
8.2.2 Resurssientehostamispolun tulokset.....	122
8.2 Tapaustutkimus energianhuollon toimialalta.....	132
8.2.1 Fortum Power and Heat Oy Joensuun voimalaitos	132
8.2.2 Joensuun voimalaitoksen resurssien tehostamiskeinot.....	136
8.2.3 Resurssientehostamiskeinojen näkyvyys energianhuollon toimialalla.....	139
9 Yhteenveto.....	144
LÄHTEET.....	151
KUVAILULEHTI	155
PRESENTATIONSBLAD	156
DOCUMENTATION PAGE	157

1 Johdanto

1.1 Resurssitehokkuus

Luonnonvarat ovat ihmiskunnan toimeentulon ja hyvinvoinnin elinehto, mutta niiden määrä on rajallinen. Luonnonvarojen liikkakäyttöä ei voida enää jatkaa viime vuosikymmenten tahtiin. Paineet monien resurssien käyttöön ovat kuitenkin kasvamassa, sillä maailman väestön odotetaan kasvaneen 30 % eli noin 9 miljardiin vuoteen 2050 mennessä nykyisen suuntauksen jatkuessa. Kasvava väestö ja intensiivinen resurssien käyttö asettaa paineita planeettaamme kohtaan, ja nykyisten käytäntöjen jatkaminen resurssien ja luonnonvarojen käytön suhteen ei voi olla vaihtoehto, vaan on pyrittävä kohti resurssitehokasta luonnonvarojen käyttöä (European Commission 2011a). Resurssien kysyntä ja niistä käytävä kilpailu lisääntyvät jatkuvasti, ja resurssihin kohdistuvat paineet huonontavat entisestään ympäristön tilaa ja lisäävät sen haavoittuvuutta (European Commission 2014).

Etenemissuunnitelma kohti resurssitehokasta Eurooppaa on keskeinen osa EU:n Eurooppa 2020-strategiaa, jolla pyritään luomaan kasvua ja työpaikkoja seuraavan kymmenen vuoden aikana (European Commission 2011a). Eurooppa 2020-strategian tarkoituksena on tukea talouskasvua, joka perustuu tietoon, innovaatioihin sekä on kestävä ja osallistavaa. Strategian seitsemän lippulaivahankkeen joukossa on eurooppalainen resurssitehokkuusaloite, jolla luodaan pitkän tähtäimen toimintakehys resurssitehokkuudelle. Etenemissuunnitelmassa on otettu huomioon vuonna 2005 annetun luonnonvarojen kestävä käyttöä koskevan teemakohtaisen strategian ja unionin kestävä kehityksen strategian avulla saavutettu edistyminen sekä luodaan puitteet tulevien toimien suunnittelua ja toteuttamista varten. Aloitteella on tarkoitus tukea ympäristöön, ilmastonmuutokseen, energiaan, liikenteeseen, teollisuuteen, maatalouteen, kalastukseen ja alueelliseen kehitykseen liittyviä poliittisia ohjelmia. Aloitteessa ehdotetaan keinoja resurssien tuottavuuden lisäämiseksi sekä talouskasvun irrottamiseksi luonnonvarojen käytöstä ja sen ympäristövaikutuksista. Tavoitteisiin kuuluvat investointi- ja innovointivarmuuden parantaminen ja kestävä talouskasvun tukeminen varmistamalla, että resurssitehokkuus otetaan huomioon johdonmukaisesti kaikilla politiikan aloilla. Resurssitehokkaan Euroopan tulee varmistaa toimitusvarmuus olennaisten luonnonvarojen tarjonnan suhteen ja auttaa ilmastonmuutoksen torjunnassa sekä saavuttamaan tavoitteen vähentää EU:n kasvihuonekaasupäästöjä tavoitteiden mukaisesti vuoteen 2050 mennessä. Saamalla eurooppalaiset yritykset ja kuluttajat suojelemaan arvokkaita ekologisia varoja autetaan myös varmistamaan tulevaisuuden elämänlaatu. Vähentämällä riippuvuutta tuonnista, Euroopan talous voi myös selviytyä paremmin mahdollisista nousevista energian ja raaka-aineiden hinnoista (European Commission 2011a).

Euroopan unionin komission laatiman resurssitehokkuuden tiekartan (Roadmap to Resource Efficient Europe) tavoite on lisätä luonnonvarojen käytön tehokkuutta sekä turvata niiden kestävyys. EU:n resurssitehokkuuden tiekartassa kuvataan keskeiset haasteet ja mahdollisuudet, ehdotetaan positiivisia pitkän aikavälin visioita ja tavoitteita sekä ensisijaisia toiminta-alueita resurssitehokkuuden parantamiselle. Näitä ovat horisontaaliset toimenpiteet, kuten innovaatiotoiminta, koulutus, kuluttajille suunnattu tiedottaminen, investoinnit, infrastruktuuri sekä aluesuunnittelu. Ensisijaisen tärkeiksi alakohtaisiksi toimiksi on määritelty ruoka ja ruokatalous, maatalous, metsätalous, vesi, meren luonnonvarat ja kalastus, ekosysteemit, fossiilisten polttoaineiden, metallien ja mineraalien käyttö sekä rakentaminen. Toimenpiteisiin pyritään muun muassa määrittelemällä indikaattorijoukko kuvaamaan tavoitteita ja seuraamaan kehitystä (Science Communication Unit 2013).

Resurssitehokkuus laajassa merkityksessään sisältää materiaalin ja energian käytön lisäksi ilman, veden, maan ja maaperän käytön. Yksinkertaisimmillaan resurssitehokkuus tarkoittaa, että pystytään tuottamaan enemmän lisäarvoa vähemmällä ja paremmilla materiaaleilla sekä tehostamaan niiden käyttöä ottaen huomioon materiaalien koko elinkaaren (European Commission 2011a). Älykkäämpi niukkojen resurssien käyttö tukee siirtymistä kohti tehokkaampaa ja vähähiilistä taloutta ja varmistaa taloudellisen ja ekologisen turvallisuuden. Talouden vakaus paranee, koska resurssitehokkuuden avulla voidaan vaikuttaa huoltovarmuuden ongelmiin ja kriittisten resurssien markkinahintojen heilahteluun. Resurssien tehokkaammalla käytöllä on myös taloudellista hyötyä; resurssitehokas yhteiskunta voi luoda työpaikkoja ja edistää talouden kasvua. Tekemällä enemmän vähemmällä panoksilla tuo mukanaan talou-

dellisiä mahdollisuuksia yrityksille ja työntekijöille. Teknologisten innovaatioiden kautta voidaan tuottaa uusia taloudellisia mahdollisuuksia, parantaa tuottavuutta, alentaa kustannuksia ja lisätä kilpailukykyä. Resurssitehokkuuden uskotaan parantavan työllisyyttä nopeasti kehittyvällä vihreän teknologian alalla ja luovan uusia vientimahdollisuuksia. Uudet liiketoimintamahdollisuudet synnyttävät kasvua ja uusia työpaikkoja. Erityisen suuret mahdollisuudet työllisyyden parantamiseen on rakennus- ja ympäristöalalla, ekosysteemi- ja resurssihallinnassa, uusiutuvassa energiassa, ekoteollisuudessa sekä kierrätysalalla (Kiertotalouden mahdollisuudet...2014). Venyttämällä paikallisten resurssien käyttöä voidaan tyydyttää enemmän tarpeita paikallisesti, oli kyseessä sitten Euroopan talousalue, valtakunnallinen tai alueellinen taso. Resurssitehokkuus auttaa säilyttämään paikallista yrityksiä, työpaikkoja ja pitää niin sanotusti rahan kiertossa omalla alueella (European Commission 2011a).

Eurooppa 2020-strategian resurssitehokkuuden keskiössä on myös Euroopan Komission ”Kohti kiertotaloutta: jätteetön Eurooppa”-ohjelma. Siirtyminen kohti kiertotaloutta on välttämätöntä, jotta voimme toteuttaa älykkäseen, kestäväan ja osallistavaan kasvuun tähtäävän Eurooppa 2020 -strategian yhteydessä esitetyn EU:n resurssitehokkuusohjelman. ”Kohti kiertotaloutta: jätteetön Eurooppa”-ohjelman tarkoituksena on luoda yhteinen ja johdonmukainen viitekehys EU:lle edistämään Euroopan siirtymistä kohti kiertotaloutta. Kiertotalouteen kuuluu muun muassa kierrätyksen edistäminen ja arvokkaiden materiaalien häviämisen estäminen, uusien työmahdollisuuksien ja talouskasvun luominen, uusien liiketoimintamallien, ekologisen suunnittelun ja teollisten symbioosien keinojen kehittäminen, jotta jätteetön yhteiskunta voidaan saavuttaa sekä samalla vähentää kasvihuonekaasupäästöjä ja ympäristövaikutuksia. Osana kiertotalouspakettia komissio hyväksyi myös lainsäädäntöehdotuksen tarkistaa kierrätystä ja muita jätteitä koskevia tavoitteita EU:ssa. Ehdotuksen tarkoituksena on esimerkiksi edistää yhdyskuntajätteen kierrätystä ja uudelleenkäyttöä niin, että se saadaan vähintään 70 prosenttiin vuoteen 2030 mennessä, lisätä pakkausjätteen kierrätystä ja uudelleenkäyttöä 80 prosenttiin vuoteen 2030 mennessä asettaen materiaali-kohtaisia tavoitteita vähitellen vuosien 2020 ja 2030 välillä, kieltää kierrätettävän muovin, metallin, lasin, paperin ja kartongin sekä biohajoavan jätteen sijoittaminen kaatopaikalle vuoteen 2025 mennessä, varmistaa vaarallisten jätteiden jäljitettävyyttä, lisätä kustannustehokkuutta laajennetulla tuottajan vastuulla sekä yksinkertaista raportointivelvoitteita ja keventää velvoitteita, jotka vaikuttavat pieniin ja keskisuuriin yrityksiin (European Commission 2014). Teollisen vallankumouksen jälkeen tuotetun jätteen määrä on jatkuvasti kasvanut. Yhteiskunnat ja talous ovat käyttäneet niin sanottua ”ota-valmista-kuluta-hävitä”-kasvumallia, jossa oletetaan, että resursseja on runsaasti saatavilla ja niiden hävittäminen on edullista. Avainasemassa tilanteen parantamiseksi on kiertotalous. Kiertotalouteen kuuluu nykyisten materiaalien ja tuotteiden uudelleenkäyttäminen, korjaus, kunnostaminen ja kierrätys. Ennen jätteeksi luokiteltu tuote on käännettävä resurssiksi ja kaikkia resursseja on käytettävä tehokkaammin koko niiden elinkaaren ajan. Jäsenmaissa tarvitaan kuitenkin vahvoja poliittisia signaaleja, jotta saavutetaan pitkän aikavälin ennustettavuus investoinneille ja muutoksille, jotta materiaalit, kuten muovi, lasi, metalli, paperi, puu, kumi ja muut kierrätettävät materiaalit saadaan uudestaan mukaan talouteen uusioraaka-aineina kilpailukykyisin hinnoin. Poliitikilla on merkitystä oikeiden signaalien lähettämisessä resurssitehokkuutta koskevista investoinneista, koska sillä voidaan poistaa ympäristön kannalta haitalliset tuet ja siirtää työhön kohdistuvaa verotusta pilaantumisen ja resurssien verotukseen. Jotta investointeja kiertotalouteen voidaan edistää, komissio aikoo laatia ohjeita mahdollisuuksista, joita uudet julkiset hankintoja koskevat direktiivit tarjoavat ympäristöä säästävien julkisten hankintojen alalla (European Commission 2014).

1.1.2. Resurssitehokkuuden käsitteitä

Euroopan komission resurssitehokkuuden tiekartan mukaan resurssitehokkuus on keino saavuttaa sama hyöty kuluttamalla vähemmän luonnonvaroja. Resurssitehokkuus mahdollistaa talouden, joka luo enemmän vähemmällä, tuottaen enemmän lisäarvoa vähemmällä resursseilla, käyttäen resursseja kestäväällä tavalla ja minimoimalla niiden vaikutuksia ympäristöön (European Commission 2011b). Yhdistyneiden kansakuntien ympäristöohjelman (UNEP) mukaan resurssitehokkuus on sen varmistamista, että luonnonvaroja tuotetaan, käsitellään, ja kulutetaan entistä kestävämmällä tavalla, vähentäen tuotteiden kulutuksen ja tuotannon aiheuttamia ympäristövaikutuksia niiden koko elinkaaren ajan. Tuottamalla enemmän hyvinvointia vähemmällä materiaalin kulutuksella, resurssitehokkuus lisää keinoja vastata ihmisten tarpeisiin kunnioittaen maapallon ekologista kantokykyä (UNEP 2012). Resurssitehokkuuden

käsitteelle ei ole vakiintunutta määritelmää, vaan painotukset eri asioiden suhteen vaihtelevat sen mukaan kuka termiä käyttää (Motiva 2012). Resurssitehokkuuden käsite on ympäristöpolitiikassa suhteellisen uusi, mutta se on sidoksissa yleiseen kestäväen kehityksen käsitteeseen. Kestävä kehitys on kuitenkin laajempi käsite, jossa talouden kehittämisen lisäksi halutaan suojella ympäristöä ja parantaa sosiaalisia kysymyksiä. Resurssitehokkuus on keskittynyt enemmän resurssien käyttöön ja miten ne edistävät hyvinvointiamme ja taloutta. Se käsittää ennemmin talouden luonnonvaroille luomia paineita, kuin luonnonympäristön tilaa, ellei luonnonympäristön tila vaikuta resurssien tarjontaan. Resurssitehokkuudella pyritään myös varautumaan riskeihin, jotka liittyvät resurssien niukkuuteen ja toimitusvarmuuteen (BIO Intelligence Service 2012).

Resurssitehokkuuden lisäksi puhutaan yleisesti myös resurssiviisaudesta. Resurssiviisaus on kykyä käyttää luonnonvaroja, raaka-aineita, energiaa, tuotteita ja palveluita, tiloja ja aikaa harkitusti, hyvinvointia sekä kestäväen kehitystä edistävällä tavalla. Resurssiviisauden voidaan myös katsoa olevan resurssitehokkuutta kokonaisvaltaisempi määritelmä, mikäli katsotaan vain absoluuttisesti resurssien kuluusta. Pelkkä resurssitehokkuuden lisääminen voi johtaa resurssien käytön osaoptimointiin. Resurssitehokkuudessa voidaan kuitenkin ottaa huomioon resurssien kuluttamista laajempia taloudellisia vaikutuksia, ympäristövaikutuksia sekä sosiaalisia vaikutuksia. Resurssien tehokasta tai viisasta käyttöä voidaan edistää kiertotalouden, materiaalien elinkaarihallinnan, energia- ja materiaalitehokkuuden ja uusiutuviin energiamuotoihin siirtymisen kautta (Motiva 2012). Ekotehokkuus on terminä ollut resurssitehokkuutta kauemmin käytössä. Ekotehokkuus on yksi keinoista, joilla pyritään kestäväen kehitykseen. Etuliite viittaa sekä taloudelliseen että ympäristölliseen suorituskykyyn. Ekotehokkuus siis liittyy toisiinsa taloudellisen hyvinvoinnin ja ympäristön laadun (Melanen ym. 2004). Ekotehokkuus on sellaisen hinnaltaan kilpailukykyisten tuotteiden tai palveluiden tuottamista, jotka tyydyttävät inhimillisiä tarpeita ja tuovat laatua elämään siten, että ekologinen kuormitus ja resurssi-intensiteetti asteittain vähenevät koko elinkaaren ajalta alle maapallon arvioidun kestävyvyn (esim. Motiva 2012).

Teollisuudessa resurssitehokkuus on usein määritelty toimintaketjujen osalta, jolloin on keskitytty arvioimaan yrityksen materiaalien, energian ja luonnonvarojen kulutus sekä jätteiden aiheuttamat vaikutukset. Joissakin tapauksissa huomioidaan vain ei-energiaperäisten materiaalien resurssitehokkuus. Tässä tapauksessa käytetään usein resurssitehokkuuden sijasta ilmaisua materiaalitehokkuus. Suurin osa yrityksistä mittaa heidän kuluttamiensa resurssien määrää, mutta ei niiden hyötysuhdetta resurssien kannalta (Rademaekers ym. 2011). Materiaalitehokkuus on yksi resurssitehokkuuden osa-alueista. Materiaalitehokkuus voidaan määritellä kilpailukykyisen tuotteen tuottamiseksi siten, että vähennetään materiaalipanoksia ja aiheutetaan vähemmän haitallisia ympäristövaikutuksia tuotteen elinkaaren aikana. Materiaalipanosten vähentämiseen päästään valitsemalla laadullisesti ja määrällisesti parempia materiaaleja. Pidentämällä materiaalien käyttöaikaa tai lisäämällä niiden käyttötehokkuutta päästään resurssitehokkuuden optimoimiseen materiaalien teknisessä kierrossa. Kulutuksesta poistuvia materiaaleja tulisi joko määrällisesti vähentää tai niiden tulisi olla laadultaan vähemmän haitallisia (Hinterberger 2000). Ilmastonmuutoksen hillintätoimenpiteiden onnistumisen kannalta ei ole yhdentekevää millaisia materiaaleja prosessoimme tulevaisuudessa. Ilmastonmuutoksen hillintätoimet eivät kuitenkaan saa johtaa siihen, että muut ympäristövaikutukset kehittyvät entistä huonompaan suuntaan. Myös energiategokkuus on osa resurssitehokkuutta. Energiategokkuusvaatimukset kiristyvät tulevaisuudessa edelleen. Tarkastelussa ovat erityisesti hiilidioksidipäästöt ja uusiutuvan energian käyttö. Energiaa käyttävistä tuotteista siirrytään energiankulutukseen vaikuttaviin tuotteisiin ja tuotteiden lisäksi vaatimukset viedään yhä pidemmälle myös teollisuudessa, rakentamisessa ja liikenteessä (Kapanen ja Rimppe 2011).

Resurssitehokkuuden parantaminen enemmän ja kestäväällä tavalla on mahdollista siirtymällä kohti kiertotaloutta. Kiertotalouden määritelmän mukaisesti tuotteiden lisäarvo säilytetään mahdollisimman pitkään sekä tuotetaan mahdollisimman vähän jätettä. Kiertotaloudessa resurssit säilytetään taloudessa silloinkin, kun tuote on saavuttanut elinkaarensa lopun, jotta ne voidaan käyttää yhä uudestaan tuottavalla tavalla, ja siten saavutetaan lisäarvoa. Siirtyminen kiertotalouteen edellyttää muutoksia koko arvoaketjussa aina tuotteen suunnittelusta uusiin liiketoiminta- ja markkinointimalleihin sekä uusista tavoista, joilla jäte muunnetaan resurssiksi. Tämä edellyttää uusia kulutuskäyttäytymisen malleja ja täyttä systeemistä muutosta sekä innovointia, joka liittyy paitsi teknologiaan myös organisaatioihin, yhteiskuntaan, rahoitukseen ja politiikkaan. Kiertotaloudessakaan ei päästä kokonaan eroon ensiomateriaaleista ja hävitettävistä jäännösjätteistä (European Commission 2014).

Resurssien käytön tehostamisessa voidaan erottaa talouskehityksen yleisiä tekijöitä, jotka erottavat talouskasvun eli talouden volyymin kasvun talouden fyysisestä kasvusta (Mäenpää ja Mänty 2004). Näitä ovat muun muassa tuotantorakenteen muutos palveluvaltaiseen tai korkean jalostusasteen tuotteiden tuotantoon. Tämä merkitsee arvonlisäyksen kasvua ilman vastaavaa fyysisten ainevirtojen kasvua. Tuotteiden jalostusasteen nosto eli tuotteiden laadullisten ominaisuuksien parantaminen ja laajentaminen, merkitsee useimmiten tuotteiden arvon kohoamista ilman vastaavaa fyysisten määrien kasvua. Jalostusasteen nosto ilmenee useimmiten myös niin, että arvonlisäyksen osuus tuotoksen arvosta nousee, jolloin samalla tuotoksen määrällä saavutetaan korkeampi arvonlisäys. Tuotantopanosten, kuten energian tai raaka-aineiden säästö merkitsee, että tuotoksen arvosta entistä pienempi osuus menee välituotekustannuksiin, jolloin samalla tuotoksella saavutetaan korkeampi arvonlisäys. Tuotantopanosten säästöllä on usein samalla myös suoria vaikutuksia ympäristökuormitukseen, kuten ilmapäästöjen ja jätteiden väheneminen (Mäenpää ja Mänty 2004).

Resurssien ja materiaalien kulutusta voidaan mitata ja arvioida eri tasoilta kuten Euroopan sisämarkkinoista, valtakunnalliselta tasolta, valtakunnan tasoa pienemmältä alueelliselta tasolta, kaupungeista, toimialoista, yksittäisistä yrityksistä sekä yksittäisistä tuotteista ja palveluista (TEM 2013). Eri toiminnan tasolla resurssi- ja materiaalitehokkuusajattelua voidaan soveltaa ja toteuttaa hieman eri tavoin. Resurssi- tai materiaalitehokkuuden edistämisen tarpeet, erityispiirteet ja taustatekijöiden painoarvot voivat olla erilaisia riippuen toiminnan tasosta. Näillä on vaikutusta siihen, millaisilla mittareilla resurssien tai materiaalien käyttöä tulisi arvioida. Käytettävien menetelmien ja mittareiden valinta on siten tasapainoilua niiden riittävän laajuuden, tarkkuuden ja soveltuvuuden välillä (Motiva 2012). Resurssitehokkuustoimien säätelyssä voidaan myös käyttää eri tasoja aina kovasta poliittisesta säätelystä pehmeään. Samoin resurssientehostamiskeinojen toteutustapa voi vaihdella rankaisemisesta tukemiseen. Voimakas ohjaus asettaa toimijoille suoria velvoitteita muun muassa kieltojen, vaatimusten ja rajoitusten muodossa. Se painottuu hallinnolliseen ohjaukseen, mutta sisältää myös taloudellisen ohjauksen keinoja (Kautto ym. 2006). Keskivahvassa ohjauksessa resurssi- tai materiaalitehokkuutta edistetään ottamalla käyttöön erilaisia taloudellisen ja hallinnollisen ohjauksen keinoja. Periaatteena on kannustavuus ja palkitsevuus eli tehokkuutta edistävää toimintaa helpotetaan taloudellisesti. Toimijoille voidaan myös asettaa jonkin verran hallinnollisia velvoitteita. Lievä ohjaus perustuu informaation jakamiseen, koulutukseen ja vapaaehtoiisiin sopimuksiin. Se ei aseta toimijoille suoria velvoitteita, mutta motivoi heitä resurssien ja materiaalien käytön edistämiseen (Kautto ym. 2006).

1.1.3. Resurssitehokkuuden mittaaminen

Indikaattoreiden tarkoitus on tuoda esille tärkeitä kysymyksiä, joihin halutaan kiinnittää huomiota. Yleisesti ottaen, se mikä tulee mitatuksi, tulee myös tehdyksi (BIO Intelligence Service 2012). Resurssitehokkuuden tavoitteiden saavuttamiseksi tarvitaan indikaattoreita kuvaamaan, mittaamaan ja seuraamaan asetettuja tavoitteita. Toistaiseksi resurssitehokkuuden mittaamiselle ei ole olemassa yleisesti hyväksytyjä yksityiskohtaisia ohjeita. Mittareiden ja indikaattoreiden kehitystyö käy kuitenkin vilkkaana. Usean vuoden ajan on keskusteltu erilaisista menetelmistä resurssitehokkuuden ja resurssien käytön vaikutusten mittaamiseksi. Euroopan komission, tutkimusta tekevien akateemisten ja muiden institutionaalisten elinten välillä on ajattelussa merkittävä kuilu. Tutkijoiden mukaan resurssien käyttöä tulisi mitata joukolla indikaattoreita, jotka mahdollistavat hienovaraisemman ja perusteellisemman resurssitehokkuuden politiikkojen vaikutusten arvioinnin (Beasley ym. 2014). Mittareiden kehittäminen on kuitenkin osoittautunut haasteelliseksi, sillä mittareiden tulisi olla samaan aikaan olennaisia resurssitehokkuuden edistämisen näkökulmasta, mutta myös kohtuullisen helposti mitattavia, ymmärrettäviä ja laajalti hyväksytyjä (Mattinen ym. 2014a).

Euroopan komissio määritteli perusteita hyvälle resurssitehokkuusindikaattorille valitessaan resurssitehokkuuden tiekartan johtavaa indikaattoria (European Commission 2011b). Hyvillä indikaattoreilla tulisi olla muun muassa seuraavia ominaisuuksia: poliittinen merkitys, kaikkien merkityksellisten luokkien ja resurssien kattavuus, johdonmukaisuus ja täydellisyys, vaihtoehtoisten menetelmien ja sivuvaikutusten läpinäkyvyys sekä indikaattoreiden soveltuvuus eri tasojen, kuten EU, kansallinen taso, toimialat, yritykset ja tuotteet, arviointiin. Indikaattoreiden pitäisi myös pohjautua aineistoihin, joista voidaan tarvittaessa yhdistää tai pilkkoa tietoa eri tasojen välillä (Science Communication Unit 2013). Indikaattorien tulisi tiivistää suuria määriä tietoa helposti ymmärrettävään muotoon. Indikaattoreiden tulisi en-

nen kaikkea tuottaa tietoa ilmiöstä, josta ollaan kiinnostuneita. Indikaattorien tulisi olla yksiselitteisiä, helposti tulkittavissa, tieteellisesti ja teoreettisesti kestäviä ja tarkkoja. Indikaattorit, jotka pohjautuvat virallisiin tilastoihin ovat yleensä tarkempia, johdonmukaisia ja vertailukelpoisia. Esimerkiksi bruttokansantuotteen vahvuus indikaattorina on, että se perustuu virallisesti saatavilla oleviin tietoihin, joita päivitetään säännöllisesti. Sen sijaan subjektiivisten hyvinvoinnin mittareiden heikkoutena on se, että subjektiiviset mielipiteet riippuvat usein kulttuurisista tekijöistä ja ovat siten vaikeita verrata eri alueiden, esimerkiksi EU:n jäsenvaltioiden, välillä. Indikaattorit ovat joka tapauksessa tärkeä väline osoittamaan niin edistymistä kuin sen puutetta kohti asetettuja tavoitteita, koska se mitä jää mittaamatta, jätetään usein huomiotta (Science Communication Unit 2013).

Resurssitehokkuuteen liittyen on tarpeen seurata resurssien käytön ja ympäristövaikutusten irtikytännön saavuttamista taloudellisesta kasvusta. Resurssien käyttöä mittaavien indikaattoreiden pitäisi antaa tietoja resurssien kokonaismäärästä, joita käytetään taloudessa. Resurssija on perinteisesti arvoitettu taloudellisen markkina-arvon mukaisesti, joka määräytyy kysynnän ja tarjonnan mukaan. Ekosysteemi-palvelujen arvolle ja resurssien käytön vaikutukselle ihmisten hyvinvointiin annetaan kuitenkin yhä enemmän arvoa. Näin ollen indikaattoreiden tulisi ottaa huomioon sekä ympäristö-, talous- että sosiaaliset näkökohdat. Indikaattoreiden sosiaalis-taloudelliset hyödyt eivät rajoitu ainoastaan resurssien markkina-arvoon, vaan luonnonvarojen resurssitehokkaaseen käyttöön kuuluu yleiseen hyvinvointiin ja elämänlaatuun liittyviä näkökohtia, joita ei mitata taloudessa (BIO Intelligence Service 2012). Resurssitehokkaan toimintatavan tarkoitus on edistää ihmisten hyvinvointia samalla, kun ympäristölle ja ihmisille haitallisia vaikutuksia vähennetään, siksi resurssien käyttöä mittaavien indikaattoreiden pitäisi mahdollistaa ympäristövaikutuksia sekä laajempia hyvinvointia määritteleviä sosiaalis-taloudellisia vaikutuksia kuvaavien indikaattoreiden yhdistämistä resurssien käyttöä mittaaviin indikaattoreihin. Sosiaalinen ja taloudellinen koheesio on yksi EU:n kaikenkattavista tavoitteista. Tarkoituksena on kaventaa alueiden ja sosiaalisten ryhmien välisiä eroja. Kauaskantoisia uudistuksia, jollaisia tarvitaan muun muassa ilmastonmuutoksen torjumiseen ja uusien kulutustapojen oppimiseen, voidaan lisäksi toteuttaa ainoastaan, jos maat, alueet ja taloudelliset ja sosiaaliset ryhmät kokevat jakavansa tasapuolisesti sekä niistä aiheutuvan taakan että saadut edut (Euroopan komissio 2009). Aina ei ole kuitenkaan mahdollista todella mitata sitä mistä ollaan kiinnostuneita. Muun muassa ekosysteemien vaurioitumista on vaikea mitata (BIO Intelligence Service 2012).

Resurssitehokkuus lasketaan yleensä luonnonvarojen tai resurssien käytön ja taloudellisen hyödyn suhteena. Resurssitehokkuuden kokonaisindikaattoreissa jokin luonnonvarojen käyttöä kuvaava materiaalityöntekijä on usein osoittajana ja bruttokansantuote (BKT) tai väentiheys nimittäjänä. Resurssituottavuus sitä vastoin kuvataan yleensä jakamalla bruttokansantuote jollakin materiaalityöntekijällä. Materiaalityöntekijäindikaattorit kertovat kuinka paljon luonnonvaroja käytetään esimerkiksi kansantalouksissa. Indikaattorit ovat joko tuotanto- tai kulutuslähtöisiä. Tuotantolähtöiset materiaalityöntekijäindikaattorit eivät sovellu alueiden vertailuun, koska alueiden elinkeinorakenteet poikkeavat toisistaan. Sen vuoksi on yhä enemmän siirrytty käyttämään kulutuslähtöisiä indikaattoreita, jotka paremmin kuvaavat kansalaisten todellista kulutusta. Ongelmana on, että niiden laskenta on paljon monimutkaisempaa kuin tuotantopohjaisten materiaalityöntekijäindikaattoreiden laskeminen (Mattinen ym. 2014a). Tuotantolähtöisiä materiaalityöntekijäindikaattoreita ovat luonnonvarojen kokonaiskäyttö (TMR, total material requirement), raaka-aineiden käyttö (RMI, raw material input) sekä suora materiaalien käyttö (DMI, direct material input). Kulutuslähtöisiä ovat vastaavasti luonnonvarojen kokonaiskulutus (TMC, total material consumption), raaka-aineiden kulutus (RMC, raw material consumption) sekä kotimainen materiaalien kulutus (DMC, domestic material consumption). Raaka-aineiden kulutus kertoo kuinka paljon kyseessä oleva talous on kuluttanut materiaaleja. Se lasketaan vähentämällä tuotantolähtöisestä raaka-aineiden käytöstä viennin raaka-ainekäyttöä. Tuotantolähtöinen raaka-aineiden käyttö sisältää sekä taloudessa käytetyn oman alueen luonnonvarojen käytön, että tuonin ja viennin käyttämät raaka-ainepanokset. Lisäksi raaka-aineiden käyttö huomioi sekä suorat materiaalityöntekijäpanokset että välilliset panokset (Mattinen ym. 2014a).

Jäsenvaltiot ja Euroopan parlamentti sopivat seitsemännessä ympäristöalan toimintaohjelmassa, että Euroopan unionin olisi vahvistettava indikaattorit ja tavoitteet resurssitehokkuudelle (European Commission 2014). Tarkoituksena on keskittyä ja antaa suunta yhdelle indikaattorille, joka saavuttaisi lyhyen aikavälin poliittisen hyväksynnän ja olisi sovellettavissa kaikissa jäsenvaltioissa (Beasley ym. 2014). Resurssituottavuuden indikaattorin tavoitteena on osoittaa aikaansaatu kasvu suhteellisesti pienem-

millä resursseilla. Tällä hetkellä EU:n resurssitehokkuuden tiekartassa on johtavana indikaattorina bruttokansantuotteen suhde kotimaisten raaka-aineiden kulutukseen (BKT/DMC), joka mittaa bruttokansantuotteen ja kotimaisen kulutuksen (DMC) suhdetta resurssituottavuutena (€/kg). Komission tavoitteena on kuitenkin pyrkiä sopimaan kaikkien jäsenvaltioiden kanssa yhdestä resurssitehokkuuden johtavasta indikaattorista, joka mittaisi bruttokansantuotteen (BKT) ja raaka-aineiden kulutuksen (RMC) suhdetta. Näin sekä materiaalien tuonti että vienti tulisivat huomioiduksi (Beasley ym. 2014). Kotimainen materiaalin kulutus (DMC) on tavoiteindikaattorina harhaanjohtava, sillä se suosii kotimaisten luonnonvarojen korvaamista puolijalosteiden tuonnilla eli luonnonvarojen ja perusteollisuuden ulkoistamista, vaikka resurssien käytön tehokkuus heikentyisi laajemmalla tasolla. Raaka-aineiden kulutus (RMC) on DMC-indikaattoria parempi, koska se huomioi myös materiaalien välillisen käytön ja mittaa näin paremmin luonnonvarojen globaaleja vaikutuksia sekä kotimaan kulutuksen vaikutuksia (TEM 2013).

Bruttokansantuote (BKT) on laajasti hyväksytty indikaattori, jonka avulla seurataan taloudellisen toiminnan vaihteluita lyhyellä tai keskipitkällä aikavälillä. Bruttokansantuotteen käyttöä hyvinvoinnin mittarina on kritisoitu laajasti ja monet kansalaiset ja päättäjät ovat toivoneet toista indeksiä sen tilalle. Bruttokansantuote indikaattorina ei huomioi esimerkiksi ympäristötuhoja tai ihmisten taloudellista eriarvoisuutta. Toisaalta BKT:n vahvuuksiin kuuluu sen vankka tilastopohja ja kansainvälinen vertailtavuus (Suomen virallinen tilasto 2013). Bruttokansantuotetta ei ole tarkoitettu pidemmän aikavälin taloudellisen ja sosiaalisen edistyksen puntariksi, eikä sen avulla pystytä suoraan kertomaan yhteiskunnan kyvystä ratkaista resurssien tehokkaan käytön tai sosiaalisen osallisuuden kaltaisia haasteita. Puutteistaan huolimatta BKT on edelleen paras yksittäinen mittari kertomaan markkinatalouden suorituskyvystä. BKT:n täydentämiseen tilastoilla, jotka kattavat muita ihmisten hyvinvointiin ratkaisevasti liittyviä taloudellisia, sosiaalisia ja ympäristöön liittyviä asioita, on tarvetta. BKT:n täydentämistä on pohdittu jo vuosien ajan sekä kansallisella että kansainvälisellä tasolla (Euroopan komissio 2009). Resurssituottavuuden kasvu mitattuna bruttokansantuotteen ja resurssien käytön suhteena ei välttämättä osoita resurssien käytön absoluuttista vähentämistä. Se voi tarkoittaa yksinkertaisesti sitä, että talous kasvaa nopeammin kuin luonnonvarojen käyttö tiettyä aikana. Yksi keskeisimmistä tavoitteista on, että ympäristön pilaantuminen ja luonnonvarojen käyttö on erotettava taloudesta. Tällä hetkellä ei ole olemassa mitään kattavaa ympäristöindikaattoria, jota voitaisiin käyttää päätöksenteon apuvälineenä BKT:n rinnalla. Yksi ainoa yhteinen ympäristöä koskeva mittari mahdollistaisi tasapainoisemman keskustelun yhteiskunnan tavoitteista ja edistymisestä. Parhaiten tähän tarkoitukseen soveltuvat tällä hetkellä ekologinen jalanjälki ja hiilijalanjälki (Euroopan komissio 2009).

Muun muassa Euroopan ympäristökeskus (EEA) on kehittälemässä indikaattoria, jonka mukaan eläin- ja kasvipalvelujen hyödyt lisätään bruttokansantuotteeseen mukaan. Näin bruttokansantuotteesta tulisi Inclusive Domestic Product (IDP), joka toimisi ihmisten hyvinvoinnin rahamääräisenä mittarina (Science Communication Unit 2012). IDP:ssä myös vapaasti käytettävät hyödyt lasketaan mukaan niiden fyysisten yksiköiden perusteella. Virkistyspalveluiden käytössä näitä voivat olla esimerkiksi henkilöiden määrä ja heidän käyttämänsä aika heidän suosimalla alueella. IDP:n avulla myös voidaan mitata, että ekosysteemin pilaantumisella on kielteisiä seurauksia palveluiden määrään ja ihmisten hyvinvointiin. Tämän jälkeen luonnon pääoman ylläpitämiseen ja palauttamiseen tarvittavat kustannukset (Full Cost of Commodities, FCC) on lisättävä bruttokansantuotteeseen tavaroiden ja palveluiden kokonaiskustannusmallissa (Full Cost of Goods and Services, FCGS). Kestävän kehityksen kuilua (Sustainable Development Gap) voidaan mitata esimerkiksi IDP:n ja FCC:n suhteella $SDG = IDP/FCC$. Mikäli SDG on alle 1, nykyisen hyvinvoinnin kustannukset eivät tule katetuksi, joten ylikulutamme resursseja. Euroopan Ympäristökeskuksen EEA:n mukaan IDP ja FCGS ovat yksinkertaisia indikaattoreita kestäväälle kehitykselle. Ehdotettu hienosäätö ei tuota haittaa bruttokansantuotteelle ja on suhteellisen neutraali, mikä voi auttaa sen yleistä hyväksyntää (Science Communication Unit 2012).

EU:n ja sen eri jäsenmaiden resurssitehokkuutta mittaavassa tulostaulussa (Resource efficiency scoreboard) esitetään indikaattoreita, jotka kattavat kohti resurssitehokasta Eurooppaa etenemissuunnitelman teemoja ja alateemoja. Tulostaulun avulla pyritään valvomaan etenemissuunnitelman täytäntönpäytäntöä, kommunikoidaan resurssien ja talouden välisistä yhteyksistä, sitouttaa eri sidosryhmiä sekä tiedottaa tuloksista EU:n kansalaisille ja sidosryhmille. Suurin haaste kohti resurssitehokasta Eurooppaa on ollut hyvien indikaattoreiden tunnistaminen ja löytäminen, joilla mitata edistymistä kohti resurssitehokasta ja vähähiilistä taloutta. Indikaattoreiksi valittiin tarpeeksi vakaita, helposti ymmärrettäviä ja joita voidaan yhdistää tai käyttää yhdessä kuvaamaan resurssitehokkuuden edistymistä Euroopassa.

EU:n resurssitehokkuuden tiekartassa indikaattorit on jaettu kolmeen ryhmään; johtavaan resurssituottavuuden indikaattoriin, niin sanottuihin kojelautaindikaattoreihin sekä teemakohtaisiin indikaattoreihin. Johtavana indikaattorina EU:n tiekartassa on resurssien tuottavuus (€/kg), jota mitataan bruttokansantuotteen ja kotimaisen kulutuksen välisenä suhteena. Johtoindikaattoria täydentämään valittiin joukko makrotason kulutuksen ja tuotannon indikaattoreita, jotka ovat helposti ymmärrettävissä, mitattavissa ja seurattavissa. Makrotason indikaattorit keskittyvät selkeästi tärkeimpien materiaalien varastoihin ja virtoihin, kuten hiili, vesi ja maankäyttö. Teemaindikaattorit seuraavat ennen kaikkea poliittisten toimien tehokkuutta. Teemaindikaattoreihin kuuluvat niin talouden muuttamista kuvaavat indikaattorit kuin ympäristövaikutusten indikaattorit. Talouden muuttamiseen kuuluvia teemoja ovat jätteestä resurssiksi, tutkimuksen ja innovaatioiden tukeminen sekä oikeiden hintojen asettaminen muun muassa ympäristöverojen avulla. Luonto ja ekosysteemit mittaavat biodiversiteettiä, puhtaan ilman turvaamista sekä vaikutuksia maaperään (European Commission 2011b).

Euroopan komissio on tehnyt selväksi Eurooppa 2020-strategian suunnan, jota kohti EU:n tulisi liikkua. Indikaattorit ja tavoitteet ovat tärkeitä työkaluja ohjaamaan, koordinoimaan ja edistämään kehitystä oikeaan suuntaan. Vaikka tutkimukset ovat osoittaneet, että monia käytettävissä olevia indikaattorit pitää parantaa tai kehittää edelleen, tämän ei pitäisi estää komission työn jatkamista kohti luonnonvarojen käytön ja resurssitehokkuuden tavoitteita. Täydellisten indikaattoreiden odottelemiseen ei ole aikaa. Monia ehdotetuista indikaattoreista voidaan jo hyväksytysti käyttää resurssien kehittämiseen, vaikka ne sisältävätkin heikkouksia. Indikaattoreiden heikkouksia tulisi tukea muilla indikaattoreilla sekä asiantuntijoiden lausunnoilla (BIO Intelligence Service 2012).

Euroopan Ympäristökeskus (EEA) on laatinut yli 200 ympäristöindikaattoria, joista monet kuvaavat joko suoraan tai välillisesti myös resurssitehokkuutta. EEA määrittelee keskeisimmät haasteet koskien luonnonvarojen käytön tehostamista varmistaen samalla ekosysteemien kestävyys. EEA esittelee joukon ympäristöindikaattoreita, joiden avulla päättäjät ja yleisö voisivat arvioida, miten Eurooppa on selviytynyt edellä mainitusta haasteesta. EEA:n indikaattorit perustuvat viiteen eri ryhmään. Ryhmiä ovat kuvaavat indikaattorit eli "Mitä tapahtuu?", suoritusten indikaattorit "Onko sillä väliä?" tai "Olemmeko päässeet tavoitteeseen?", tehokkuusindikaattorit eli "Olemmeko parantaneet?", politiikan tehokkuuden indikaattorit "Ovatko toimenpiteet toimineet?" sekä yleistä hyvinvointia koskevat indikaattorit: "Olemmeko kokonaisuutena parempia?". Suurin osa indikaattoreista on kuvaavia indikaattoreita, joita on jopa 175 (BIO Intelligence Service 2012). Euroopan komission yhteinen tutkimuskeskus JRC (The Joint Research Centre) on tutkinut käytettävissä olevia lähestymistapoja, ja muodostanut elinkaariarviointiin perustuvia indikaattoreita. Tärkein painopiste on EU:n yleinen ekotehokkuusindikaattori, jonka avulla ympäristövaikutukset irrotetaan taloudellisesta kasvusta. Niin sanotut tuotekori-indikaattorit seuraavat kulutuksen vaikutusta ympäristöön ottaen huomioon myös tuontituotteisiin liittyvät vaikutukset. Muun muassa ravinto, liikkuvuus, kulutustavarat ja -palvelut kuuluvat asioihin, joiden kulutusta seurataan. Tämän lisäksi JRC seuraa jätehuoltoon liittyviä indikaattoreita, joiden avulla voidaan arvioida ympäristön kannalta tärkeitä jätevirtoja. Jätehuollon indikaattorit osoittavat mahdollisia vaikutuksia ja hyötyjä liittyen koko jätehuollon ketjuun, sisältäen jätteiden keräämisen, kuljetuksen ja käsittelyn. Suurimmat haasteet ovat edelleen sekä tilastollisten tietojen että ja elinkaaritietojen puute ja epä johdonmukaisuus (BIO Intelligence Service 2012).

Suomessa viimeisimpiin resurssitehokkuuden tai resurssiviisauden mittaamiseen liittyviin hankkeisiin kuuluu Sitran Jyväskylän resurssiviisaus –hanke (Sitra 2014, Mattinen ym. 2014a). Hankkeessa resurssiviisauden mittaamiseen käytettiin neljää pääindikaattoria, jotka Sitra oli valinnut yhteistyössä Suomen ympäristökeskuksen sekä Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksen kanssa. Mittarien avulla pyritään toteuttamaan resurssiviisauden periaatteita, joiden mukaan resurssiviisas kaupunki ei tuota ilmasto-päästöjä, ei tuota jätettä ja ei ylikuluta vaan kaupungissa eletään maapallon kantokykyyn sopeutuvaa elämää. Näiden periaatteiden avulla luodaan perusteet ekologisesti, taloudellisesti ja sosiaalisesti kestäväälle hyvinvoinnille. Ensimmäisenä indikaattorina olivat kasvihuonekaasupäästöt asukasta kohden, joka kuvaa kaupungin kehitystä kohti hiilineutraaliutta. Resurssiviisaassa kaupungissa tavoitteena on minimoida ilmasto- eli kasvihuonekaasupäästöt. Indikaattori seuraa energiantuotannosta ja kulutuksesta, teollisuusprosesseista, maataloudesta ja jätehuollosta syntyviä kasvihuonekaasupäästöjä. Energiatehokkuuden kehityksen seuranta tukee ilmastopäästöjen seurantaa. Samalla kun energian tuotannossa siirrytään uusiutuvien energian lähteiden käyttöön, energiategokkuutta tulee lisätä. Toisena indikaattorina käytettiin materiaalihäviötä tonneissa mitattuna. Resurssiviisaassa kaupungissa tavoitteena on minimoi-

da kaatopaikalle, polttoon ja vientiin menevän jätteen määrä. Materiaalihäviöt-indikaattori kuvaa, miten hyvin materiaalit pysyvät kiertossa. Indikaattorissa otetaan huomioon sekä yhdyskuntajäte että teollisuuden jätevirrat. Kolmantena indikaattorina käytettiin ekologista jalanjälkeä asukasta kohden, sillä resurssiviisaassa kaupungissa tavoitteena on elää maapallon kantokyvyn puitteissa. Ekologinen jalanjälki kuvaa karkeasti sitä, kuinka suuri maa- ja vesialue tarvitaan kaupungeissa kulutetun ravinnon, materiaalien ja energian tuottamiseen sekä syntyneiden jätteiden käsittelyyn ja hiilidioksidipäästöjen sitomiseen. Vertaamalla ekologista jalanjälkeä käytettävissä olevaan tuottavaan maapinta-alaan, saadaan käsitys siitä, eletäänkö alueella maapallon kantokyvyn rajoissa. Huomioitavaa on, että ekologinen jalanjälki ei kuvaa uusiutumattomien luonnonvarojen ehtymistä ja veden saatavuutta. Biokapasiteettia seuraamalla saadaan käsitys, siitä kuinka hyvin luonnon tuottokyky säilyy alueella. Paikallisen biokapasiteetin seuranta tuo tietoa kaupungin maa- ja metsävarojen kehittymisestä. Paikallinen biokapasiteetti ei kuitenkaan kuulu resurssiviisauden indikaattoreihin. Neljäntenä indikaattorina oli koettu hyvinvointi eli elämänlaatunsa hyväksi tuntevien asukkaiden osuus. Resurssiviisaassa kaupungissa tavoitteena on mahdollistaa kaupunkilaisten taloudellisesti, ekologisesti ja sosiaalisesti kestävä hyvinvointi. Hyvinvoinnin kehitystä seurataan elämänlaatunsa keskimäärin hyväksi tuntevien osuus-indikaattorilla. Indikaattori on Maailman terveysjärjestön WHO:n kehittämä ja perustuu kysymyksille, jotka mittaavat vastaajan elämänlaatua neljältä kannalta: psyykinen, taloudellinen, fyysinen, sosiaalinen ja ympäristö. Kyselytutkimuksessa selvitetään muun muassa millainen on vastaajan elämänlaatu, miten tyytyväinen vastaaja on terveyteensä, ihmissuhteisiinsa, asuinalueensa olosuhteisiin ja taloudelliseen tilanteeseensa. Näiden neljän indikaattorin ja niitä tukevien seurantaindikaattoreiden lisäksi on luonnollisesti tärkeää seurata talous- ja työllisyysmittareita osana resurssiviisauden indikaattoreita. Tarvittaessa kaupungin materiaalihokkuudesta saadaan kokonaisvaltaisempi kuva, kun materiaalihäviöiden laskenta laajennetaan materiaalitaseeksi. Materiaalitaselaskennassa Suomen ympäristökeskus suosittelee raaka-aineiden kulutuksen (RMC) käyttöä materiaalivirtaindikaattorina. RMC kertoo, kuinka paljon talous on kuluttanut materiaaleja. Indikaattori soveltuu hyvin seurantaindikaattoriksi, mutta monimutkainen laskenta panos-tuotosanalyysiineen rajoittaa sen käyttöä. Indikaattori ei sovellu pienten talousalueiden laskentaan, koska tietoja pienen alueen sisään ja ulosmenevistä virroista ei ole toistaiseksi saatavilla. Raaka-aineiden kulutus ei kuitenkaan kuulu tällä hetkellä Jyväskylän resurssiviisauden indikaattoreihin (Sitra 2014).

1.2 Hankkeen tausta ja tavoitteet

Suomen talouden käyttämiä ulkomaisia materiaalivirtoja ja kotimaista luonnonvarojen ottoa on laskettu Eurostatin esittämien laskentaperiaatteiden mukaan jo useamman vuosikymmenen ajan (Mäenpää ym. 2000, Koskela ym. 2013, Eurostat 2012). Nämä laskelmat on tehty käyttämällä hyväksi kansallista panos-tuotosanalyysiä. Tulokset osoittavat, että luonnonvarojen käyttö ei ole vähentynyt, mutta materiaali-intensiteettiä on saatu laskemaan. Suomen kansantalous näyttäytyy kuitenkin kansainvälisissä vertailuissa runsaasti luonnonvaroja käyttävänä maana (Mäenpää ym. 2000, Seppälä ym. 2009). Tähän on osittain syynä elinkeinorakenteemme, jossa energia- ja materiaali-intensiivinen vientiteollisuutemme ovat suuressa roolissa. Lisäksi alhainen väestötiheys ja kylmä ilmasto lisäävät energia- että materiaali-intensiivisyyttä. Suomessa väestön perustarpeiden tyydyttämiseen eli ravintoon, asumiseen ja liikkumiseen tarvitaan suurempia energia- ja ainevirtoja kuin esimerkiksi Keski-Euroopassa (Seppälä ym. 2009). Suomen ja sen maakuntien kestävä kehityksen kannalta olisi tärkeää tunnistaa ne ulkomailta ja kotimaasta lähtöisin olevat materiaalivirrat, jotka rasittavat ympäristöä eniten tai ylittävät luonnon kantokyvyn. Toimenpiteet tulisi kohdentaa ensisijaisesti tällaisten materiaalivirtojen ympäristövaikutusten vähentämiseen ja näiden materiaalien innovatiivisempaan hyödyntämiseen tai korvaamiseen. Strategisesti olisi tärkeää, että Suomen resurssitehokkuuden toimintamallissa keskityttäisiin nimenomaan haitallisten resurssivirtojen minimointiin, koska Suomen absoluuttisia materiaalivirtoja on vaikea kääntää massamääräisesti laskuun edellä esitettyjen kehitystrendien takia. Suomeen tuodaan ulkomailta huomattava määrä materiaaleja, etenkin mineraaleja ja fossiilisia polttoaineita. Kotimaisista luonnonvaroista eniten käytetään maa-aineksia rakentamiseen ja puuta puunjalostusteollisuuden käyttöön.

Resurssitehokkuudessa valtakunnallisilla linjauksilla ja tietoa-aineistoilla on tärkeä sijansa. Yleisellä tasolla on hyvä noudattaa valtakunnallisia tavoitteita, mutta ylemmän tason tavoitteiden saavuttamiseksi, resurssitehokkuuden jalkauttamiseksi ja muuttamiseksi konkreettisiksi toimenpiteiksi tarvitaan pai-

kallista tai alueellista tavoitteenasettelua. Alueellisella tarkastelulla voidaan paikalliset ominaispiirteet ottaa paremmin huomioon. Lisäksi paikallisten erityispiirteiden huomioiminen on käytännössä mahdollista ainoastaan alueellisia tavoitteita asetettaessa (Mattinen ym. 2014). Tilastokeskus on laatinut alueellisia panos-tuotostaulukoita, mutta uusimmat niistä ovat vuodelta 2002. Tuotanto ja kulutus ovat yhteydessä toisiinsa, mutta alueelliset erot voivat olla suuria riippuen alueen tuotantorakenteesta. Resurssitehokkuuden edistämiseksi onkin syytä erotella kulutus- ja tuotantolähtöiset sekä investointeihin liittyvät resurssivirrat. Tuotantolaitosten suuret tuotantomäärät tarvitsevat usein suuria määriä raaka-ainevirtoja, ja niiden resurssitehokkuutta on syytä arvioida sen perusteella, kuinka niiden resurssitarpeet tuotettua tuotetta kohti asettuvat suhteessa kyseessä olevan tuotantoalan keskiarvoon. Kulutusperusteiset ainevirtatulokset paljastavat sen resurssitehokkuuden alueen, johon esimerkiksi maakunnan asukkaat voivat vaikuttaa omilla kulutustottumuksillaan ja -valinnoillaan. Resurssitehokkaaseen kulutukseen pääseminen vaatii erilaisia keinoja kuin suuria materiaalivirtoja käyttävä teollisuus.

Hankkeen tavoitteena oli kuvata Pohjois-Karjalan maakunnan tuotantorakennetta ja materiaalivirtoja. Hankkeessa selvitettiin ensin kokonaisuudessaan Pohjois-Karjalan maakunnan talouden tuotantorakenne ja tuotevirrat. Pohjois-Karjalan materiaalitase muodostuu alueen omien luonnonvarojen käytöstä sekä maakunnan tuonnin ja viennin tuotevirtojen sisältämistä materiaalipanoksista. Hankkeessa tuotettiin Pohjois-Karjalan oma kasvihuonekaasupäästöjen osalta ympäristölaajennettu panos-tuotostallin malli; ENVIMAT-maakunta. Sen perustana käytettiin Tilastokeskuksen aluetilinpitoa ja resurssi- ja ympäristövaikutustietoja, jotka saatiin koko Suomen ympäristölaajennetusta panos-tuotostallin mallista (ENVIMAT) (Seppälä ym., 2009). Näitä täydennettiin ja tarkennettiin useiden eri lähteiden avulla. ENVIMAT-mallissa olevat panos-tuotostaulukot kuvaavat kansantalouden tuotevirtojen kokonaisuuden. Monetaariset panos-tuotostaulukot mittaavat tuotevirtoja rahayksikössä ja fyysiset panos-tuotostaulukot mittaavat tuotevirtoja massayksikössä. Panos-tuotostallin mallin ja materiaalivirta-analyysin avulla pyrittiin tunnistamaan resurssitehokkuuden kannalta haitallisimmat toimialat ja materiaalivirrat Pohjois-Karjalassa. Hankkeen tarkoituksena oli tuottaa kokonaiskuva Pohjois-Karjalan resurssitehokkuuspotentiaalista sekä kartoittaa millä toimialoilla oli parantamisen varaa resurssien käytössä. Yksi hankkeen tavoitteista oli pyrkiä kartoittamaan julkisen kulutuksen materiaalivirtoja, joihin julkinen sektori pystyisi päätöksillään vaikuttamaan. Hankkeen avulla pyrittiin edistämään luonnonvarojen kestävä käyttöä, lisäämään toimialojen tuotosta ja tuotteiden arvoa sekä vahvistamaan alueen kilpailukykyä Pohjois-Karjalassa. Lisäksi hankkeessa arvioitiin millä mittareilla resurssitehokkuutta voisi Pohjois-Karjalan maakunnassa mitata, kun huomioidaan sekä talous- ja ympäristönäkökulma sekä sosiaaliskulttuuriset vaikutukset, jotka vaikuttavat sekä maakunnan ihmisten hyvinvointiin että maakunnan vetovoimaan. Materiaalivirta-analyysien, ENVIMAT-maakunta-laskelmien, ympäristökuormituksen selvittämisen sekä ja resurssitehokkuuden indikaattoreiden kehittämisen lisäksi hankkeessa pohdittiin keinoja Pohjois-Karjalan ja sen toimijoiden resurssien käytön tehostamiseen, niiden aiheuttamien haitallisten vaikutusten vähentämiseen sekä myös tehostamiseen liittyviä hyötynäkökohtia.

2 Menetelmät ja aineisto

2.1 Kansantalouden tilinpito, aluetilinpito ja panos-tuotosanalyysi

Kansantalouden tilinpito on laaja, tilastoihin perustuva kokonaisjärjestelmä, jolla kuvataan kansantalouden toimintaa. Kansantalouden tilinpidon tarkoituksena on tuottaa taloustoimiin ja niiden luokituksiin perustuva systemaattinen kuva kansantalouden rakenteesta ja sen muutoksista. Kansantalouden tilinpidossa kuvataan kaikkien kansantaloudessa toimivien yksiköiden taloudellista eli rahassa mitattavaa toimintaa. Suomen kansantalouden tilinpidossa esitetään Suomen kansantalouden tilaa ja kehitystä kuvaavat keskeiset tunnusluvut, bruttokansantuote ja bruttokansantulo sekä näiden komponentit. Kansantalouden tuotantoa, tuloja, tulojen käyttöä ja pääoman muodostusta kuvataan sektoreittain. Tuotanto-, työllisyys- ja pääoman muodostustiedot esitetään myös toimialoittain. Kansantalouden tilinpito voidaan käyttää analysoitaessa kansantalouden rakennetta, yksittäisiä osia tai piirteitä, kansantalouden kehitystä ajankohdasta toiseen tai kansantalouden suhdetta toisiin kansantalouksiin (Suomen virallinen tilasto 2013).

Kansantalouden tilinpidon järjestelmä käyttää kuvauksessaan tilastoyksiköitä ja niiden ryhmittelyjä. Näitä ovat muun muassa institutionaaliset yksiköt ja sektorit, toimipaikat ja toimialat, kotimaa ja ulkomaat, virrat ja varannot sekä tuotteet panos-tuotoskehikossa. Yksiköiden välillä ja sisällä tapahtuvia taloustoimia käytetään tilinpidon kuvauksen välineenä. Keskeisiä käsitteitä ovat bruttokansantuote, bruttokansantulo, käytettävissä oleva tulo sekä kulutusmenot. Kansantalouden tilinpito käyttää laajasti Tilastokeskuksen talous- ja sosiaalitulastoja, lisäksi käytetään hallinnollisia aineistoja sekä Tilastokeskuksen ulkopuolella tuotettuja talustilastoja. Kansantalouden tilinpidon sisältö, käsitteet, määritelmät ja laskentamenetelmät ovat tarkasti määriteltyjä. EU valvoo noudattamista säännönmukaisesti ja laskentamenetelmistä on kirjoitettu EU:n määräämät yksityiskohtaiset menetelmäkuvaukset (Suomen virallinen tilasto 2013).

Aluetilinpito on kansantalouden tilinpidon alueellinen tarkennus. Aluetilinpito sisältää monipuolista tietoa Suomen aluetalouksien rakenteista ja kehityksestä. Aluetilinpito jakaantuu tilastollisen perusyksikön mukaan ensinnäkin tuotantoa, työllisyyttä ja investointeja kuvaavaan varsinaiseen aluetilinpitoon sekä toisaalta kotitalouksien tuloja ja tulonkäyttöä kuvaaviin kotitalouksien aluetileihin. Aluetilinpidon tietoja käytetään alueellisten viranomaisten päätöksenteon ja seurannan apuna. Kotimaisessa päätöksenteossa maakuntien liitot toimivat aluekehittämisviranomaisina, jolloin korostuu maakuntatason merkitys. Aluetilinpito kuvaa Suomen talousalueella tapahtuvaa taloudellisen toiminnan alueellista sijoittumista. Aluetilinpidossa käytetään lähteinä laajalti Tilastokeskuksen ja eräiden muiden tilastotuottajien aineistoja. Laajassa käytössä ovat erilaiset rekisteripohjaiset aineistot. Tärkeimmät aineistot ovat Tilastokeskuksen yritys- ja toimipaikkarekisteri, yritysten rakennetilasto, Valtiokonttorin tilivirastoaineisto, Verohallinnon henkilöveroaineisto, Tilastokeskuksen tulonjakotilasto sekä asuntokantatiedot yhdistettynä vuokratietoihin (Suomen virallinen tilasto 2013).

Aluetilinpidon taloustoimien kehikkona on kansantalouden tilinpito. Aluetilinpidossa käytetään pääsääntöisesti samoja käsitteitä kuin kansantalouden tilinpidossa. Aluetilinpidossa käytetään tilaston perusyksikkönä sekä toimipaikkaa että institutionaalista yksikköä. Tuotannon ja työllisyyden aluetileillä käytetään laskennassa perusyksikkönä toimipaikkaa, jolle löytyy yksikäsitteinen kotipaikka ja toimiala. Kotitalouksien aluetileillä käytetään puolestaan institutionaalista yksikköä eli kotitaloutta. Kotitalous on yksialueinen institutionaalinen yksikkö, joka kohdennetaan ensisijaisen asunnon sijaintikuntaan. Aluetilinpidon luokitukset ovat myös samat kuin kansantalouden tilinpidossa. Tilastossa ovat käytössä vuosi-, taloustoimi-, toimiala-, ja sektoriluokitukset. Tilijärjestelmä esitetään tiliristikoina, joissa taloustoimet jaetaan resursseihin ja käyttöön. Aluetilinpidossa käsitteet esitellään bruttomuodossa, jolloin kiinteän pääoman kulumista ei ole vähennetty. Kiinteän pääoman kulumisen laskelmat edellyttäisivät alueittaisen pääomakannan arvioimista, jollaista ei tällä hetkellä ole olemassa (Suomen virallinen tilasto 2013).

Aluetilinpidon tuotantotilillä tuotos, välituotekäyttö ja arvonlisäys lasketaan toimialoittain ja sektoreittain. Bruttokansantuote markkinahintaan lasketaan aluetilinpidon järjestelmässä vain aluetasolla. Tulonmuodostustili kuvaa kuinka arvonlisäys jakautuu alaeriin kuten palkansaaajakorvauksiin, muihin

tuotantoveroihin ja - tukipalkkioihin sekä toimintaylijäämään. Tulonmuodostustilin käytön eristä aluetilinpidoissa lasketaan vain palkansaajakorvaukset.

Alueellisia vertailuja tehtäessä on hyvä muuntaa arvonlisäys tai vastaava vertailukelpoiseksi alueiden välillä. Yleensä suhteutetaan tarkasteltava erä alueelle rekisteröityyn väestöön. Aluetilinpidon väestökäsitteenä käytetään keskiväkilukua, joka perustuu kyseessä olevan vuoden viimeisimmän päivän ja edellisen vuoden viimeisimmän päivän väkilukujen keskiarvoon. Aluetasolla työmatkailu aluerajojen yli voi haitata alueellisia vertailuja. Aluetilinpidoissa voi arvonlisäyksen suhteuttaa myös alueen työllisyyteen, jolloin kuvataan alueen tuotannon aikaansaamiseen osallistunutta työvoimaa. Kiinteän pääoman bruttomuodostus on siinä mielessä bruttoerä, ettei pääoman kulumista ole vähennetty. Siitä on kuitenkin vähennetty kiinteän pääoman myynnit. Kiinteän pääoman bruttomuodostus kuvaa tuotantomahdollisuuksien muutosta alueella (Suomen virallinen tilasto 2013).

Aluetilinpidoissa tiedot alueellistetaan noudattaen kotipaikkaperiaatetta. Sen mukaan tuotanto, työllisyys ja investointitiedot kohdistetaan tuotantoyksikön kotipaikkaan. Kotipaikka on kunta, jossa kyseessä oleva yksikkö sijaitsee. Samoin kotitalouksien luvut kohdistetaan kotitalouden kotipaikkaan eli siihen kuntaan, jossa kotitalouden jäsenet asuvat. Tiedot pohjautuvat kansantalouden tilinpidon tietoihin. Samoin alueellistamisessa käytetään usein samoja perustilastoja kuin kansantalouden tilinpidon laskelmissa. Kaikkea laskennassa tarvittavaa tietoa ei ole kuitenkaan saatavissa alueittain, joten on välillä turvaututtava koko kansantalouden tilinpidosta johdettuihin lukuihin. Kansantalouden tilinpitäjärjestelmä muodostaa yhtenäisen ja selkeän talouden tarkastelukehikon. Siksi myös aluetilinpidon luvuilla on nämä ominaisuudet osana kansantalouden tilinpidon järjestelmää (Suomen virallinen tilasto 2013).

Tarjonta- ja käyttötaulukot sekä niihin perustuvat panos-tuotostaulukot kuvaavat yksityiskohtaisesti kansantalouden tuotevirtoja. Monetaariset panos-tuotostaulukot mittaavat tuotevirtoja rahayksikössä ja fyysiset panos-tuotostaulukot mittaavat tuotevirtoja massayksikössä. Panos-tuotostaulukot soveltuvat tuotantotoiminnan rakenteen ja toimialojen välisten riippuvuuksien analysointiin. Taulukot yksityiskohtaistavat kansantalouden tilinpitoa ja muodostavat yhtenäisen kehikon tilinpidon tuotevirtojen kuvaukselle. Tarjonta- ja käyttötaulukot kuvaavat kotimaisesta tuotannosta ja tuonnista muodostuvaa tuotteiden tarjontaa sekä näiden tuotteiden käyttöä välituotteina muiden tuotteiden valmistamiseen ja lopputuotteina kulutukseen, pääomanmuodostukseen ja vientiin. Tarjontataulukossa kuvataan tuoteryhmittäin kansantaloudessa käytettävien tavaroiden ja palvelujen tuotantoa eri toimialoilla sekä niiden tuontia. Käyttötaulukossa kuvataan tuoteryhmittäin näiden tuotteiden käyttöä eri toimialojen välituotteeksi sekä kotimaiseen loppukäyttöön ja vientiin. Tarjonta- ja käyttötaulukoiden laadinnassa tarjonta- ja käyttötiedot jaetaan tuotteille ja mukaan lisätään muun muassa erillisiä tuotekohtaisia aineistoja. Erillisiä tuotekohtaisia aineistoja ovat muun muassa teollisuuden hyödyketilaston tuotanto-, raaka-aine- ja polttoainetilastot (Suomen virallinen tilasto 2013).

Tarjonta- ja käyttötaulukoista muodostetuissa symmetrisissä panos-tuotostaulukoissa tarkastellaan toimialojen tuotosten käyttöä eri toimialojen välituotepanoksiksi sekä loppukäyttöön. Panos-tuotostaulukot antavat siten kuvan tuotantotoiminnan rakenteesta ja toimialojen välisistä riippuvuuksista. Näiden riippuvuuksien perusteella laaditaan panos-tuotos -malleja, joilla voidaan tutkia kansantalouden rakennemuutoksia sekä arvioida muutosten vaikutuksia esimerkiksi tuotantoon, tuontiin, inflaatioon ja työllisyyteen. Panos-tuotos on johdettu tilasto, jota varten vain osa tietoja kerätään erikseen. Tärkeimmät lähteet ovat kansantalouden tilinpito, teollisuuden rakenne- ja tuotetilastot, palvelutoimialojen rakennetilastot, ulkomaakauppatilasto, yritys- ja toimipaikkarekisteri, elinkeinoveroaineisto, valtion ja kuntien sekä maa- ja metsätalouden lähdetilasto sekä kulutustutkimus. Lisäksi on käytetty lukuisia muita tietolähteitä (Suomen virallinen tilasto 2013).

Alueellinen panos-tuotos sisältää alueelliset tarjonta- ja käyttötaulukot sekä niihin perustuvat panos-tuotostaulukot. Taulukoiden tiedot tarkentavat ja syventävät aluetilinpidon tietoja. Niissä kuvataan maakuntien tuotantorakennetta, toimialojen välisiä suhteita sekä maakuntien riippuvuuksia muiden maakuntien ja ulkomaiden tuotevirroista. Alueellisen panos-tuotostutkimuksen tulokset ovat kiinteä osa aluetilinpitoa. Tarjonta- ja käyttötaulukot kuvaavat alueen tuotannosta ja tuonnista muodostuvaa tuotteiden tarjontaa sekä näiden tuotteiden käyttöä muiden tuotteiden valmistuksessa eli välituotekäyttöä, kulutuksen lopputuotteina, pääomanmuodostuksessa ja viennissä. Tarjontataulukossa kuvataan tuoteryhmittäin aluetalouden eri toimialoilla käytettävien tavaroiden ja palvelujen tuotantoa sekä niiden tuontia muilta alueilta ja ulkomailta. Käyttötaulukossa kuvataan tuoteryhmittäin tuotteiden käyttöä eri toimialojen välituotteina, alueen omassa loppukäytössä sekä tuotteiden vientinä kotimaan muille alueille ja ul-

komaille. Käyttötaulukoiden kuvauksesta ilmenee myös toimialoittaisten kustannusten jakautuminen koti- ja ulkomaisten tuotteiden hankintaan.

Alueellisten symmetristen panos-tuotostaulukoiden avulla voidaan selvittää toimialojen tuotannon ja loppukäytön merkitys aluetalouteen ja työllisyyteen. Alueelliset panos-tuotostutkimukset antavat kuvan alueen tuotantotoiminnan rakenteesta ja toimialojen välisistä riippuvuuksista. Myös alueellinen panos-tuotostutkimus on johdettu tilasto. Pääosa sen laadinnassa käytettävistä tiedoista saadaan rekistereistä, muista tietokannoista ja perustilastojen tilastoaineistoista. Tärkeimmät lähteet ovat aluetilinpito, kansantalouden tilinpito, erityisesti sen tarjonta- ja käyttötaulut, teollisuuden rakenne- ja tuotetilastot, palvelutoimialojen rakennetilastot, ulkomaakauppatilasto, yritys- ja toimipaikkarekisteri, elinkeinoveroaineisto, valtion ja kuntien tilastotietokannat sekä maa- ja metsätalouden tilastot ja kulutustutkimus. Alueellisessa panos-tuotostutkimuksessa, toisin kuin koko maan panos-tuotosta laadittaessa, tarvitaan lisäksi tietoja alueiden välisistä tuotevirroista.

Kansantalouden ja aluetalouden tilinpidossa sekä panos-tuotosanalyysissä tärkeitä käsitteitä ovat muun muassa bruttokansantuote (BKT), arvonlisäys, tuotos, välituotekäyttö sekä loppukäyttö. BKT on tunnetuin makrotaloudellisen toiminnan mitta. BKT kehitettiin 1930-luvulla, ja se on nykyisin kaikkialla maailmassa käytössä oleva perusindikaattori, jolla on tärkeä asema poliittisessa päätöksenteossa ja julkisessa keskustelussa. BKT on kaiken rahassa mitattavan taloudellisen toiminnan lisäarvojen summa. Se perustuu yksinkertaiseen laskumenetelmään, joka mahdollistaa ajallisen sekä maiden ja alueiden välisen vertailun (Euroopan komissio 2009). Bruttokansantuote markkinahintaan on kotimaisten tai alueen tuotantoyksiköiden tuotantotoiminnan lopputulos (Suomen virallinen tilasto 2013). Bruttokansantuotteen indikaattoreiden avulla voidaan tehdä arvioita kansantalouden kehityksestä ja sen suhteesta yhteiskunnan kokonaiskehitykseen. Arvonlisäys tarkoittaa tuotantoon osallistuvan yksikön synnyttämää arvoa. Se lasketaan markkinatuotannossa vähentämällä yksikön tuotoksesta tuotannossa käytetyt välituotteet ja markkinattomassa tuotannossa laskemalla yhteen palkansaajakorvaukset, kiinteän pääoman kuluminen ja mahdolliset tuotannon ja tuonnin verot (Suomen virallinen tilasto 2013).

Tuotos sisältää tavarat ja palvelut, joita niiden tuottaja tarjoaa muille yksiköille. Tuottajana toimii aina paikallinen toimialayksikkö. Näin ollen yrityksen yhden toimipaikan toiselle tuottamat tavarat ja palvelut sisältyvät tuottavan toimipaikan tuotokseen. Tuotos koostuu markkinatuotoksesta, tuotoksesta omaan loppukäyttöön ja muusta markkinattomasta tuotoksesta. Markkinatuotos myydään markkinoilla tai on tarkoitettu myytäväksi markkinoilla. Muu markkinaton tuotos kattaa tuotannon, joka toimitetaan muille yksiköille ilmaiseksi tai taloudellisesti merkityksettömään hintaan. Tuotos omaan loppukäyttöön sisältää tuottajan itselleen, joko omaa kulutusta tai kiinteän pääoman bruttomuodostusta varten, pitämät tavarat. Omaan käyttöön tuotetuista palveluista luetaan tuotokseksi vain omistusasuntojen asumispalvelut sekä palkatun kotitaloushenkilökunnan tuottamat kotitalous- ja henkilökohtaiset palvelut. Muita kotitalouksien itselleen tuottamia palveluja ei lueta mukaan. Tuotoksen arvottaminen eroaa markkinatuotoksen ja markkinattomien tuottajien tuotoksen osalta. Markkinatuotos ja tuotos omaan loppukäyttöön arvotetaan todelliseen tai arvioituun perushintaan tai, jos sellaista ei ole, tuotantokustannusten mukaan. Muiden markkinattomien tuottajien tuotos yhteensä arvotetaan kokonaistuotantokustannusten mukaan ja niiden muu markkinaton tuotos kokonaiskustannusten ja mahdollisen markkinatuotoksen erotuksena.

Tuotteiden käyttö koostuu välituotekäytöstä, kotimaisesta loppukäytöstä ja viennistä. Välituotekäyttö sisältää kaikki toimialayksiköiden tuotoksensa aikaansaamiseksi käyttämät tavarat ja palvelut. Kotimaista tai alueen omaa loppukäyttöä ovat kotitalouksien kulutus, julkinen kulutus, kiinteän pääomanmuodostus eli investoinnit. Kulutus käsittää kotimaisille institutionaalisille yksiköille sellaisista tavaroista ja palveluista aiheutuneet menot, joita käytetään henkilökohtaisten tarpeiden tai yhteiskunnan jäsenten kollektiivisten tarpeiden suoraan tyydyttämiseen. Kulutusmenot jakaantuvat kotitalouksille, niitä palveleville voittoa tavoittelemattomille yhteisöille ja julkisyhteisöille. Pääoman muodostus sisältää varastojen muutoksen ja aineellisten ja aineettomien kiinteiden varojen hankinnat.

Tässä hankkeessa käytettiin aluetilinpidon lisäksi Suomen kansantalouden ympäristövaikutusten arviointiin laadittua ympäristölaajennettua panos-tuotostaulukon mallia (ENVIMAT) (Seppälä ym. 2009). Ympäristölaajennetuissa panos-tuotostaulukoissa taloudelliset panos-tuotostaulukot on yhdistetty elinkaariin ympäristövaikutuksiin. ENVIMAT-mallin avulla voidaan arvioida taloudellisten vaikutusten, materiaali- ja energian virtojen sekä ympäristövaikutusten välisiä suhteita. ENVIMAT-malli mahdollistaa tuotanto- ja kulutuslähtöisten ympäristövaikutusten analysoinnin niin, että työllisyys- ja arvonlisäysvaikutukset ovat samanaikaisesti mukana. ENVIMAT-mallin lähtökohdaksi on kansantalouden yleinen tilinpito käyttö- ja

tarjontataulukoihin. Sen pohjalta tehtyyn tuotevirtojen panos-tuotosanalyysiin on yhdistetty tuotteiden elinkaariarvioinnin tekniikka ja tietopankit. Kansantalouden ja ainevirtatilinpidon taulukoihin on lisätty toimialojen aiheuttamat päästöt ja muut ympäristökuormitustekijät. Mallissa muodostetaan kotimaisten suorien ympäristökuormitusten toimialoittainen matriisi, jossa toimialat ovat sarakkeina ja ympäristökuormitukset riveinä. Tuonnille on arvioitu oma tuotekohtainen ympäristökuormitusmatriisi.

Ympäristölaajennetulla ENVIMAT-mallilla pystytään arvioimaan Suomen luonnosta otettujen ja Suomeen tuotujen materiaalien käsittelystä aiheutuvat ympäristövaikutukset. ENVIMAT-mallin osakokonaisuuksia ovat:

- Kansantalouden tilinpidon rahamittaiset tarjonta-, käyttö- ja panos-tuotostaulukot (MIOT)
- Kansantalouden ainevirtatilinpidon fyysimittaiset tarjonta-, käyttö- ja panostuotostaulukot (PIOT)
- Kotimaan toimialojen ympäristökuormitustaulukko
- Tuonnin ympäristökuormitustaulukko
- Ympäristövaikutusten arvioinnin vaikutuskerrointaulukko

MIOT:in avulla voidaan tulostaa toimialojen ja niiden tuotteiden kotimaiset työllisyys- ja arvonlisäysvaikutukset. PIOT puolestaan tuottaa materiaaliavirtoindikaattorituloksia. Päästöistä ja muista kuormitustekijöistä aiheutuvat ympäristövaikutukset arvioidaan elinkaariarvioinnin yhteydessä sovellettavalla vaikutusarviointimenetelmällä. Arviointia varten on muodostettu vaikutuskerrointaulukko. Ympäristövaikutusluokat kuvaavat erikseen sovittuja ympäristöongelmakokonaisuuksia kuten ilmastonmuutos, happamoituminen, yläilmakehän otsonin tuhoutuminen, alailmakehän otsonin muodostuminen sekä vesistöjen rehevöityminen. ENVIMAT-mallissa kotimaan kasvihuonekaasupäästöt perustuvat Tilastokeskuksen aineistoon. Energiaperäiset kasvihuonekaasupäästöt arvioidaan kuitenkin toimialoittaisesta energiankulutuksesta käyttäen sisältämiä polttoainekohtaisia kertoimia. Muut kuin energiaperäiset kasvihuonekaasupäästöt kohdistetaan toimialoille kasvihuonekaasuinventaarion yksityiskohtaisen laskentatietojen avulla. Kasvihuonekaasupäästöjen lisäksi ENVIMAT-mallissa on mukana arviot kotimaan päästöistä ilmaan sekä veteen sisältäen muun muassa metallit, hiukkaset, muut haitalliset aineet ja ravinteet. Näiden lisäksi mallissa on mukana CORINE-luokituksen mukaiset maankäyttötiedot sekä kotimaisten ehtyvien luonnonvarojen käyttö (Seppälä ym. 2009).

Ympäristölaajennettu panos-tuotostaulukko mahdollistaa nopeiden, mutta karkeiden ympäristöanalyysien tekemisen sekä kulutus- ja tuotantolähtöisesti. Karkeus perustuu siihen, että malleissa käytetään tiettyä kansantalouden tilinpidon tuoteryhmittelyä, jonka puitteissa tulokset lasketaan ja esitetään. Elinkaariarviointiin verrattuna ympäristölaajennettu panos-tuotostaulukko kuitenkin pystyy ottamaan huomioon paremmin elinkeinosektorien välisen riippuvuuden, minkä takia ympäristövaikutustulokset ovat suurempia elinkaariarviointien tuloksiin nähden (Antikainen ym. 2012).

2.2 Materiaalivirta-analyysi

Euroopan Unionin asetus ympäristötilinpidosta (N:o 691/2011) velvoittaa jäsenmaita tilastoimaan ja raportoimaan kansantalouden materiaalivirrat vuosittain, ensimmäisen kerran vuonna 2013 ja tilastovuodesta 2008 lähtien (Suomen virallinen tilasto 2013). Tilasto sisältää kotimaiset ja ulkomaiset suorat materiaalipanokset Suomen talouteen, kotimaiset ja ulkomaiset piilovirrat sekä materiaalien viennin. Kotimaiset suorat panokset ovat kotimaan luonnosta otettuja materiaaleja talouden jatkoprosessointiin. Ulkomaiset suorat panokset muodostuvat jaloste- ja raaka-ainetuonnista. Tätä vastaavasti vienti sisältää ulkomaille toimitetut raaka-aineet ja jalosteet. Tilastosta laskettu luonnonvarojen kokonaiskäyttö on koti- ja ulkomaisten suorien panosten ja piilovirtojen summa (Suomen virallinen tilasto 2013).

Kansantalouden materiaalivirtojen tilasto on yksi osa ympäristötilinpidon kokonaisuutta. Ympäristötilinpidon perimmäinen päämäärä on ympäristön ja talouden vuorovaikutuksen tilastollinen kuvaus, joka noudattaa pääosin kansantalouden tilinpidon peruskäsitteistöä ja luokituksia. Kansantalouden materiaalivirrat -tilasto kuvaa massayksiköin luonnosta käyttöön otetun, siirretyn tai muutetun ainemäärän. Tämä ainemäärä sekä sen suhde muihin kansantalouden kokonaisuureisiin kuvaa kansantalouden materiaali-riippuvuutta ja taloudellisen toiminnan ympäristöön kohdistamaa painetta. Erityinen huomio on kiinnittynyt bruttokansantuotteen ja sen tuottamiseksi tarvittavan ainemäärän suhteen kehityskulkuun. Kansantalouden materiaalivirrat -tilastossa eri ainevirtojen kuten kiven, öljyn, puun käyttömäärät on

laskettu yhteen. Yhteenlaskusta seuraa kuitenkin, etteivät materiaalivirtatilinpidon kokonaissuureet suoraan kerro taloustoimien aiheuttaman ympäristökuormituksen voimakkuutta tai laatua (Suomen virallinen tilasto 2013).

ENVIMAT-mallissakin talouden aiheuttamat materiaalivirrat koostuvat kotimaan luonnosta otetuista materiaalmääristä ja tuontituotteiden valmistuksessa ulkomailla käytetyistä materiaalmääristä. Materiaalivirrat jaetaan tilinpidossa kahteen ryhmään: suorat materiaalipanokset ja piilovirrat. Suorat materiaalipanokset ovat materiaalmääriä, jotka varsinaisesti otetaan talouden käyttöön. Niitä ovat kotimaan luonnosta saatavat maatalouden kasvituotteet, kalastuksessa ja metsästyksessä pyydytetyt luonnonkalat ja riista, puu, nostettu turve, metallimalmit, muiden mineraalien hyötykivi, sora ja murske sekä rakentamisen muu maa-aines. Piilovirtoja ovat luonnonaineet, joita suorien panosten käyttöönoton yhteydessä siirretään ja muunnetaan, mutta jotka eivät tule talouden käyttöön. Tuonnin suorat materiaalipanokset ovat tuontituotteiden materiaalmäärinä talouden käyttöön ulkomailta tulevat tavarat ja suomalaisten toimijoiden ulkomailla kuluttamat tavarat. Tuontituotteiden piilovirrat sisältävät kaikki ne luonnonaineet, jotka ulkomailla on käytetty tuontituotteiden valmistukseen, mutta jotka eivät sisälly itse tuontituotteiden omaan massaan. Suorien materiaalipanosten ja piilovirtojen summaa kutsutaan talouden luonnonvarojen kokonaiskäytöksi (esim. Eurostat 2013, Mäenpää ja Mänty 2004, Seppälä ym. 2009).

Materiaalivirtatilinpidon ja materiaalivirta-analyysin päätarkoituksena on antaa taustatietoa yhteiskunnallis-taloudellisten järjestelmien fyysisten rakenteiden koostumuksesta ja muutoksista. Materiaalivirta-analyysin avulla voidaan arvioida talousjärjestelmän ja ympäristön suhdetta. Materiaalivirtatilinpidosta voidaan johtaa useita erilaisia materiaalien käyttöä ja tuottavuutta kuvaavia indikaattoreita. Tuotantolähtöiset ja kulutuslähtöiset materiaalivirtaindikaattorit ovat niistä yleisimmin käytössä. Tuotantolähtöisiin materiaalivirtaindikaattoreihin kuuluvat suora materiaalien käyttö (DMI), raaka-aineiden käyttö (RMI) sekä kaikkein kattavin luonnonvarojen kokonaiskäyttö (TMR). Kulutuslähtöisistä materiaalivirtaindikaattoreista poistetaan kyseessä olevan alueen viennin osuus, jolloin ne kuvaavat alueen omaa materiaalien, raaka-aineiden tai luonnonvarojen käyttöä. Kotimainen materiaalin kulutus mittaa kokonaisuudessaan talousjärjestelmässä käytetyn materiaalin ilman piilovirtoja. Kulutuslähtöisiä materiaalivirtaindikaattoreita ovat kotimainen materiaalin kulutus, raaka-aineiden kulutus sekä kattavin luonnonvarojen kokonaiskulutus (Eurostat 2013, materialflows.net 2015).

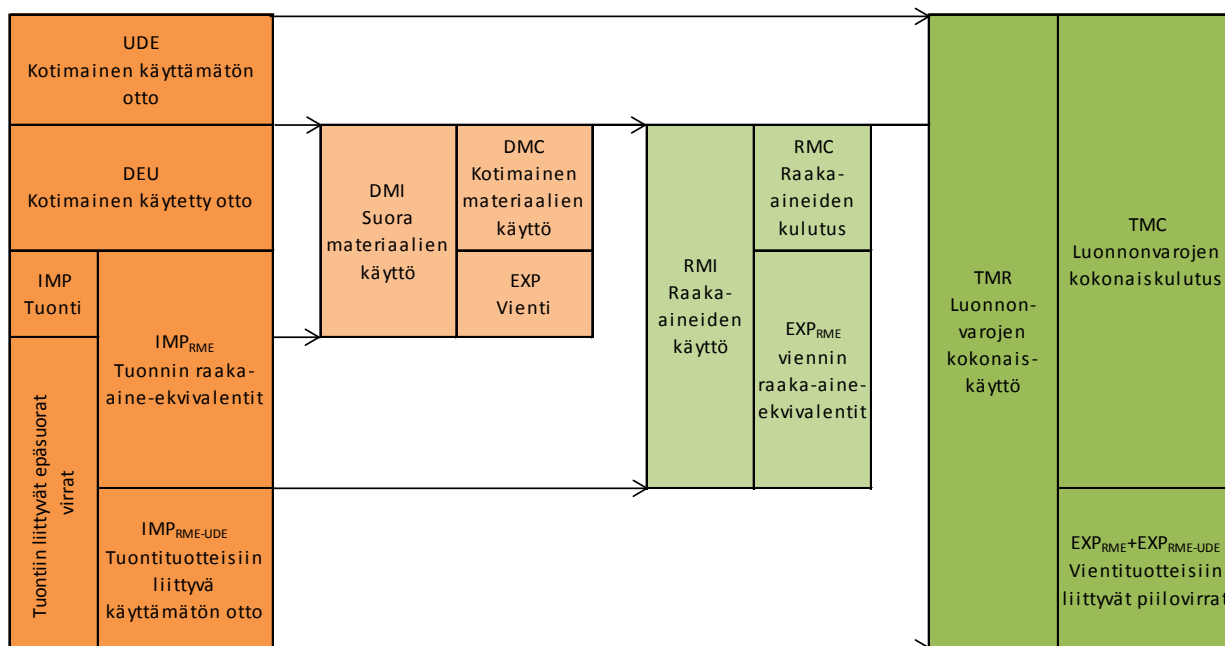
Suora materiaalien käyttö sisältää kaikki materiaalit, joilla taloudellista arvoa ja käytetään suoraan tuotannossa ja kulutuksessa. Materiaalivirta-analyysissä suorat virrat viittaavat tuotteiden tosiasialliseen painoon eivätkä ota huomioon elinkaarenaikaista ulottuvuutta yli tuotantoketjujen. Epäsuorat virrat ottavat huomioon kaikki materiaalit, jotka on tarvittu tuotteen valmistukseen sisältäen tuotantoketjujen alkupäässä käytetyt materiaalit käsittäen sekä käytetyt että käyttämättömät materiaalit. Suorien ja epäsuorien virtojen lisäksi materiaalivirta-analyysissä raaka-aineita kuvataan niin sanottuina ekvivalentteina, jotka ilmaisevat tuodun tai viedyn tuotteen koko tuotantoketjussa vaadittavan käytetyn tai käyttämättömän materiaalin. Vienti- ja tuontituotteiden alkupään valmistuksessa käytetyt materiaalit ilmaistaan raaka-aine-ekvivalentteina, jotka kuvaavat niiden valmistukseen vaadittujen ensisijaisten materiaalien määrää läpi koko tuotantoketjun.

Käytetty otto tarkoittaa resursseja, jotka tulevat talousjärjestelmän jatkojalostukseen tai suoraan kulutukseen eli otetaan talouden käyttöön. Kaikki käytetyn otton materiaalit muuttuvat talousjärjestelmän sisällä. Käyttämätön otto tarkoittaa materiaaleja, joita otetaan tai muunnetaan suorien ainepanosten otton yhteydessä, mutta jotka eivät koskaan tule varsinaisesti talouden käyttöön. Käyttämätön otto sisältää muun muassa mineraalien kaivuun poistomaan, sivukivet sekä rakennustoiminnan aiheuttamat käyttämättä jäävät maa-ainekset, metsätalouden käyttämättä jäävät hakkuutähteet, kalastuksen sivusaaliit sekä maatalouden korjuutappiot. Materiaalivirta-analyyseistä johdetut yleisimmät tuotantolähtöiset materiaalivirtaindikaattorit ovat (kuva 1):

- Suora materiaalien käyttö $DMI = \text{suorat materiaalipanokset omalta alueelta} + \text{suorat tuontipanokset (ei välituotekäyttöä, ei käyttämätöntä ottoa)}$
- Raaka-aineiden käyttö $RMI = DMI + \text{tuonnin käytetyn otton raaka-aine-ekvivalentit (ei käyttämätöntä ottoa)}$
- Luonnonvarojen kokonaiskäyttö $TMR = RMI + \text{kotimainen käyttämätön otto ja tuonnin käyttämättömän otton raaka-aine-ekvivalentit}$

Vastaavasti yleisimmin käytetyt kulutuslähtöiset materiaalivirtaindikaattorit ovat:

- Kotimainen materiaalin kulutus DMC= alueen oma suora materiaalin kulutus - suorat vientipanokset
- Raaka-aineiden kulutus RMC= RMI - vienti ja viennin käytetyn oton raaka-aine-ekvivalentit
- Luonnonvarojen kokonaiskulutus TMC= RMC + tuonnin ja viennin käyttämättömän oton raaka-aine-ekvivalentit



Kuva 1. Tuotantolähtöiset ja kulutuslähtöiset materiaalivirtaindikaattorit (Eurostat 2013, materialflows.net 2015)

Materiaalivirrat kirjataan massayksiköissä eli kilogrammoina tai tonneina. Yleensä materiaalivirta-analyyseissä tarkastellaan tutkittavan järjestelmän materiaalien kokonaisvirtoja. Mikäli materiaalivirta-analyyseissä tarkastellaan ainoastaan karkeasti tuloksia, materiaalit joilla on suuri massa hallitsevat tuotteissa materiaalivirtaindikaattoreissa ja saattavat vääristää niiden tulkintaa. Tämän vuoksi on tärkeää, että materiaalivirta-analyyseissä tehdään myös eriteltyinä eri materiaaliyryhmille ja talouden toimialoille. Massamääräiset materiaalivirta-indikaattorit eivät myöskään anna suoraa tietoa todellisista ympäristövaikutuksista, koska määrään perustuvat tiedot eivät kerro käytettyjen materiaalien laadullisista ominaisuuksista. Viime vuosina tutkimus onkin keskittynyt kysymykseen, miten yhdistää kvantitatiivista tietoa tuottava materiaalivirta-analyysi sekä elinkaariarvioinnista (Life cycle assessment, LCA) peräisin oleva tieto materiaalien koko elinkaaren aikaisista ympäristövaikutuksista (esim. Eurostat 2013, materialflows.net 2015).

2.3 Käytetyt menetelmät ja aineistot

Pohjois-Karjalasta laadittavaa alueellista panostuotos-mallia eli niin sanottua ENVIMATmaakuntamallia varten kerättiin tietoja Tilastokeskuksen aluetilinpäidosta, Pohjois-Karjalan luonnonvarojen käytöstä sekä energian ja polttoaineiden kulutuksesta. Pohjois-Karjalan luonnonvarojen käyttö selvitettiin aluksi fyysismittaisina määrinä. Tietoa kerättiin useista eri lähteistä. Maatalouden luonnonvarojen otto mitataan tuotettuina viljelykasvien satoina ja lisäksi arvioidaan kotieläinten laidunheinän saanti. Kotieläintuotteita ei sisällytetä luonnonvaroihin, koska silloin muun muassa rehukasvit tulisivat mitattua kahteen kertaan. Sen sijaan riistanliha ja luonnonkala ovat luonnosta otettuja suoria panoksia (Loponen ja Mäenpää 2011).

Pohjois-Karjalan luonnosta ottamien panosten määriä kerättiin Maatilatilastollisesta vuosikirjasta (Tike 2011a), Metsätalastollisesta vuosikirjasta (2011) ja Riista ja kalatalouden tutkimuslaitoksen

(RKTL) kala- ja riistatiloista (RKTL 2010) sekä ympäristöhallinnon tietojärjestelmistä, joihin kuuluu muassa NOTTO-maa-ainesten ottorekisteri (Notto 2014) sekä VAHTI-tietojärjestelmä (Vahti 2014). Energiankulutus toimialoittain ja kotitalouksien suoraan kuluttama energia selvitettiin 57 polttoaine- ja muun energialajin luokituksella. Alueen voima- ja lämpölaitosten polttoainekäytön ja tuotannon tiedot kerättiin Vahdista (Vahti 2014), Energiateollisuus ry:n sähkö- ja kaukolämpötilastoista (Energiateollisuus 2014a, 2014b) sekä Metsätilastollisesta vuosikirjasta (2011). Liikenteen polttoainekäyttö ja energiakulutus saatiin VTT:n LIPASTO malliston tietoaaineistosta (Lipasto 2014). Muiden toimialojen eri energialajien ja polttoainekäytön tietoja kerättiin Vahdista (Vahti 2014).

Pohjois-Karjalan maakuntatason talouden perustietolähteenä on käytetty Tilastokeskuksen aluelinpittoa vuodelle 2010, josta saatiin Pohjois-Karjalan toimialojen tuotokset, arvonlisäykset ja välituotekäyttö. Koko maan kattavan ENVIMAT-mallin tarjonta- ja käyttötaulukot muunnettiin seuraavaksi Pohjois-Karjalan aluetaloutta koskevien tietojen mukaiseksi yhdistämällä koko maan tiheä toimialajako Pohjois-Karjalan taloudesta saatua toimialajakoa vastaavaksi. Yhdistelyssä jätettiin kokonaan pois sellaiset toimialat, joilla ei ole tuotantoa Pohjois-Karjalassa. Lopullisissa tarjonta- ja käyttötaulukoissa oli 84 toimialaa ja 230 tuotetta. Toimialojen tuotosten ja välituotekäytön tasot muunnettiin Pohjois-Karjalan toimialatietojen mukaisiksi. Tietoja vielä tarkennettiin muun muassa maatalouden kasvihuonekaasupäästöjen, liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen ja mineraalien kaivuun osalta eri tilastoista saatavilla maakuntatason tilastotiedoilla (Tike 2011a, Lipasto 2014, Notto 2014).

Pohjois-Karjalan aluetalouden viennin ja tuonnin arvioinnissa tuotevirroista erotettiin ensin ulkomaanvienti ja tuonti. Ulkomaan tuonnin ja viennin erottelun jälkeen jäljelle jäävät kotimaisten tuotteiden virrat. Kotimaisten tuotteiden osalta laskettiin jokaiselle tuotteelle arvioitu Pohjois-Karjalan oman tuotannon arvo ja alueen kokonaiskäytön arvo. Jos tuotteen tuotanto on suurempi kuin kokonaiskäyttö alueella, erotus määriteltiin vienniksi muualle Suomeen. Jos tuotteen kokonaiskäyttö oli suurempi kuin oma tuotanto, erotus määriteltiin tuonniksi muualta Suomesta. Tuotteen tuotannon ja käytön erotuksen käyttö kotimaisen tuonnin ja viennin arviointiin on yksinkertainen tuotevirtataseiden tasapainotusmenetelmä (esim. Mäenpää ja Mänty 2004).

Tässä hankkeessa ENVIMATmaakunta-kehikkoon ei otettu mukaan muita ympäristövaikutuksia kuin kasvihuonekaasupäästöt. Muu kuormitus ilmaan, vesiin sekä jätteet selvitettiin erikseen VAHTI-tietojärjestelmästä (Vahti 2014). VAHTI-tietojärjestelmä on osa ympäristönsuojelulain (YSL 27§) edellyttämää Ympäristönsuojelun tietojärjestelmää. Siihen tallennetaan ja siinä ylläpidetään tietoja muun muassa ympäristölupavervollisia toiminnanharjoittajia koskevista luvista, päästöistä vesiin ja ilmaan sekä jätteistä. Ensisijaisena tarkoituksena tietojärjestelmällä on toimia alueellisten ympäristökeskusten ja ympäristölupavirastojen lupakäsittelyn ja -valvonnan työvälineenä. VAHTI-tietojärjestelmään kerätään tietoja jätevesistä, ilmakehityksestä, jätemääristä, raaka-aineista, tuotannosta, energian tuotannosta, kalankasvatuksesta, turvetuotannosta, eläinsuojista sekä analyyseistä (Merilehto, Rytönen ja Kaplas 2007).

Pohjois-Karjalan maankäyttö selvitettiin erikseen pääasiassa Corine2012-maanpeitetietokannan mukaisesti. Corine Land Cover 2012 kuvaa koko Suomen maankäyttöä ja maanpeitettä vuonna 2012. Lisätietolähteenä käytettiin Metsätilastollista vuosikirjaa (2011) sekä maataloustilastoja (TIKE 2011a). Tietoa tuotettiin myös liikenteestä, asutuksesta ja sen jakautumisesta maakunnan alueelle. Corine-maankäyttöluokkien lisäksi Pohjois-Karjalan luonnontilaisuutta tai sen vähenemistä arvioitiin Hemeroby-luokituksen sekä luonnontilaisuuden vähenemistä kuvaavan NDI-indikaattorin (Naturalness Degradation Indicator) avulla. Maankäyttö johtaa väijäämättä luonnollisuuden vähenemiseen. Jäljellä olevaa luonnollisuutta voidaan kuvata Hemeroby-luokkien avulla. Hemeroby perustuu oletukseen, että ihmisen puuttuminen luonnon ekosysteemeihin aiheuttaa häiriöitä ja muuttaa alueen lajien koostumusta. Hemeroby mittaa siten ihmisen vaikutusta ekosysteemeihin. Hemeroby-luokka kuvaa maankäytön intensiteettiä ja siksi sitä voidaan käyttää kuvaamaan erilaisia maankäytön vaikutuksia (Bentrup ym 2002).

Hemeroby-indeksin aste kasvaa sitä mukaa mitä enemmän muutoksia ihmisten aiheuttavat maankäytön toimenpiteet ovat muuttaneet aluetta. Hemerobyssä käytetään järjestysasteikkoa H1-H10, Tasolla H1 alue on täysin luonnontilainen vailla ihmisen vaikutusta kuten esimerkiksi koskemattomat kalliot, suot tai tundra-alueet. Tasolla H10 alue on täysin keinotekoinen ja rakennettu, jossa ei ole tilaa kasvillisuudelle. Hemeroby-luokkien yhteydessä voidaan arvioida niin sanottua suhteellista luonnontilaisuuden vähenemistä NDP-indeksin avulla (Naturalness Degradation Potential). NDP-indeksin arvo vaihtelee 0,1-0,95 välillä ja on suoraan arvioitu eri maankäyttöluokille (Bentrup ym 2002). Corinesta saadut

maankäyttöluokat jaettiin Hemeroby-luokkiin sekä luonnontilaisuuden vähenemistä kuvaaviin NDP-luokkiin Bentrup ym. (2002) luokitusavaimien mukaisesti. Tämän jälkeen koko Pohjois-Karjalan alueelle laskettiin NDI-indikaattori seuraavasti:

$$NDI_{alue,bioalue_i} = \sum_i alue_{tyyppi\ j,bioalue\ i} \times NDP_{tyyppi\ j} \quad (1),$$

jossa $NDI_{alue,bioalue_i}$ on luonnontilaisuuden vähenemistä kuvaava kokonaisindikaattori kyseessä olevalle biomaantieteelliselle alueelle i ja $alue_{tyyppi\ j,bioalue\ i}$ kyseessä olevan biomaantieteellisen alueen maankäyttöluokan i maa-ala sekä $NDP_{tyyppi\ j}$ luonnontilaisuuden häviämisen indeksiarvo kyseiselle maankäyttöluokalle.

Pohjois-Karjalan resurssitehokkuutta tukemaan selvitettiin maakunnan sosiaalis-kulttuurisia oloja. Yhteiskunnallista tilaa ja tuotannollisia edellytyksiä sosiaalisesta näkökulmasta kuvattiin muun muassa työllisyystilanteella, koulutustasolla, huoltotaseella sekä väestön taloudellisella hyvinvoinnilla ja sen jakautumisella eri väestöryhmien kesken. Pohjois-Karjalan maakunnan alueen potentiaalia väestön lisäämiseksi sekä alueen vetovoimaisuutta muun muassa matkailukohteena sekä luonto- ja kulttuuripalvelujen tarjoajana selvitettiin muuttoliikkeen, kansallispuistojen ja luontokohteiden sekä kulttuurin tarjonnan määrällä.

3 Pohjois-Karjalan talouden rakenne ja tuotos

3.1 Pohjois-Karjala esimerkkialueena

Pohjois-Karjala on noin 166 tuhannen asukkaan maakunta Itä-Suomessa. Pohjois-Karjalan pinta-ala on 21 584 km², josta maata on 17 763 km² ja makeaa vettä 3 821 km². Pohjois-Karjala on pinta-alaltaan Suomen 4. suurin maakunta Lapin, Pohjois-Pohjanmaan sekä Kainuun jälkeen, kun pinta-alaan luetaan maa- ja makean veden pinta-ala (Tilastokeskus 2014b). Pohjois-Karjalaa ympäröivät Pohjois-Savo ja Etelä-Savo lännessä, Kainuu pohjoisessa ja Etelä-Karjala etelässä. Idässä maakunta rajoittuu Venäjään.

Sijainti raja-alueella on luonut Pohjois-Karjalaan omaleimaisen historian ja kulttuuriset erityispiirteet. Pohjois-Karjala on leimallisesti rajamaakunta, jolla on noin 302 km yhteistä rajaa Venäjän Karjalan kanssa. Niiralan rajanylityspaikalta ylittäjiä on noin puolitoista miljoona vuosittain. Oman erityispiirteensä tuo myös sijainti EU:n ulkorajalla. EU:n manneralueen itäisin piste sijaitsee Ilomantsin kunnassa Virmajärvellä (Pohjois-Karjala.fi 2015). Rajan läheisyys on luonut luontevat lähtökohdat Venäjäosaamiselle. Monipuolinen, rikas ja puhdas luonto, runsaat luonnonresurssit ja kulttuuriympäristöt antavat hyvät mahdollisuudet elinkeinotoimintaan ja maakunnan kehittämiseen. Pohjois-Karjalan sijainti vaikuttaa saavutettavuuteen. Pääkaupunkiseutu on kaukana Pohjois-Karjalasta. Pohjois-Karjala ei myöskään sijaitse keskeisimpien maata halkovien yhteysreittien varrella (POKAT 2017- Pohjois-Karjalan maakuntaohjelma 2014).

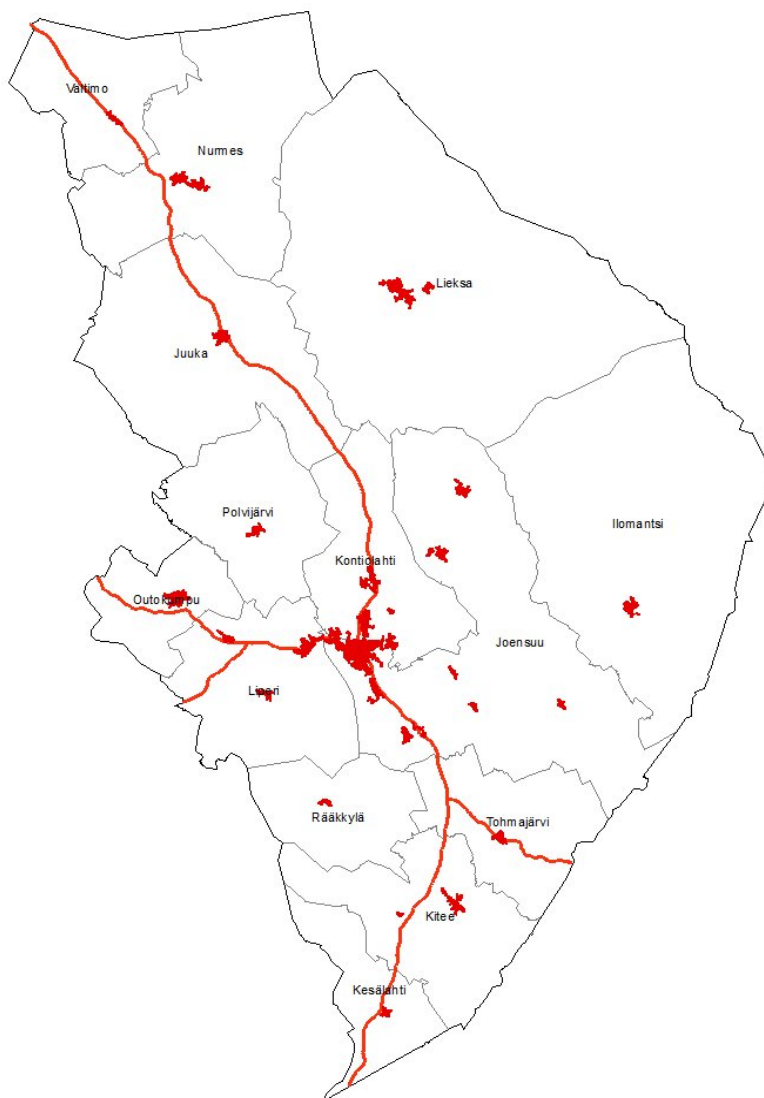
Pohjois-Karjala on runsasvesistöinen maakunta. Järviä Pohjois-Karjalassa on 2200 kpl, joista Pielinen on Suomen neljänneksi suurin järvi (894 km²). Pielisen erityispiirteinä ovat rannoilla kohoavat jylhät vaarat ja suuret avonaiset järvenselät. Suuria avonaisia järvenselkiä on myös Pyhäselässä, joka on joensuulaisille tärkeä virkistysvesistö. Pohjois-Karjalan korkein kohta on Lieksan Koli, joka ylittää 347 metrin korkeuteen merenpinnasta (Pohjois-Karjala.fi 2015).

Pohjois-Karjalassa on tällä hetkellä 13 kuntaa (kuva 2). Joensuun kaupunki kasvoi kuntaliitosten myötä vuonna 2005 ja 2009, kun entisistä kunnista ensin Kiihtelysvaara ja Tuupovaara liitettiin Joensuun kaupunkiin ja myöhemmin Pyhäselkä ja Eno. Kuntaliitosten myötä Joensuun kaupungin väkiluku kasvoi entisestä 52 798 asukkaasta (31.12.2004) 72 433 asukkaaseen (1.1.2009). Joensuun kaupunki on luonnollisesti Pohjois-Karjalan maakuntakeskus. Muita kaupunkeja ovat Kitee, Lieksa, Nurmes ja Outokumpu. Pohjois-Karjala jakaantuu kolmeen seutukuntaan. Joensuun seutukunnan muodostavat Ilomantsi, Joensuu, Juuka, Kontiolahti, Liperi, Outokumpu ja Polvijärvi. Keski-Karjalan seutukuntaan kuuluvat Kitee, Tohmajärvi sekä Rääkkylä. Pielisen Karjalan seutukunnan muodostavat Lieksa, Nurmes ja Valtimo.

Pohjois-Karjalan väestöstä noin 10 % työskentelee alkutuotannossa, 24 % jalostuksessa ja 66 % palveluissa, erityisesti sosiaali- ja terveystalouden osuus työllisistä on suuri. Johtavia teollisuuden aloja Pohjois-Karjalassa ovat muun muassa metsä- ja puuteollisuus, elintarvike-, muovi-, sekä kiviteollisuus. Metsäala on Pohjois-Karjalan talouden tukijalka. Metsäalalla toimii maakunnassa tällä hetkellä noin 4 200 henkilöä metsätaloudessa, puun korjuussa ja -kuljetuksessa, puunjalostuksessa sekä massan- ja paperin tuotannossa. Jos taas metsäalaan katsotaan laajemmassa muodossaan metsäbiotaloutena, Pohjois-Karjalassa metsäbiotalouden saralla toimii yli 6 000 henkilöä ja liikevaihtoa alalla kertyy noin 1,7 miljardia euroa. Metsäbiotalouteen on laskettu tällöin mukaan metsätalous, uusiutuva energia, puutuote- teollisuus ja puurakentaminen, sellu- ja kartonkiteollisuus, alaan liittyvä teknologiateollisuus, T&K-sektori, koulutus ja hallinto sekä metsiin liittyvä matkailu ja muut ekosysteemipalvelut (Pohjois-Karjala.fi 2015). Metsät ja Biotalous on yksi keskeinen Pohjois-Karjalan maakuntaohjelman POKAT 2017 edistämisen, kehittämisen ja seurannan teema. Maakuntaohjelman kolmesta kärjestä kaksi kärkeä Älykäs erikoituminen - älykäs kasvu sisältäen metsäbiotalouden sekä Öljyvapaa maakunta - kestävä kasvu, kohdistuvat suoraan Metsät ja Biotalous teemaan. Pohjois-Karjala on asettanut itselleen Öljyvapaa maakunta tavoitteen. Fossiilisista öljyistä vapaa maakunta on kova, mutta realistinen tavoite, joka vaatii kuitenkin myös paljon investointeja. Voimistuva biotalous ja ilmastonmuutoksen huomioiminen antaa hyvät mahdollisuudet Pohjois-Karjalassa resurssiviisaaseen toimintaan (Pohjois-Karjala.fi 2015).

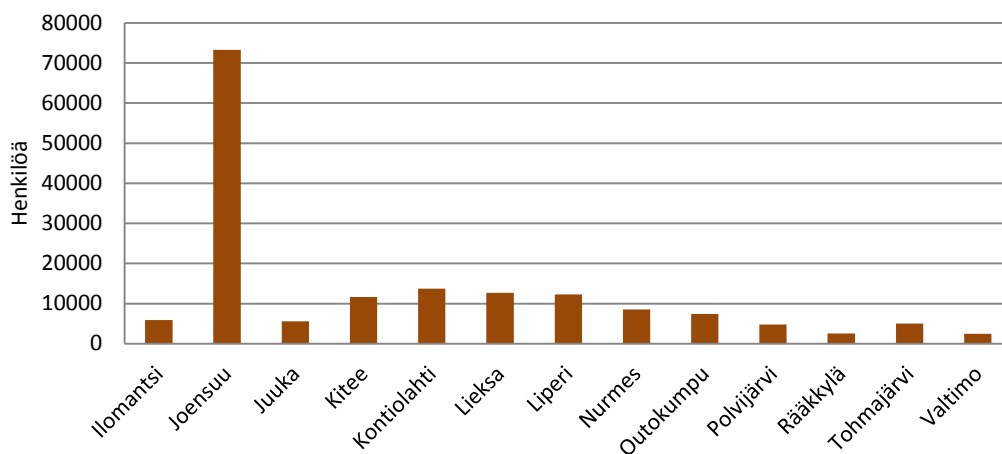
Pohjois-Karjala on siinä mielessä yhtenäinen alue, että sillä on yksi selkeä keskus. Joensuun asema maakunnan keskuksena ja kehityksen veturina on selvä ja tunnustettu. Joensuun kaupunkiseudun, joksi

luetaan Joensuun ja Outokummun kaupunkien sekä Kontiolahden, Liperin ja Polvijärven kuntien yhdes-
sä muodostama alue, maapinta-ala on 5 175 km² ja vesipinta-ala 1 302 km². Joensuun kaupunkiseudulla
asui vuoden 2013 lopussa 113 215 asukasta, joista noin 78 % asui taajamissa. Kuntaliitosten myötä Jo-
ensuun kaupunkiseudun yhdyskuntarakenne muuttui huomattavasti ja toi uusia haasteita. Niiden myötä
Joensuussa on useita kaavoitettuja taajamia, pieniä palvelukeskuksia, taajamien lievealueita, monenlai-
sia kyläalueita sekä laaja maaseutu. Kuntaliitokset loivat Joensuun kaupunkiseudun yhdyskuntaraken-
teelle muutostarpeita. Näitä ovat muun muassa hajarakentamisen hallinta sekä pienten taajamien asema-
kaavatilanne ja pitkäaikainen jälkeenjääneisyys. Taajamien hajallisuus toi kasvutarpeita sisäänpäin kohti
Joensuun keskustaa. Joensuun seudun kasvusopimuksen strategisena valintana on symmetrinen kaupun-
ki, johon sisältyy kaupunkiseudun yhdyskuntarakenteen näkökulmasta kaupungin keskustan laajentumi-
nen Pielisjoen itäpuolelle, kaupunkiseudun sisäinen kasvu ja ydinkaupunkiseudun kasvaminen päätei-
den suuntaisesti länteen, pohjoiseen ja itään. Kaupunkiseudun alueidenkäytöllä tuetaan erityisesti
pääteiden suuntaista aluerakenteen kehittämistä ja yhtenäistä taajamarakennetta sekä mahdollistetaan
kaupunkirakenteen tasapainoinen kehittyminen. Maakunnan keskeisenä kehittämisen haasteena on kui-
tenkin, miten maakunnan muut alueet pystyvät hyötymään keskuksen kasvusta ja sinne kasautuneesta
osaamisesta. Toisaalta kokonaisuudessaan vahva maakunta vahvistaisi vastavuoroisesti myös maakun-
nan keskusta (POKAT 2017- Pohjois-Karjalan maakuntaohjelma 2014).



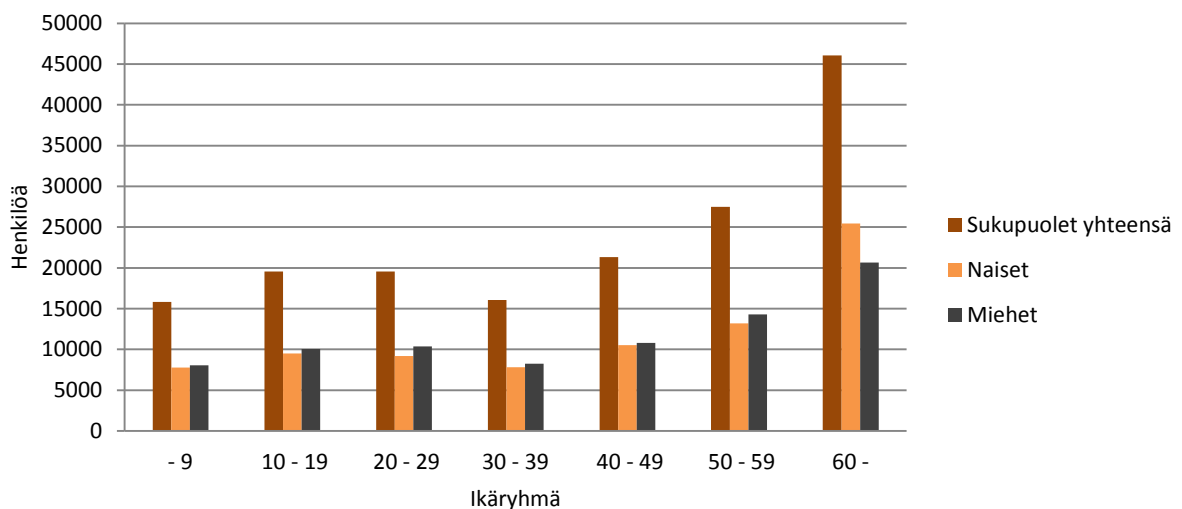
Kuva 2. Pohjois-Karjalan kunnat, taajama-alueet sekä valtatiet.

Pohjois-Karjalan ominaispiirteinä ovat pitkät välimatkat ja harva asutus. Pohjois-Karjalan väestö oli vuonna 2010 yhteensä 165 866 henkeä, joista miehiä oli 82 416 eli 49,7 % ja naisia 83 450 eli 50,3 %. Asutuskuntia Pohjois-Karjalassa oli vuonna 2010 yhteensä 80 823 (Tilastokeskus 2014b). Väestömäärältään Pohjois-Karjala oli Suomen pienimpiä maakuntia; 19 maakunnan joukossa Pohjois-Karjalan sijoitus oli 14 väestömäärältään suurimmasta pienimpään. Pohjois-Karjalan väentiheys on erittäin pieni, vain 7,7 asukasta/km². Väentihedeltään Pohjois-Karjala on Suomen 3. pienin maakunta; pienempiä ovat ainoastaan Lappi ja Kainuu. Väestömäärältään Pohjois-Karjalan suurimpia kuntia ovat Joensuu, Kontiolahti, Lieksa ja Liperi (kuva 3). Joensuussa asuu 44 % koko Pohjois-Karjalan väestöstä. Väestömäärältään pienimmät kunnat olivat Valtimo ja Rääkkylä, joissa molemmissa asui noin 2 500 asukasta (Tilastokeskus 2014b).



Kuva 3. Pohjois-Karjalan väestö eri kunnissa.

Harvan asutuksen ja pitkien välimatkojen lisäksi Pohjois-Karjalalle luovat haasteita sen vinoutunut ikärakenne. Pohjois-Karjalan väestörakennetta luonnehtii suurten ikäluokkien ja senioriväestön korkea väestöosuus ja toisaalta nuorempien ikäluokkien ja erityisesti 1970-luvulla ja 2000-luvulla syntyneiden suhteellisen vähäinen määrä. Pohjois-Karjalan väestöstä yli 60-vuotiaita oli vuonna 2010 27 %. Yli 50-vuotiaiden osuus oli 44 % (Tilastokeskus 2014b) (kuva 4). Tästä seuraa, että vanhushuoltosuhte on heikompi kuin maassa keskimäärin. Väestön ikääntyminen onkin lähivuosien merkittävin haaste. Se aiheuttaa muutostarpeita nykyisiin palvelujärjestelmiin ja niiden ylläpitoon (POKAT 2017- Pohjois-Karjalan maakuntaohjelma 2014)



Kuva 4. Pohjois-Karjalan väestö ikäryhmittäin ja sukupuolen mukaan.

Pohjois-Karjalan kuntien taloustilanne on erittäin haasteellinen huomioiden tulevat väestörakenteelliset muutokset. Väestö eläköityy ja ikärakenne vanhenee, mikä merkitsee paineita kuntatalouteen. Toisaalta maakunnan kuntien tuloverojen kasvu tulee jäämään koko maasta jälkeen ja lisäksi sosiaali- ja terveyspalvelujen kustannukset uhkaavat nousta talouden kantokykyä nopeammin. Maakunnan sisällä väestörakenteen ja muuttoliikkeen erot ovat suuret. Väestön keskittyminen Joensuun ydinkaupunkialueelle on selkeä trendi. Maakunnan reuna-alueilla väki taas vähenee. Merkittävä osa pohjoiskarjalaisista (56 %) asuu kuitenkin edelleen maaseudulla (POKAT 2017- Pohjois-Karjalan maakuntaohjelma 2014).

3.2 Pohjois-Karjalan talous

3.2.1 Talouden kokonaiskuva

Pohjois-Karjalan talouden yleiseksi hahmottamiseksi taulukossa 1 on esitetty Pohjois-Karjalan ja koko BKT ja sen muodostuminen vuonna 2010. Pohjois-Karjalan BKT vuonna 2010 oli 4 100 miljoonaa euroa. Yksityisen kulutuksen osuus bruttokansantuotteen muodostumisesta oli huomattavasti suurempi kuin koko maassa keskimäärin. Pohjois-Karjalassa yksityisen kulutuksen osuus oli 70 %, kun koko maassa se oli 55 %. Myös tuonnin osuus oli huomattavasti suurempi (60 %), kuin koko Suomessa (39 %). Julkisen kulutuksen osuus oli Pohjois-Karjalassa hieman suurempi, investointien ja viennin osuus samalla tasolla koko Suomen kanssa.

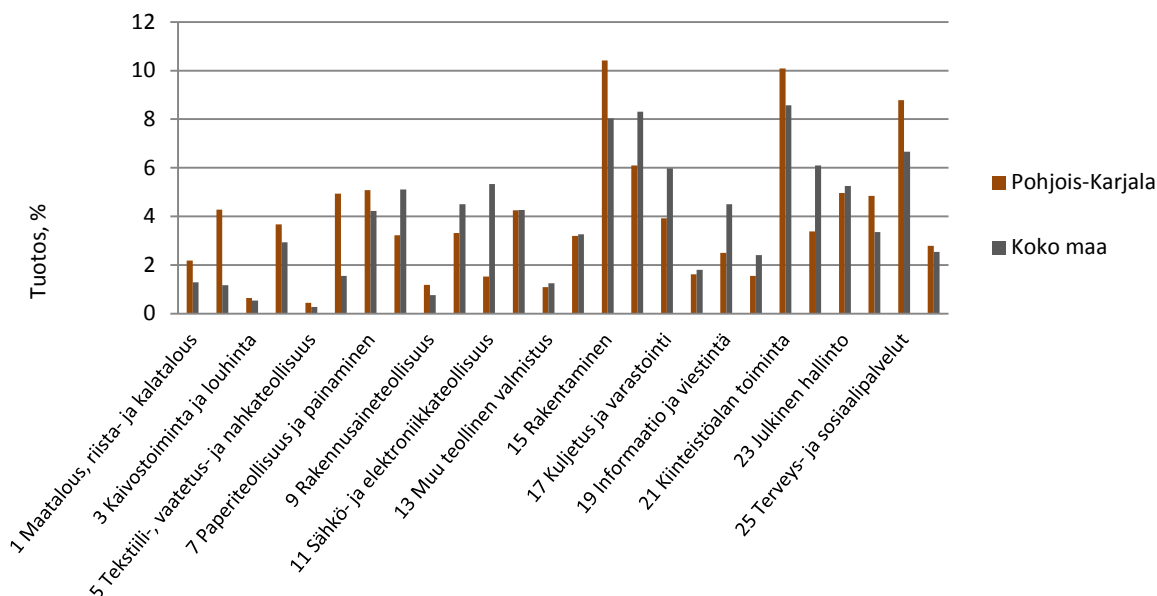
Yleisesti käytettyjä suhdelukuja erikokoisten talouksien ominaisuuksien vertailuun ovat väentiheys ja kansantuote henkeä kohti. Pohjois-Karjalan keskilukuku oli vuonna 2010 165 914 henkilöä. Väentiheys kokonaispinta-alan suhteen oli 7,7 henkilöä/km². Koko Suomen keskimääräinen väentiheys oli 15,8 henkilöä/km² laskettuna maa-pinta-alan ja makean veden pinta-alan suhteen. Pohjois-Karjalan väentiheys oli siten noin puolet Suomen keskimääräiseen väentihyyteen verrattuna. BKT henkeä kohti oli vuonna 2010 Pohjois-Karjalassa 25 % pienempi kuin koko Suomessa keskimäärin. Pohjois-Karjalan BKT henkeä kohti oli 24 700 euroa, kun koko Suomessa se oli 33 300 euroa. Sen sijaan yksityinen kulutus henkeä kohden oli vain noin 6,5 % alempi koko Suomeen verrattuna; Pohjois-Karjalassa 17 270 € ja Suomessa 18 470 €. Suomessa julkiset tulonsiirrot tasoittavat myös alueellisia tuloeroja Pohjois-Karjalan ollessa julkisten tulonsiirtojen nettosaaja. Tulonsiirroista johtuen Pohjois-Karjalan kulutus muodostuu suuremmaksi kuin tuotanto, ja siten alueen viennin ja tuonnin suhde on voimakkaasti negatiivinen. Yksi totutusta poikkeava tunnusluku on BKT pinta-alaa kohti eli taloudellisen toiminnan alueellinen tiheys. Taloudellisen toiminnan tiheys on hyödyllinen tunnusluku talouden aiheuttaman ympäristökuormituksen alueellisen intensiteetin taustana. BKT pinta-alaa kohti oli Pohjois-karjalassa 189 960 €/km² ja koko Suomessa 528 030 €/km², siten koko Suomen keskimääräinen BKT pinta-alaa kohden oli lähes kolminkertainen Pohjois-Karjalaan verrattuna.

Taulukko 1. Bruttokansantuote markkinahintaan Pohjois-Karjalassa ja keskimäärin koko Suomessa vuonna 2010.

	Pohjois-Karjala		Koko Suomi	
	Milj. €	%	Milj. €	%
Yksityinen kulutus	2 865	70	99 084	55
Julkinen kulutus	1 192	29	44 224	25
Investoinnit	816	20	33 007	18
Vienti	1 704	42	72 887	41
- Tuonti	-2 477	-60	-70 501	-39
Bruttokansantuote yhteensä	4 100	100	178 701	100

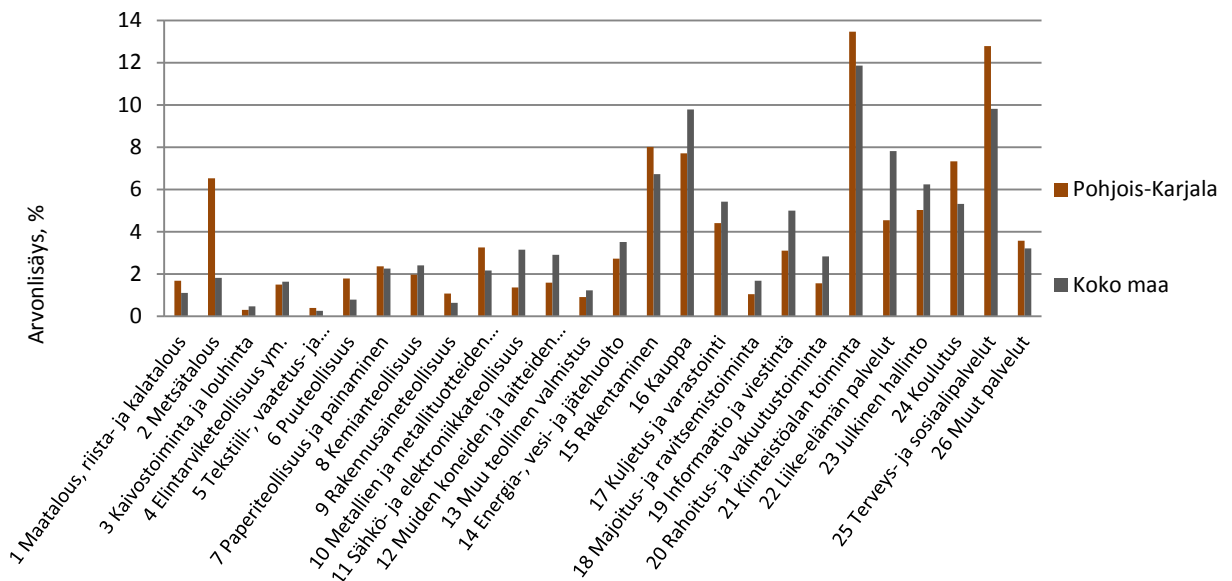
Pohjois-Karjalan sekä koko Suomen tuotantorakenteen vertailu tuotoksen prosentuaalisella jakautumisella sekä arvonalisäysoosuuksilla osoittaa Pohjois-Karjalassa suuremman osuuden tuotoksesta ja arvonalisäyksestä syntyvän alkutuotannosta ja pienemmän palveluista, jalostuksen osuuden ollessa samalla tasolla koko Suomen keskimääräisiin lukuihin verrattuna. Alkutuotanto sisältää maatalouden, metsätalouden ja kalastuksen, jalostus kattaa mineraalien kaivuun, tehdasteollisuuden, sähkö-, lämpö- ja vesi-

huollon sekä rakennustoiminnan. Alkutuotannon osuus Pohjois-Karjalassa oli 7,1 % tuotoksesta ja 8,5 % arvonlisäyksestä, kun koko Suomen vastaavat luvut olivat 2,5 % ja 2,9 %. Palvelujen osuus oli koko Suomessa keskimäärin 56 % tuotoksesta ja 69 % arvonlisäyksestä, kun Pohjois-Karjalan vastaavat luvut olivat 50 % ja 65 %. Jalostuksen osuus tuotoksesta oli molemmissa noin 42 %. Jalostuksen osuus arvonlisäyksestä oli Pohjois-Karjalassa 27 % ja koko Suomessa noin prosentin suurempi.



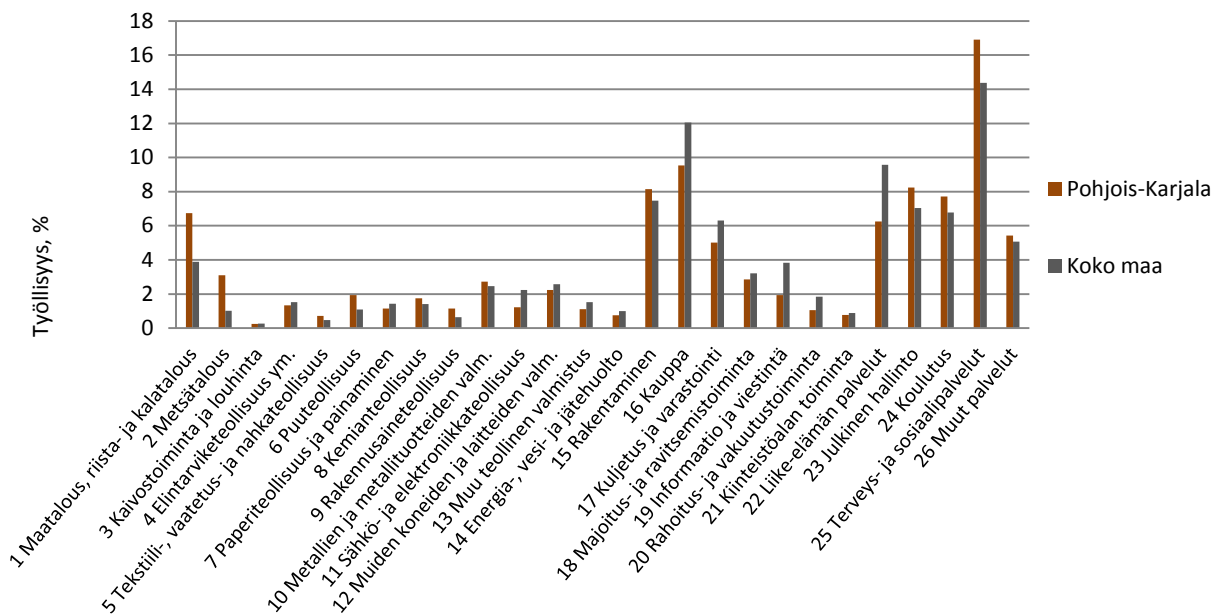
Kuva 5. Eri toimialojen (TOL26) osuus tuotoksesta vuonna 2010 Pohjois-Karjalassa ja keskimäärin koko Suomessa.

Eri toimialojen osuutta tuotoksesta, arvonlisäyksestä ja työllisyydestä verrattiin karkealla TOL26-toimialajajaolla koko maan keskimääräisiin osuuksiin. Vaikka suhteelliset erot eivät olekaan kovin suuria, eri toimialojen välillä löytyy eroavaisuuksia Pohjois-Karjalan ja koko Suomen keskimääräisten osuuksien välillä. Pohjois-Karjalassa erityisesti metsätalouden, puuteollisuuden, rakentamisen, kiinteistöalan toiminnan sekä terveys- ja sosiaalipalveluiden osuudet tuotoksesta olivat suurempia kuin koko maassa keskimäärin (kuva 5). Vastaavasti sähkö- ja elektroniikkateollisuuden, liike-elämän palveluiden, kuljetuksen ja varastoinnin, informaation ja viestinnän sekä kaupan osuudet tuotoksesta olivat pienempiä kuin koko maassa keskimäärin. Pohjois-Karjalassa metsätalouden, terveys- ja sosiaalipalveluiden, koulutuksen, kiinteistöalan toiminnan ja rakentamisen osuudet arvonlisäyksestä olivat suurempia kuin koko maassa keskimäärin (kuva 6). Liike-elämän palveluiden, kaupan, informaation ja viestinnän, sähkö- ja elektroniikkateollisuuden, rahoitus- ja vakuutustoiminnan, koneiden ja laitteiden valmistuksen sekä julkisen hallinnon osuudet arvonlisäyksestä olivat Pohjois-Karjalassa pienemmät.



Kuva 6. Eri toimialojen (TOL26) osuus arvonlisäyksestä vuonna 2010 Pohjois-Karjalassa ja keskimäärin koko Suomessa.

Alkutuotanto työllisti Pohjois-Karjalassa 6 856, jalostus 16 456 ja palvelut 44 678 henkilöä. Alkutuotannon osuus 10,1 % oli koko maan keskimääräistä arvoa (4,9 %) suurempi, kun taas palveluiden osuus (65,7 %) koko maan keskimääräistä osuutta (71 %) pienempi. Jalostuksen osuus oli molemmissa noin neljäsosa työllisyydestä. Pohjois-Karjalassa terveys- ja sosiaalipalvelut, maatalous, riista- ja kalatalous sekä metsätalous työllistävät suhteellisesti enemmän kuin koko maassa keskimäärin (kuva 6). Erityisesti liike-elämän palveluiden, kaupan sekä informaation ja viestinnän osuudet työllisyydestä olivat koko maan keskimääräisiä osuuksia pienempiä Pohjois-Karjalan maakunnan alueella. Terveys- ja sosiaalipalveluiden suuri osuus selittyy ikääntyvällä väestöllä sekä maakunnan alhaisella työllisyysasteella sekä toisaalta muun taloudellisen toiminnan, erityisesti liike-elämän palveluiden, kaupan ja monien jalostuksen toimialojen suhteellisella vähäisyydellä.



Kuva 6. Eri toimialojen (TOL26) osuus työllisyydestä vuonna 2010 Pohjois-Karjalassa ja keskimäärin koko Suomessa.

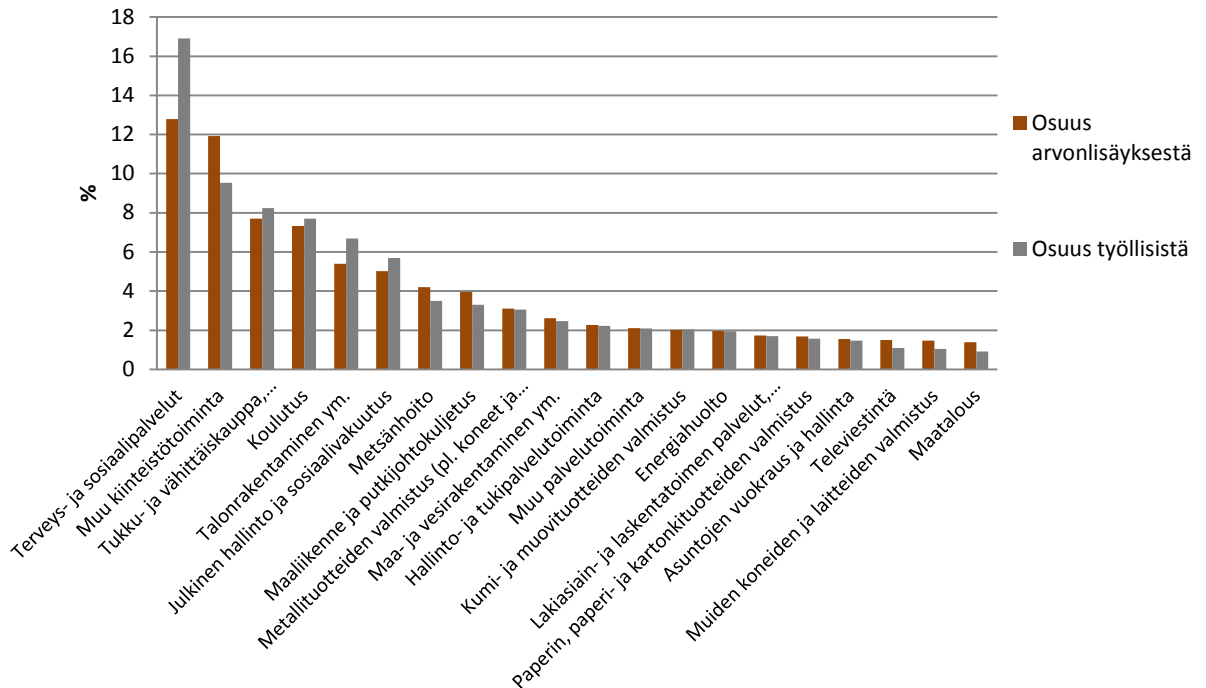
3.2.2 Toimialakohtainen vertailu

Pohjois-Karjalan talouden toimialarakenne käy yksityiskohtaisemmin ilmi taulukosta 2, jossa on esitetty tuotos, arvonlisäys ja työllisyys karkealla TOL26-toimialajaolla. Pohjois-Karjalan talouden erityispiirteinä ovat rakentamisen, kiinteistöalan toiminnan sekä terveys- ja sosiaalipalveluiden suuri osuus tuotoksesta ja arvonlisäyksestä. Metsätalouden ja koulutuksen osuus tuotoksesta ei ole yhtä suuri kuin edellä mainittujen toimialojen, mutta myös niiden osuus arvonlisäyksestä on suuri. Terveys- ja sosiaalipalvelut työllistävät kaksinkertaisen määrän Pohjois-Karjalan maakunnan asukkaita verrattuna toiseksi suurimpaan kaupan alaan.

Taulukko 2. Tuotos, arvonlisäys ja työllisyys (TOL26) Pohjois-Karjalassa toimialoittain vuonna 2010.

Toimiala TOL26	Tuotos		Arvonlisäys		Työllisyys	
	Milj. €	%	Milj. €	%	Henkilöä	%
1 Maatalous, riista- ja kalatalous	164,0	2,2	59,0	1,7	4588	6,7
2 Metsätalous	322,0	4,3	230,0	6,5	2102	3,1
3 Kaivostoiminta ja louhinta	48,2	0,6	10,5	0,3	166	0,2
4 Elintarviketeollisuus ym.	275,6	3,7	52,8	1,5	910	1,3
5 Tekstiili-, vaatetus- ja nahkateollisuus	33,3	0,4	13,8	0,4	484	0,7
6 Puuteollisuus	370,6	4,9	63,0	1,8	1312	1,9
7 Paperiteollisuus ja painaminen	382,1	5,1	83,3	2,4	782	1,2
8 Kemianteollisuus	242,1	3,2	69,2	2,0	1187	1,7
9 Rakennusaineteollisuus	88,9	1,2	37,8	1,1	777	1,1
10 Metallien ja metallituotteiden valm.	249,8	3,3	114,6	3,3	1855	2,7
11 Sähkö- ja elektroniikkateollisuus	115,0	1,5	48,0	1,4	836	1,2
12 Muiden koneiden ja laitteiden valm.	319,6	4,3	56,0	1,6	1516	2,2
13 Muu teollinen valmistus	82,2	1,1	31,9	0,9	750	1,1
14 Energia-, vesi- ja jätehuolto	240,0	3,2	96,0	2,7	509	0,7
15 Rakentaminen	783,0	10,4	282,0	8,0	5538	8,1
16 Kauppa	458,1	6,1	271,4	7,7	6485	9,5
17 Kuljetus ja varastointi	295,1	3,9	155,3	4,4	3405	5,0
18 Majoitus- ja ravitsemistoiminta	121,7	1,6	36,8	1,0	1939	2,9
19 Informaatio ja viestintä	188,0	2,5	109,2	3,1	1321	1,9
20 Rahoitus- ja vakuustustoiminta	117,0	1,6	55,0	1,6	718	1,1
21 Kiinteistöalan toiminta	757,9	10,1	474,2	13,5	526	0,8
22 Liike-elämän palvelut	254,3	3,4	159,9	4,5	4249	6,2
23 Julkinen hallinto	373,0	5,0	176,7	5,0	5602	8,2
24 Koulutus	364,3	4,8	258,1	7,3	5241	7,7
25 Terveys- ja sosiaalipalvelut	660,2	8,8	450,1	12,8	11500	16,9
26 Muut palvelut	210,0	2,8	126,0	3,6	3691	5,4
Yhteensä	7516,0	100,0	3520,4	100,0	67989	100,0
Alkutuotanto (1-3)	534,2	7,1	299,5	8,5	6856	10,1
Jalostus (4-15)	3182,2	42,3	948,4	26,9	16456	24,2
Palvelut (16 - 26)	3799,7	50,6	2272,5	64,6	44678	65,7

Kuvassa 7 on esitetty arvonlisäykseltään 20 suurimman toimialan osuus Pohjois-Karjalan työllisyydestä ja arvonlisäyksestä tarkemmalla toimialajaolla. Arvonlisäykseltään suurimmat toimialat olivat niitä, joilla oli myös suurin työllisyys, kuten terveys- ja sosiaalipalvelut, muu kiinteistötoiminta, tukku- ja vähittäiskauppa, koulutus, talonrakentaminen ym. sekä julkinen hallinto ja sosiaalivakuutus.



Kuva 7. Arvonlisäykseltään 20 suurimman toimialan osuus Pohjois-Karjalan työllisyydestä ja arvonlisäyksestä vuonna 2010.

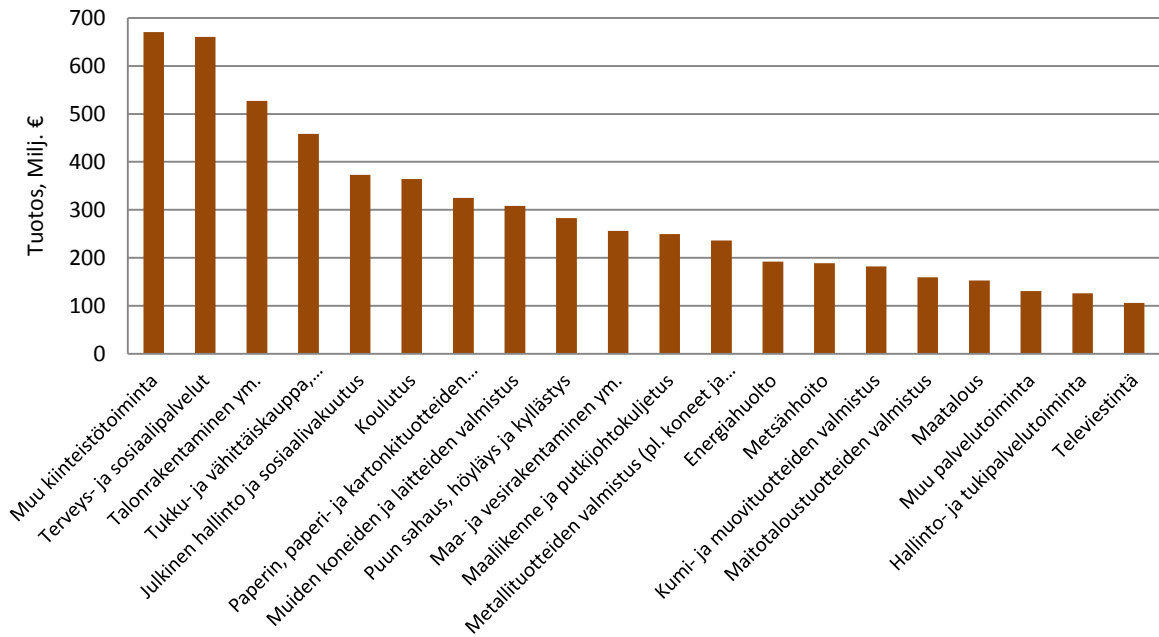
Pohjois-Karjalan talouden tuotoksen käyttö eli kuinka paljon toimialat tuottavat hyödykkeitä kuhunkin käyttötarkoitukseen esitetään taulukossa 3. Tuotoksen käyttö vaihtelee toimialoittain kunkin toimialan ominaispiirteiden, ja toisaalta talousalueelle ominaisen erikoistumisen mukaan. Esimerkiksi rakentamisen tuotos menee suurimmalta osalta investointeihin (61,5 %), kuten rakennuskannan lisäämiseen. Huomioitavaa on, että tuotoksen käyttö investointeihin ei sinällään indikoi toimialan tai Pohjois-Karjalan talousalueen korkeaa tai matalaa investointiastetta. Toimialan ominaispiirteet ovat suhteellisen pysyviä. Pohjois-Karjalan talousalueelle ominaiseen erikoistumiseen sen sijaan voidaan vaikuttaa muun muassa elinkeinopoliittisin keinoin. Alkutuotannon, kuten maatalouden, riista- ja kalatalouden sekä metsätalouden tuotoksesta 70 % menee väliuotekäyttöön. Energia- vesi ja jätehuollon tuotoksen väliuotekäyttö on 80 % ja kaivostoiminnan ja louhinnan 67 %. Kiinteistöalan toiminnan tuotoksesta melkein 90 % käytetään yksityiseen kulutukseen. Majoitus- ja ravitsemistoiminnasta sekä kaupasta noin puolet menee yksityiseen kulutukseen. Terveys- ja sosiaalipalveluista, koulutuksesta ja julkisesta hallinnosta 70-80 % menee julkiseen kulutukseen.

Pohjois-Karjalan tuotos oli vuonna 2010 yhteensä 7 516 miljoonaa euroa. Koko Pohjois-Karjalan tuotetaseesta tuontiin meni 2 354 miljoonaa euroa ja vientiin 1 631 miljoonaa euroa. Kuvassa 8 on esitetty tarkalla toimialajaolla tuotokseltaan 20 suurinta toimialaa. Suurimmat olivat muu kiinteistötoiminta, terveys- ja sosiaalipalvelut, talonrakentaminen ym., tukku- ja vähittäiskauppa, julkinen hallinto ja sosiaalivakuutus sekä koulutus. Alkutuotannon osuus tuotoksesta on Pohjois-Karjalassa aika pieni. Maatalouden osuus tuotoksesta oli 2 % ja metsänhoidon 2,5 %.

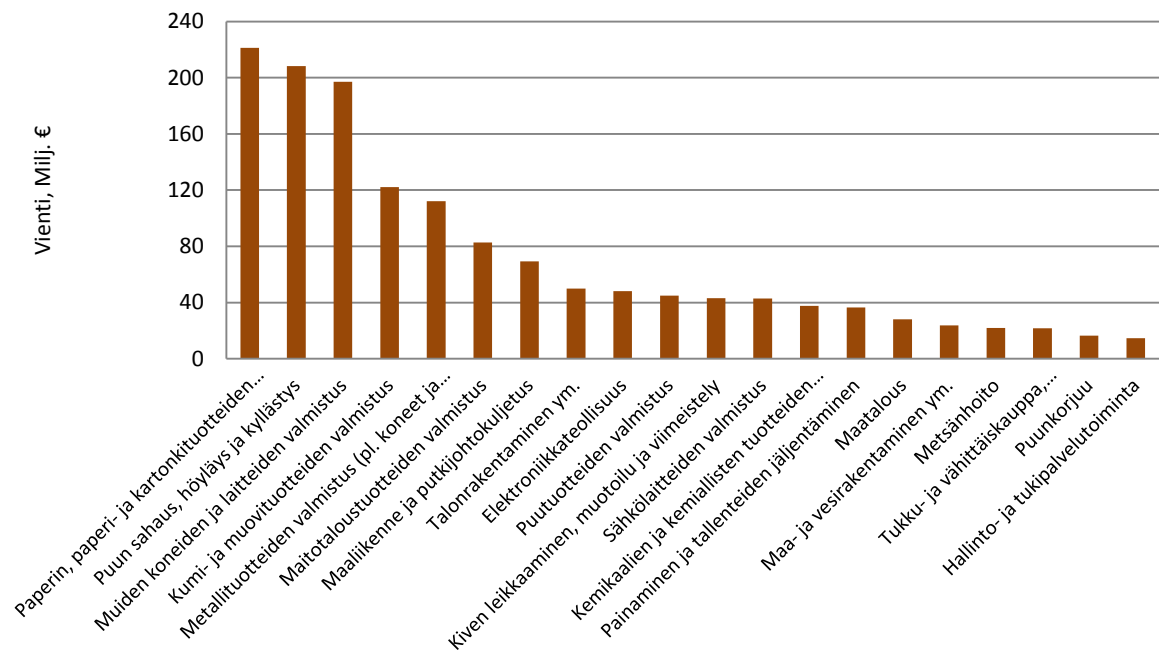
Taulukko 3. Tuotoksen käyttö välituotekäyttöön, yksityiseen kulutukseen, julkiseen kulutukseen, investointeihin ja vientiin kunkin toimialan (TOL26) sisällä Pohjois-Karjalassa 2010.

Toimiala TOL26	Välituote- käyttö	Yksityinen kulutus	Julkinen kulutus	Investoinnit	Vienti	Yhteensä
1 Maatalous, riista- ja kalatalous	70,1	9,3	0,0	0,6	20,0	100,0
2 Metsätalous	70,0	1,5	1,6	13,9	13,0	100,0
3 Kaivostoiminta ja louhinta	66,6	0,0	0,0	-1,4	34,7	100,0
4 Elintarviketeollisuus ym.	30,0	34,7	0,1	0,2	35,0	100,0
5 Tekstiili-, vaatetus- ja nahkateollisuus	21,0	0,0	0,1	0,4	78,5	100,0
6 Puuteollisuus	31,1	0,3	0,1	0,2	68,3	100,0
7 Paperiteollisuus ja painaminen	31,1	1,2	0,1	0,2	67,4	100,0
8 Kemianteollisuus	30,7	2,9	0,2	0,4	65,9	100,0
9 Rakennusaineteollisuus	43,4	0,9	0,1	0,6	55,0	100,0
10 Metallien ja metallituotteiden valm.	48,8	1,1	0,1	2,4	47,7	100,0
11 Sähkö- ja elektroniikkateollisuus	16,3	2,2	0,1	2,5	79,0	100,0
12 Muiden koneiden ja laitteiden valm.	26,7	2,2	0,2	6,4	64,5	100,0
13 Muu teollinen valmistus	56,0	13,8	0,1	6,4	23,8	100,0
14 Energia-, vesi- ja jätehuolto	80,0	13,9	0,4	1,6	4,1	100,0
15 Rakentaminen	27,1	0,2	1,8	61,5	9,4	100,0
16 Kauppa	43,1	49,6	1,1	1,5	4,7	100,0
17 Kuljetus ja varastointi	66,0	8,5	0,4	0,1	25,0	100,0
18 Majoitus- ja ravitsemistoiminta	27,5	52,4	0,4	0,0	19,7	100,0
19 Informaatio ja viestintä	53,4	34,0	0,1	6,1	6,4	100,0
20 Rahoitus- ja vakuutustoiminta	48,3	43,6	0,0	0,4	7,7	100,0
21 Kiinteistöalan toiminta	11,3	87,7	0,0	0,9	0,0	100,0
22 Liike-elämän palvelut	73,8	8,8	3,7	2,4	11,2	100,0
23 Julkinen hallinto	21,1	3,8	74,1	0,4	0,5	100,0
24 Koulutus	4,4	13,8	81,7	0,1	0,1	100,0
25 Terveys- ja sosiaalipalvelut	7,9	21,4	70,7	0,0	0,0	100,0
26 Muut palvelut	14,1	71,4	10,8	0,4	3,3	100,0
Yhteensä	33,5	22,1	14,7	8,0	21,7	100,0

Alkutuotannon viennin määräkään ei ole kovin suuri; maatalous vei tuotteita 28 miljoonalla eurolla ja metsänhoito 21 miljoonalla eurolla. Pohjois-Karjalassa metsänhoidon tuotteet jäävät pitkälti muiden toimialojen välituotekäyttöön eikä raakapuuta viedä maakunnasta pois niin paljon. Pohjois-Karjalassa sijaitsee maitotaloustuotteiden valmistusta, joka käyttää välituotteinaan maatalouden tuotteita, eikä suoraan maakunnan ulkopuolelle menevää teuraseläinten ja maidon vientiä ole niin paljon. Suurimmat vientitoimialat ovat kuitenkin metsäteollisuuden toimialoja ja maitotaloustuotteiden valmistus oli vienniltään 6. suurin toimiala. Paperin, paperi- ja kartonkituotteiden valmistus sekä puun sahaus, höyläys ja kyllästys olivat Pohjois-Karjalan suurimmat vientitoimialat (kuva 9). Näiden molempien vienti oli vuonna 2010 yli 200 miljoonaa euroa. Muiden koneiden ja laitteiden valmis ylsi lähes samaan vientiosuuteen.

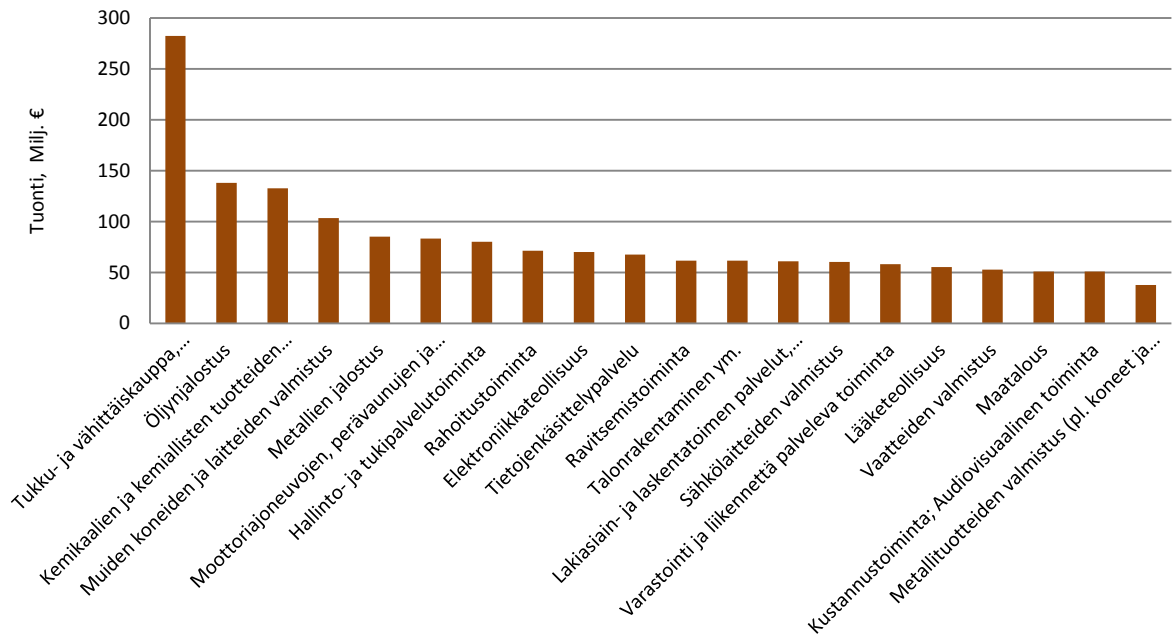


Kuva 8. Tuotokseltaan 20 suurinta toimialaa Pohjois-Karjalassa vuonna 2010.



Kuva 9. Vienniltään 20 suurinta toimialaa Pohjois-Karjalassa 2010.

Suurimmat tuontitoimialat olivat tukku- ja vähittäiskauppa, moottoriajoneuvojen ja moottoripyörien korjaus, öljynjalostus, kemikaalien ja kemiallisten tuotteiden valmistus, muiden koneiden ja laitteiden valmistus sekä metallien jalostus (kuva 10). Öljynjalostuksen toimiala tuo maakuntaan enimmäkseen öljytuotteita energiakäyttöön eli raskasta ja kevyttä polttoöljyä.



Kuva 10, Tuonniltaan 20 suurinta toimialaa Pohjois-Karjalassa 2010.

4 Pohjois-Karjalan materiaalivirrat ja energianhuolto

4.1 Pohjois-Karjalan materiaalivirrat

4.1.1 Materiaalivirtojen kokonaiskuva

Pohjois-Karjalan fyysisten panos-tuotostaulukoiden tuottamasta aineistosta voidaan laskea luonnonvarojen ja raaka-aineiden käyttöä kuvaavia tunnuslukuja. Tässä hankkeessa luonnonvarojen käyttöä kuvattiin sekä tuotantolähtöisellä (RMI) että kulutuslähtöisellä raaka-aineiden käytöllä (RMC). Bruttokansantuotetta, asukasta ja pinta-alaa kohti lasketut raaka-aineiden käyttöluvut eli materiaalivirtaindikaattorit muodostavat resurssitehokkuuden mittareita, joilla voidaan mitata Pohjois-Karjalan resurssien käytön tehokkuutta suhteessa koko maan keskimääräiseen raaka-aineiden käyttöön.

Pohjois-Karjalan omasta luonnosta otettu käytetty otto oli vuonna 2010 7 835 miljoonaa kilogrammaa (kg) (taulukko 4). Tuontituotteisiin sisältyvä raaka-aineiden käytetty otto oli 4 484 miljoonaa kg, joten tuotantolähtöinen raaka-aineiden käyttö (RMI) sisältäen oman käytetyn otton ja tuonnin käytetyn otton oli 12 319 miljoonaa kg. Kulutuslähtöinen raaka-aineiden käyttö (RMC), josta on vähennetty viennin raaka-ainekäyttö pois, oli 6 507 miljoonaa kg. Täten reilut 60 % raaka-aineiden kokonaiskäyttöä Pohjois-Karjalassa tuli omalta alueelta, kun vastaava osuus koko Suomessa on alle puolet (45 %).

Pohjois-Karjalan raaka-aineiden käyttö sekä asukasta että bruttokansantuotetta kohden oli korkea Suomen keskimääräiseen käyttöön verrattuna. Asukasta kohden Pohjois-Karjalan oma käytetty otto oli 47 222 kg, kun koko maan keskimääräinen oma käytetty otto oli 31 105 kg/asukas. Pohjois-Karjalassa kulutettiin siten 1,5-kertainen määrä omia raaka-aineita asukasta kohden kuin koko maassa keskimäärin. Tuotanto- ja kulutuslähtöisissä raaka-aineiden käytöissä asukasta kohti Pohjois-Karjalan ja koko maan ero ei ollut niin suuri (kuva 11). Pohjois-Karjalan tuotantolähtöinen raaka-aineiden käyttö (RMI) asukasta kohden oli 74 252 kg/asukas ja koko maan 69 106 kg/asukas. Vastaavat kulutuslähtöiset luvut olivat 39 221 kg/asukas ja 32 709 kg/asukas.

Bruttokansantuotetta kohden laskettuna Pohjois-Karjalan oma käytetty otto oli yli kaksinkertainen (1,91 kg/BKT) koko maan keskimääräinen omaan raaka-aineiden ottoon verrattuna (0,93 kg/BKT). Tuotanto- ja kulutuslähtöisessä raaka-aineiden käytössä ei ero ollut bruttokansantuotteeseen verrattunaakaan niin suuri. Pohjois-Karjalan RMI oli 3 kg/BKT ja koko maan 2,1 kg/BKT. Vastaavat kulutuslähtöiset (RMC) luvut bruttokansantuotetta kohden olivat 1,59 kg/BKT Pohjois-Karjalassa ja 0,98 kg/BKT koko maassa. Osaltaan luvut selittyvät Pohjois-Karjalan alhaisella bruttokansantuotteella ja väestötiheydellä. Pinta-alaa kohden laskettuna Pohjois-Karjalan oma käytetty otto oli noin puolet (570 kg/km²) koko maan keskimääräisestä omasta käytetystä otosta pinta-alaa kohti (1095 kg/km²). Myös tuotanto- ja kulutuslähtöiset raaka-aineiden käytöt olivat pinta-alaa kohden koko maata pienemmät; tuotantolähtöiset noin 26 % ja kulutuslähtöiset 42 % pienemmät kuin koko maan raaka-aineiden käyttö kg/km². Siten raaka-aineiden käytön aiheuttama pinta-alaan nähden suhteutettu luontorasitus jää Pohjois-Karjalassa pienemmäksi kuin koko maassa.

Taulukko 4. Materiaalivirtaindikaattorit Pohjois-Karjalassa ja koko Suomessa keskimäärin vuonna 2010.

	Yksikkö	Pohjois-Karjala	Koko Suomi
RMI	Milj.kg	12319	370627
RMI/BKT	kg/BKT	3,0	2,1
RMC	Milj. kg	6507	175428
RMC/asukas	kg/asukas	39221	32709

Maakunnan talouden raaka-aineiden oman käytetyn ja tuonnin käytetyn otton jakautuminen eri loppukäyttöryhmiin on esitetty taulukossa 5. Yksityinen ja julkinen kulutus sekä investoinnit muodostavat maakunnan oman raaka-aineiden loppukäytön. Omasta käytetystä otosta suurin osa meni investointeihin, tuonnin käytetystä otosta yksityiseen kulutukseen. Raaka-aineiden oma käytetty otto jakaantui lähes

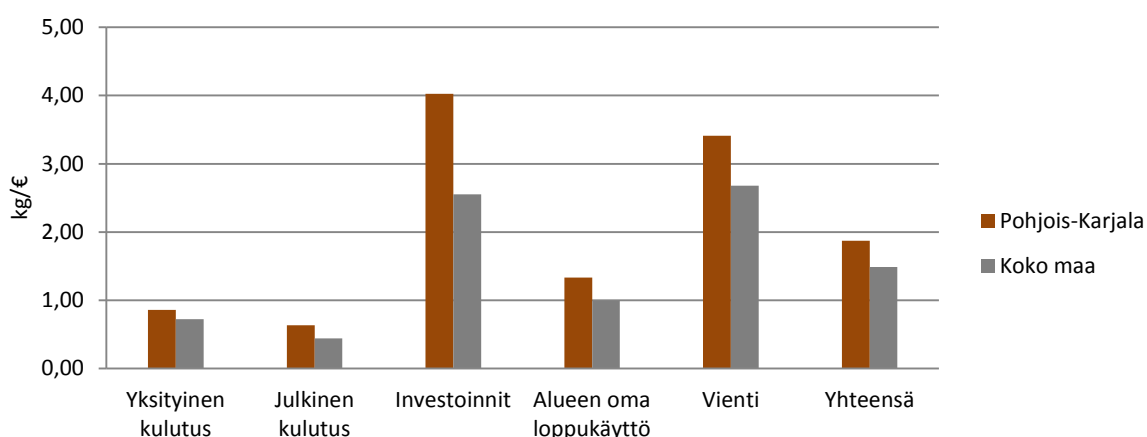
puoliksi maakunnan omaan loppukäyttöön ja vientiin. Tuonnin käytetystä otosta vientiin meni 43 %. Yksityisessä kulutuksessa tuonnin osuus oli reilut puolitoistakertainen, julkisessa kulutuksessa noin puolet ja investoinneissa vain noin 30 %.

Vientiin menevä luonnonvarojen käyttö oli 5 812 miljoonaa kg, joka on suurempi kuin tuonnin luonnonvarojen käyttö 4 485 miljoonaa kg. Rahamääräisesti mitattuna Pohjois- Karjalan tuonnin arvo, yhteensä 2 353 miljoonaa euroa oli puolestaan suurempi kuin viennin arvo, joka oli 1 631 miljoonaa euroa. Rahamääräisen taseen suhde materiaalivirtataseeseen johtuu siitä, että Pohjois-Karjalan tuonti koostuu jalostetuista tuotteista; erityisesti tukku- ja vähittäiskaupan tuotteista, moottoriajoneuvojen ja moottoripyörien korjauksesta. Myös öljynjalostuksen, kemikaalien ja kemiallisten tuotteiden valmistuksen, muiden koneiden ja laitteiden valmistuksen sekä metallien jalostuksen osuus tuonnista oli suuri. Pitkälle jalostetuissa tuotteissa materiaalikilon hinta on korkeampi kuin matalan jalostusasteen tuotteissa, vaikka Pohjois-Karjalan vienti ei koostukaan esimerkiksi pelkän raakapuun viennistä, vaan erityisesti paperin- ja kartonkituotteiden valmistuksesta, puun sahauksesta, höyläyksestä ja kyllästyksestä sekä muiden koneiden ja laitteiden valmistuksesta.

Taulukko 5. Pohjois-Karjalan talouden raaka-aineiden oma ja tuonnin käytetty otto vuonna 2010.

	Oma käytetty otto, Milj. kg	Tuonnin käytetty otto, Milj. kg	Yhteensä, Milj. kg	%
Yksityinen kulutus	934	1 531	2 466	20,0
Julkinen kulutus	516	238	754	6,1
Investoinnit	2 502	785	3 287	26,7
Oma loppukäyttö	3 953	2 555	6 507	52,8
Vienti	3 882	1 930	5 812	47,2
Yhteensä	7 835	4 485	12 319	100,0

Pohjois-Karjalan ja koko maan keskimääräisen raaka-aineiden käytön jakaminen kyseisen loppukäytön ryhmän rahamääräisellä kulutuksella (raaka-aineiden käyttö/€) osoittaa, että Pohjois-Karjala kuluttaa kaikissa loppukäytön ryhmissä enemmän raaka-aineita euroa kohden kuin koko maassa keskimäärin (kuva 11). Raaka-aineiden käytön intensiteetti on siten maakunnassa korkeampaa kuin koko maassa keskimäärin. Erityisesti investoinneissa Pohjois-Karjalan raaka-aineintensiteetti oli huomattavan korkea suhteessa koko maan keskimääräiseen investointien raaka-ainekäyttöön euroa kohden.



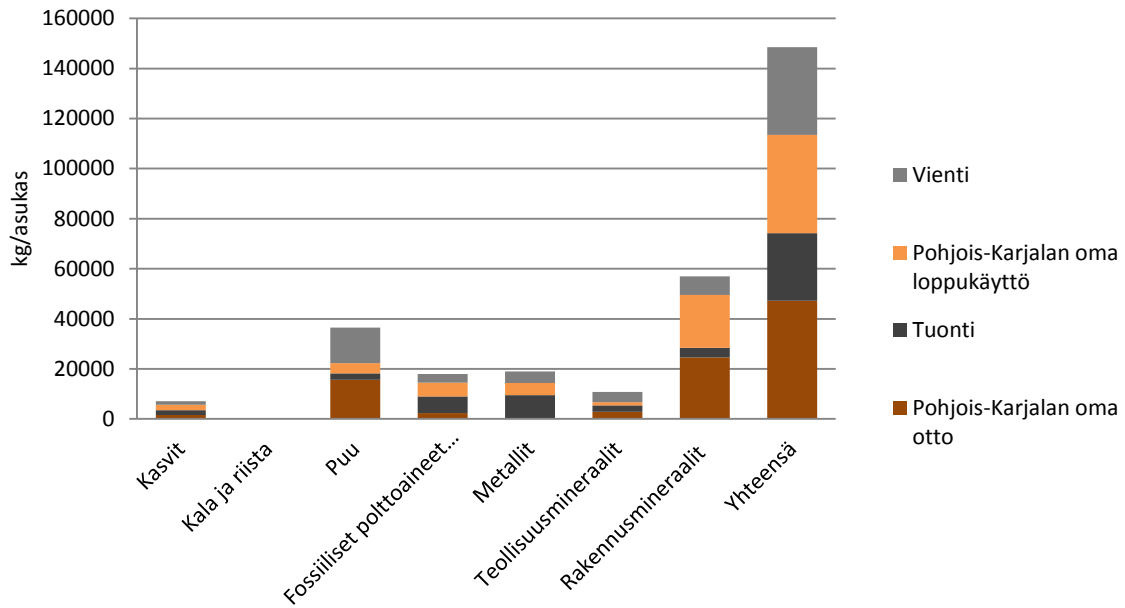
Kuva 11. Pohjois-Karjalan ja keskimäärin koko Suomen raaka-aineiden käyttö jaettuna kyseisen loppukäytön ryhmän kulutuksella (raaka-aineiden käyttö/€) vuonna 2010.

Raaka-aineiden käytön jakautuminen raaka-aineryhmittäin osoittaa, että Pohjois-Karjalan oma otto on ennen kaikkea rakennusmineraalien ja puun käyttöä (taulukko 6). Omasta otosta yli puolet oli rakennusmineraalien ottoa ja noin 33 % puuta. Puuta ja rakennusmineraaleja tuodaan maakuntaan suhteellisen vähän, molempia noin 15 % siitä mitä maakunnan oma käytetty otto on. Puusta vientiin menee loppulta lähes sama raaka-ainemäärä kuin maakunnan oma otto on. Rakennusmineraaleista taas suurin osa menee alueen omaan loppukäyttöön, kuten rakentamisen investointeihin. Maakunnan tuonnin käytetystä otosta suurin osa on metallien ja fossiilisten polttoaineiden tuontia. 34 % tuonnista on metalleja ja noin neljäsosa fossiilisia polttoaineita. Pohjois-Karjalaan tuoduista metalleista menee vientituotteisiin noin puolet ja puolet maakunnan omaan loppukäyttöön. Fossiilisista polttoaineista noin kaksi kolmasosaa käytetään omaan loppukäyttöön ja yksi kolmasosa sitoutuu vientituotteisiin.

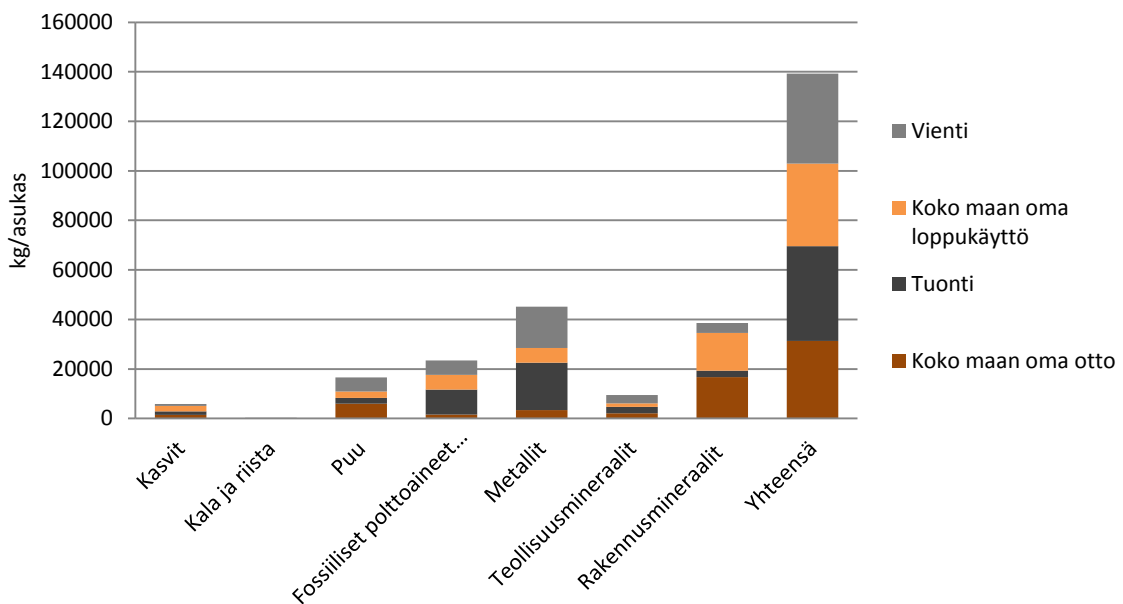
Taulukko 6. Pohjois-Karjalan raaka-aineiden käytön jakautuminen omaan käytettyyn ottoon, tuontiin, oman loppukäyttöön ja vientiin raaka-aineryhmittäin vuonna 2010,

Raaka-aine	Oma käytetty otto, Milj. kg	Tuonnin käytetty otto, Milj. kg	RMI tuotanto-lähtöinen loppukäyttö yhteensä, Milj. kg	RMC kulutus-lähtöinen loppukäyttö, Milj. kg	Vienti, Milj. kg
Kasvit	257	330	587	356	231
Kala ja riista	9	8	17	12	5
Puu	2 597	427	3 024	683	2 341
Fossiiliset polttoaineet (ml. turve)	397	1 094	1 491	921	570
Metallit	34	1 541	1 575	817	758
Teollisuusmineraalit	465	434	899	214	685
Rakennusmineraalit	4 076	650	4 726	3 503	1 224
Yhteensä	7 835	4 485	12 319	6 507	5 812

Raaka-aineiden käytön jakautuminen raaka-aineryhmittäin asukasta kohden (kuvat 12 ja 13), että Pohjois-Karjalassa korostuu enemmän oman käytetyn otton sekä oman loppukäytön osuus eri raaka-aineryhmien kokonaiskäytössä, kun taas koko maassa keskimäärin sama osuus on omalla käytetyllä otolla, tuonnilla, omalla loppukäytöllä sekä viennillä. Suhteessa asukaslukuun erityisesti rakennusmineraaleja ja puuta käytetään Pohjois-Karjalassa enemmän kuin koko maassa keskimäärin. Käytön suhteet oman käytetyn otton, tuonnin, oman loppukäytön ja viennin osalta olivat kuitenkin suurin piirtein samat. Erityisesti metalleja käytetään Pohjois-Karjalassa koko maan keskimääräistä asukaskohtaista käyttöä vähemmän. Ero on noin 60 %. Metallien kokonaisloppukäytöstä myös huomattavasti pienempi osa menee vientituotteisiin. Pohjois-Karjalassa vientiin menevä osuus metallien loppukäytöstä on 38 %, kun koko maassa se on 74 %. Fossiilisia polttoaineita käytetään maakunnassa asukasta kohden 23 % vähemmän kuin koko maassa keskimäärin. Kasvien sekä kalan ja riistan osuus raaka-aineryhmittäisestä käytöstä on pieni, mutta niitä käytetään Pohjois-Karjalassa asukasta kohden suhteellisesti enemmän kuin koko maassa keskimäärin. Kalan ja riistan loppukäyttö maakunnassa on 37 % korkeampi. Kalasta ja riistasta noin kaksi kolmasosaa käytetään maakunnan alueella ja kolmasosa menee vientituotteisiin.



Kuva 12. Pohjois-Karjalan raaka-aineiden käytön jakautuminen omaan käytettyyn ottoon, tuontiin, oman loppukäyttöön ja vientiin raaka-aineryhmittäin vuonna 2010 asukasta kohden.



Kuva 13. Koko Suomen talouden keskimääräisen raaka-aineiden käytön jakautuminen omaan käytettyyn ottoon, tuontiin, oman loppukäyttöön ja vientiin raaka-aineryhmittäin vuonna 2010 asukasta kohden.

4.1.2 Toimialakohtainen vertailu

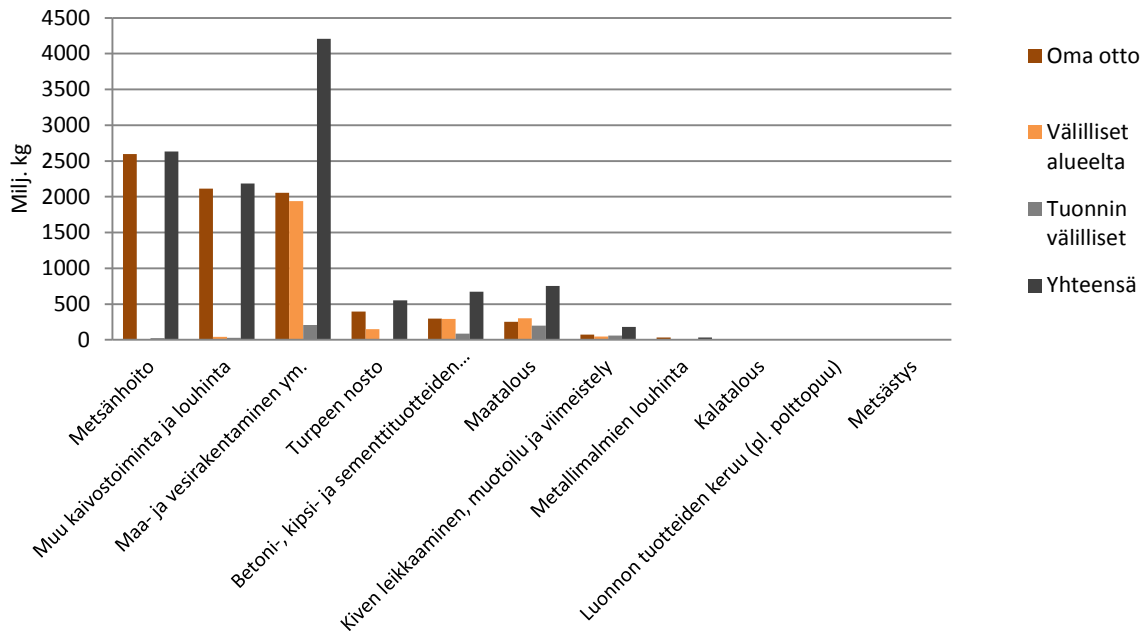
Pohjois-Karjalan tuotteiden loppukäytön raaka-ainekäyttö karkealla toimialajaolla (TOL26) sekä jakautuminen yksityiseen ja julkiseen kulutukseen, investointeihin, Pohjois-Karjalan oman loppukäyttöön ja vientiin vuonna 2010 on esitetty taulukossa 7. Pohjois-Karjalan alueen raaka-aineiden oma käytetty otto keskittyy käytännössä kolmeen toimialaan: metsänhoitoon, muuhun kaivostoimintaan ja louhintaan sekä maa- ja vesirakentamiseen (kuva 14). Näiden kaikkien toimialojen luonnonvarojen käyttöön liittyy ns. piilovirtoja, kuten sivukiveä ja hakkuutähteitä, joita jatkojalostus ei hyödynnä. Tässä hankkeessa käyt-

tämätöntä ottoa ei kuitenkaan otettu huomioon, ainoastaan raaka-aineiden käytetty otto. Maa- ja vesirakentaminen on raaka-ainekäytöltään ylivoimaisesti suurin toimiala (kuva 15). Metsänhoito sekä muu kaivostoiminta ja louhinta ottavat omasta maakunnasta käyttöön enemmän raaka-aineita, mutta kokonaiskulutukseltaan niiden raaka-ainekäyttö on vain reilut puolet siitä, mikä maa- ja vesirakentamisen raaka-aineiden kokonaiskäyttö on.

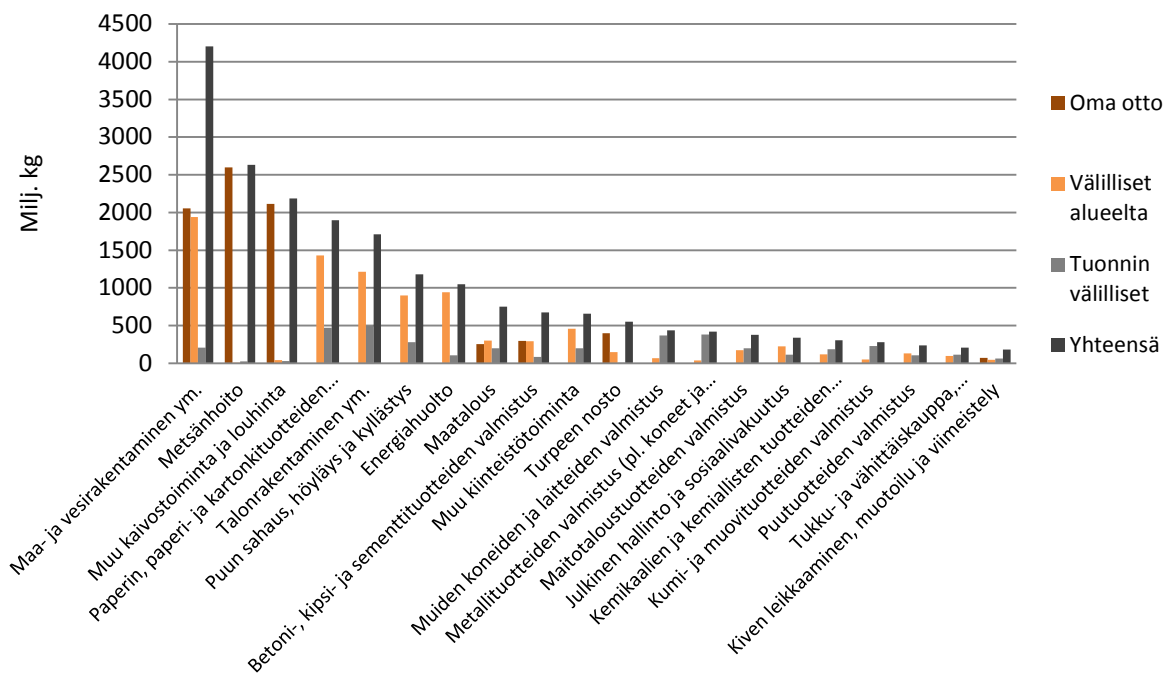
Pääasiassa monien toimialojen raaka-aineiden käyttöä ei voida yksiselitteisesti verrata toisiinsa, koska eri toimialat ovat verkostoituneet keskenään. Esimerkiksi paperin, paperi- ja kartonkituotteiden valmistusta ja puun sahausta, höyläystä ja kyllästystä ei voida ajatella ilman metsänhoidon raaka-aineiden käyttöä, koska nämä toimialat käyttävät välituotteinaan metsänhoidon raaka-ainepanoksia. Talonrakentaminen käyttää esimerkiksi sekä maa- ja vesirakentamisen että puun sahauksen, höyläyksen ja kyllästyksen raaka-ainepanoksia. Toimialakohtaiset raaka-aineiden käytöt antavatkin lähinnä perustan seurata kunkin toimialan omaa raaka-aineiden käyttöä ja resurssitehokkuuden edistymistä.

Taulukko 7. Pohjois-Karjalan tuotteiden loppukäytön raaka-ainekäyttö toimialoittain (TOL26) sekä jakautuminen yksityiseen ja julkiseen kulutukseen, investointeihin, Pohjois-Karjalan omaan loppukäyttöön ja vientiin vuonna 2010 (Milj. kg).

Toimialat TOL26	Yksityinen kulutus	Julkinen kulutus	Investoinnit	Alueen oma loppukäyttö	Vienti	Yhteensä
1 Maatalous, riista- ja kalatalous	96	0	3	100	150	250
2 Metsätalous	2	1	1	4	433	437
3 Kaivostoiminta ja louhinta	0	0	-43	-43	626	583
4 Elintarviketeollisuus ym.	377	1	1	379	219	598
5 Tekstiili-, vaatetus- ja nahkateollisuus	35	0	0	35	25	60
6 Puuteollisuus	5	1	2	8	990	998
7 Paperiteollisuus ja painaminen	27	2	2	31	1 357	1 388
8 Kemianteollisuus	203	4	2	209	378	587
9 Rakennusaineteollisuus	7	0	3	11	246	256
10 Metallien ja metallituotteiden valm.	15	0	14	29	217	246
11 Sähkö- ja elektroniikkateollisuus	129	0	30	160	186	346
12 Muiden koneiden ja laitteiden valm.	53	1	93	146	289	436
13 Muu teollinen valmistus	112	0	19	131	32	164
14 Energia-, vesi- ja jätehuolto	153	3	15	171	13	184
15 Rakentaminen	22	233	3 108	3 363	546	3 908
16 Kauppa	181	4	5	190	10	200
17 Kuljetus ja varastointi	34	1	0	35	49	84
18 Majoitus- ja ravitsemistoiminta	91	1	0	91	19	111
19 Informaatio ja viestintä	47	0	19	66	5	72
20 Rahoitus- ja vakuutustoiminta	39	0	0	39	4	43
21 Kiinteistöalan toiminta	653	0	6	658	0	658
22 Liike-elämän palvelut	29	5	4	38	12	50
23 Julkinen hallinto	13	254	2	269	2	271
24 Koulutus	18	104	0	122	0	122
25 Terveys- ja sosiaalipalvelut	38	125	0	163	0	163
26 Muut palvelut	88	13	0	101	4	104
Yhteensä	2 466	754	3 287	6 507	5 812	12 319



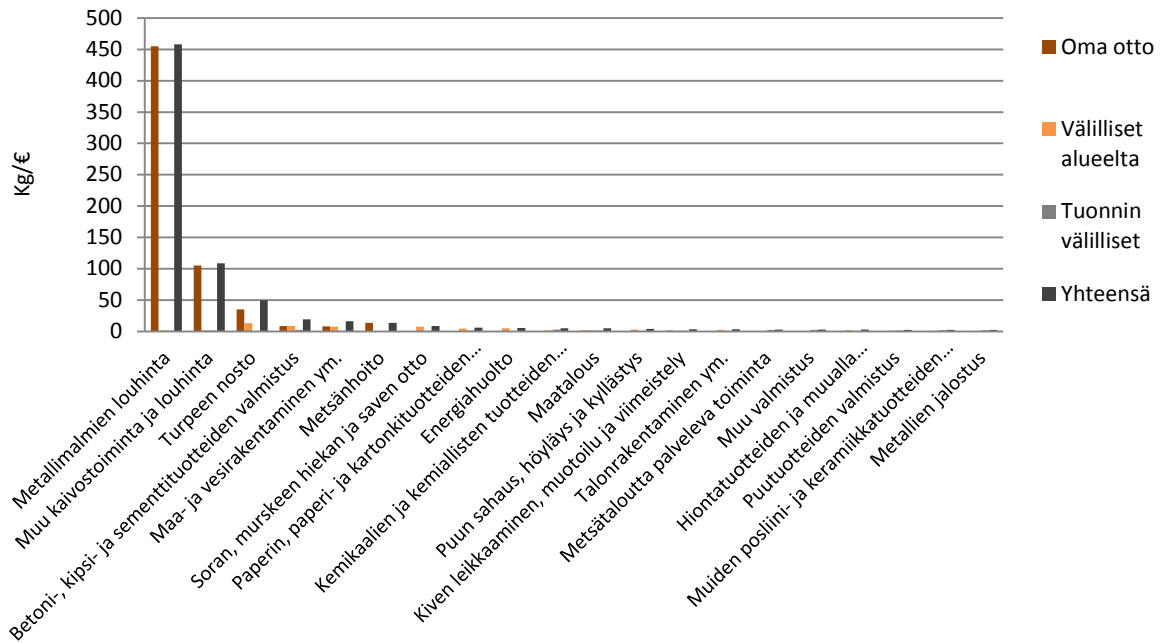
Kuva 14. Pohjois-Karjalan tuotantotoiminnan raaka-aineiden käyttö toimialoilta, joilla oli omaa suoraa tuotantopanosen käytettyä ottoa Pohjois-Karjalan maakunnassa 2010.



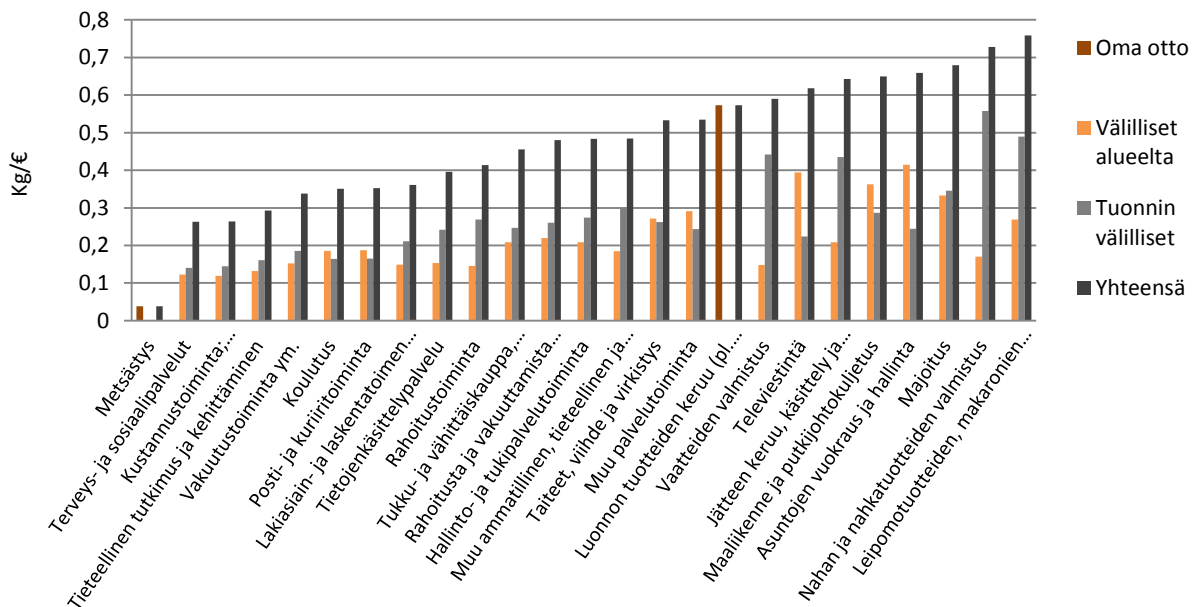
Kuva 15. Pohjois-Karjalan tuotantotoiminnan raaka-aineiden käyttö 20 kokonaiskulutukseltaan suurimman toimialan osalta vuonna 2010.

Kokonaisuudessaan Pohjois-Karjalan raaka-aineiden käytön intensiteetti oli korkeampi jokaisen loppukäytön ryhmässä kuin koko Suomessa keskimäärin. Toimialakohtaiset raaka-aineintensiteetit (kg/€) saadaan jakamalla raaka-aineiden käyttö omaan käytettyyn ottoon, alueen välilliseen raaka-ainekäyttöön, tuonnin välilliseen raaka-ainekäyttöön sekä kokonaiskäyttöön kunkin toimialan tuotoksella. Raaka-aineintensiteetti kuvaa kuinka paljon raaka-aineita käytetään verrattuna toimialan tuotokseen. Mitä suurempi raaka-ainekäyttö tai pienempi tuotos toimialalla on suhteessa toisiinsa, sitä suuremmaksi raaka-aineintensiteetti muodostuu. Pohjois-Karjalassa ylivoimaisesti suurimman raaka-aineintensiteetin omaava toimiala oli metallimalmien louhinta (kuva 16). Seuraavana tulivat muu kaivostoiminta ja lou-

hinta sekä turpeen nosto. Muiden toimialojen raaka-aineintensiteetit olivat hyvin samalla tasolla. Toimialoihin, joilla oli pienimmät raaka-aineintensiteetit, kuuluivat metsästys, terveys- ja sosiaalipalvelut, kustannustoiminta; audiovisuaalinen toiminta, tieteellinen tutkimus ja kehittäminen, vakuutustoiminta ym. sekä koulutus (kuva 17). Metsästyksen raaka-ainekäyttö koostui omasta luonnonvarojen käytetystä otosta, muiden toimialojen taas sekä oman alueen että tuonnin välillisestä käytöstä.



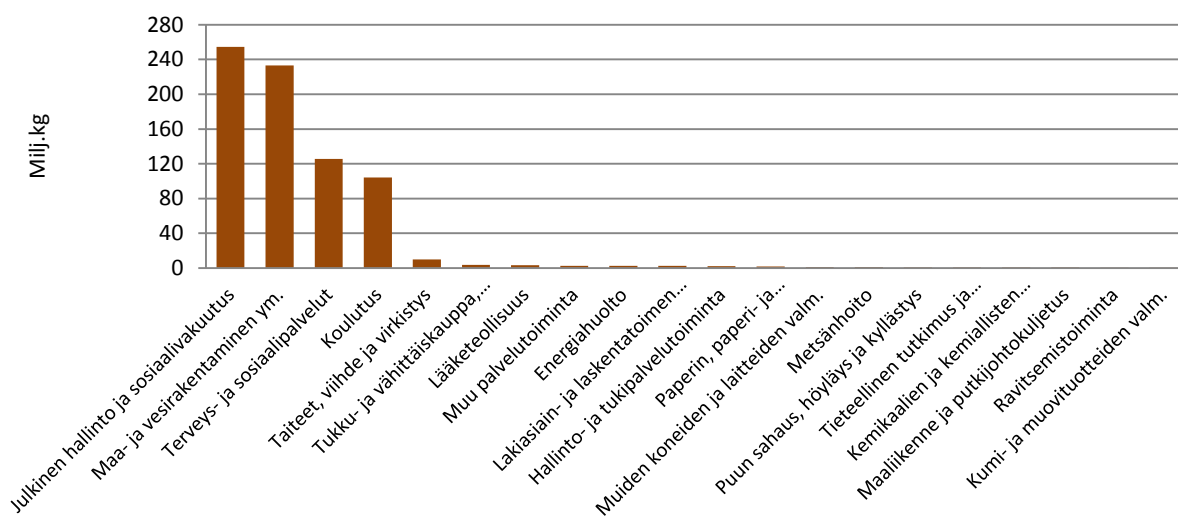
Kuva 16. Pohjois-Karjalan raaka-aineiden käytön raaka-aineintensiteetit (raaka-aineet/tuotos) 20 raaka-aineintensiteetiltään suurimman toimialan osalta vuonna 2010.



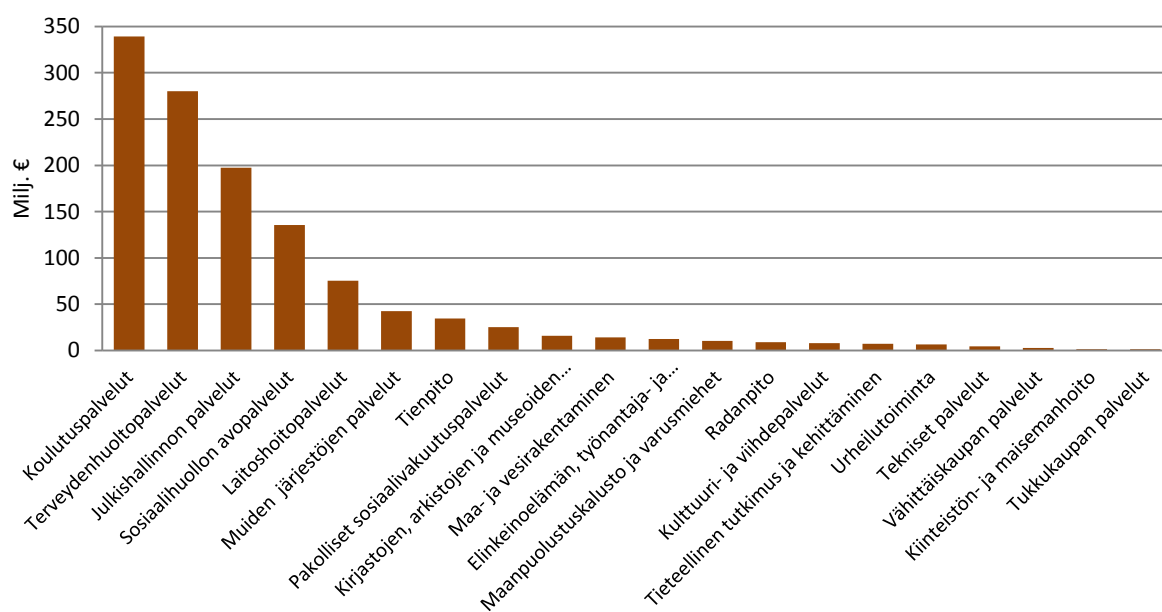
Kuva 17. Pohjois-Karjalan raaka-aineiden käytön raaka-aineintensiteetit (raaka-aineet/tuotos) 20 raaka-aineintensiteetiltään pienimmän toimialan osalta vuonna 2010.

4.1.3 Julkinen kulutus

Hankkeen yhtenä tarkoituksena oli selvittää julkisen kulutuksen raaka-ainekäyttö, joihin julkisen sektorin toimintoilla voitaisiin vaikuttaa resurssien tehostamiseksi. Julkisen kulutuksen raaka-ainekäyttö oli erittäin suurta neljällä toimialalla; julkinen hallinto ja sosiaalivakuutus, maa- ja vesirakentaminen, terveys- ja sosiaalipalvelut sekä koulutus (kuva 18). Maa- ja vesirakentaminen koostuu lähinnä maa- ja vesirakentamisesta sekä siihen liittyvästä rakennusmineraalien eli soran, hiekan ja saven otosta. Muiden toimialojen ollessa julkisia palveluita, niiden suuren raaka-ainekäytön sisältöä tutkittiin tarkemmin panos- ja tuotostaulukoiden kysyntää tarkastelemalla. Kokonaisuudessaan julkisen kulutuksen kysyntä kohdistui rahamääräisenä suurimmaksi osaksi koulutuspalveluihin, terveydenhuoltopalveluihin, julkishallinnon palveluihin, sosiaalihuollon avopalveluihin sekä laitoshoitopalveluihin (kuva 19). Nämä ovat kaikki toimialoja, joissa resurssien käyttöä yritetään tehostaa jatkuvasti, mutta on niiden luonteesta johtuen kohtuullisen hankalaa. Terveystieteiden palveluiden tarve voi vielä tulevaisuudessa nousta maankunnan ikärakenteesta johtuen.

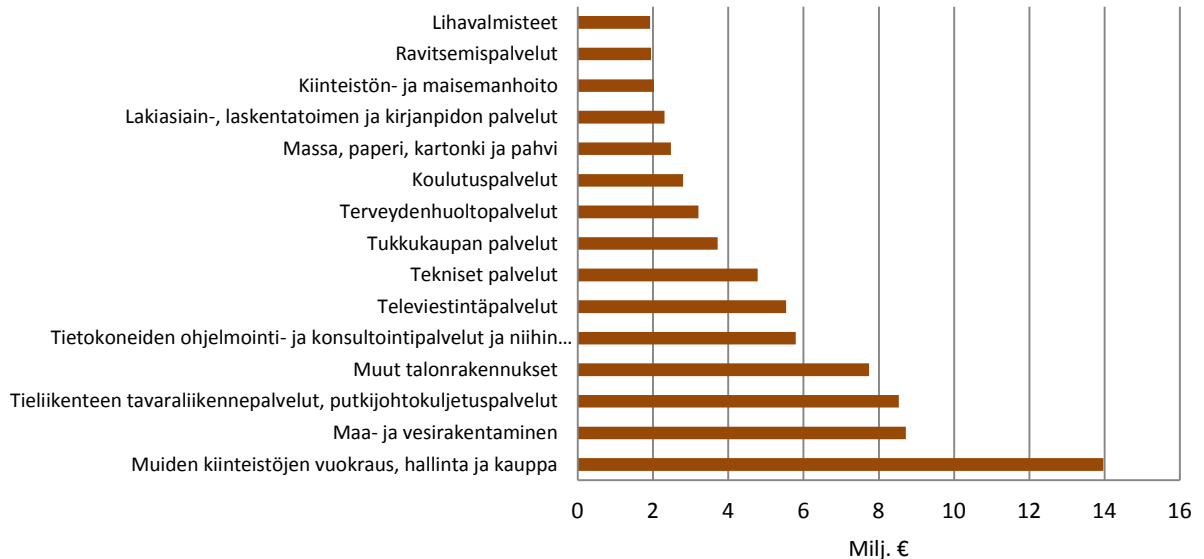


Kuva 18. Julkisen kulutuksen raaka-ainekäytön kohdentuminen eri toimialoille Pohjois-Karjalassa vuonna 2010.



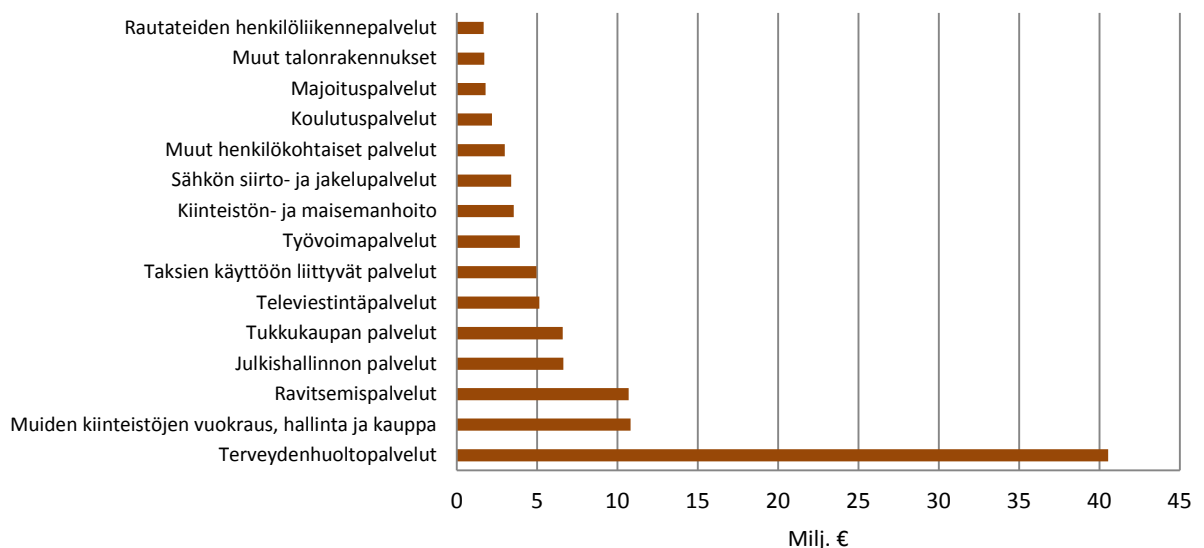
Kuva 19. Julkisen kulutuksen kohdentuminen rahamääräisenä eri tuoteryhmien käyttöön sisältäen Pohjois-Karjalassa oman käytön ja tuonnin vuonna 2010.

Julkisen hallinnon ja sosiaalipalveluiden kulutuksessa suurimmat tuoteryhmät olivat muiden kiinteistöjen vuokraus, hallinta ja kauppa, maa- ja vesirakentaminen, tieliikenteen tavaraliikennepalvelut ja putki-johtokuljetuspalvelut, muut talonrakennukset, tietokoneiden ohjelmointi- ja konsultointipalvelut ja niihin liittyvät palvelut sekä televiestintäpalvelut (kuva 20).



Kuva 20. Julkisen hallinnon ja sosiaalivakuutuksen kulutuksen jakaantuminen edelleen eri tuoteryhmien kulutukseen.

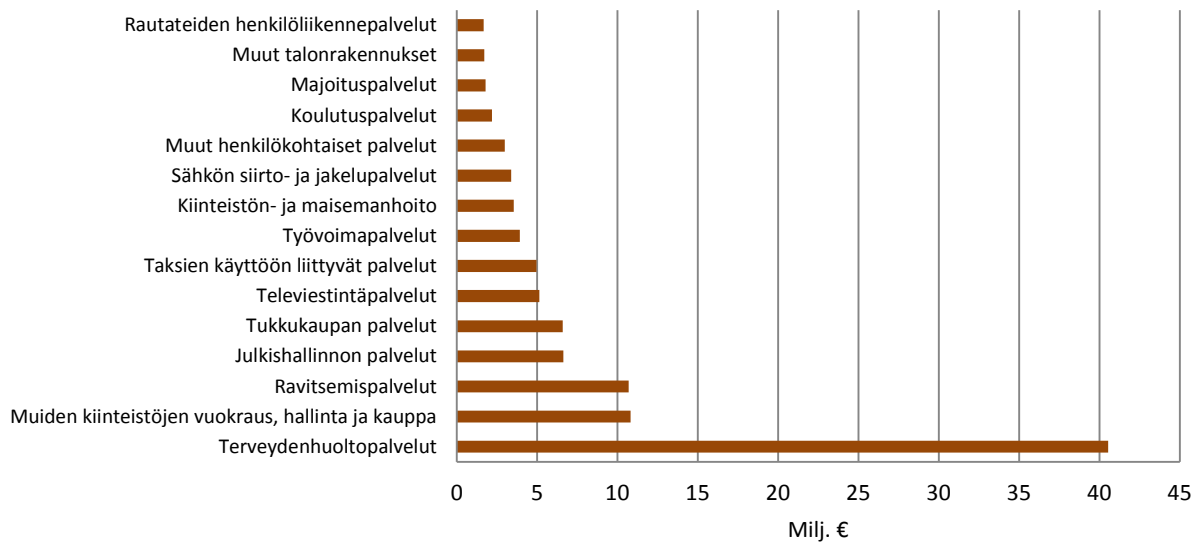
Terveys- ja sosiaalipalveluiden kulutuksessa ylivoimaiseksi tuoteryhmäksi nousivat terveydenhuoltopalvelut (kuva 21). Paljon terveys- ja sosiaalipalveluiden kulutuksesta kohdistui myös muiden kiinteistöjen vuokraukseen, hallintaan ja kauppaan, ravitsemispalveluihin, julkishallinnon ja tukkukaupan palveluihin, televiestintäpalveluihin sekä taksien käyttöön liittyviin palveluihin.



Kuva 21. Terveys- ja sosiaalipalveluiden kulutuksen jakaantuminen edelleen eri tuoteryhmien kulutukseen.

Muiden kiinteistöjen vuokraus, hallinta ja kauppa oli koulutuksen kysynnän ylivoimaisesti suurin tuoteryhmä. Iso osa koulutuksen kulutusmenoista meni ravitsemispalveluiden käyttöön, koulutuspalveluihin,

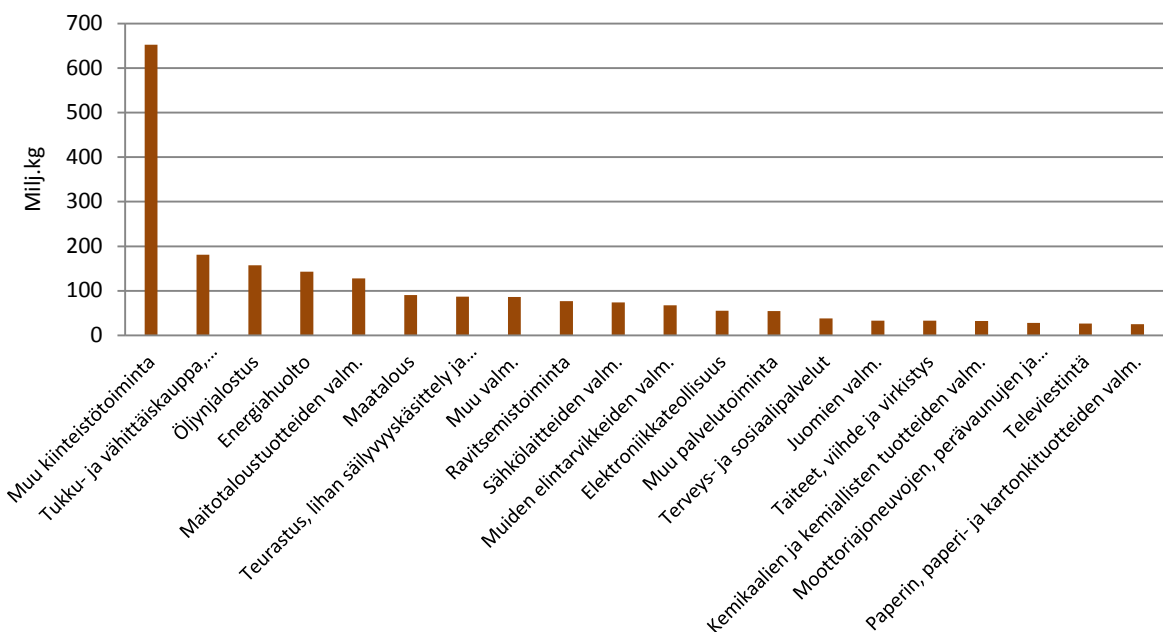
taksien käyttöön liittyviin palveluihin, sähkön siirto- ja jakelupalveluihin sekä televiestintäpalveluihin (kuva 22).



Kuva 22. Koulutussektorin kulutuksen jakaantuminen edelleen eri tuoteryhmien kulutukseen.

4.1.4 Yksityinen kulutus

Yksityisen kulutuksen raaka-ainekäyttö kohdistui ylivoimaisesti eniten muun kiinteistötoiminnan raaka-ainekäyttöön (kuva 23). Muuhun kiinteistötoimintaan sisältyvä raaka-ainekäyttö oli nelinkertainen seuraavaksi suurimman toimialan raaka-ainekäyttöön verrattuna. Yksityinen kulutus käytti yli 100 miljoonalla kilolla vuosittain tukku- ja vähittäiskaupan, moottoriajoneuvojen ja moottoripyörien korjauksen, öljynjalostukseen, energiahuoltoon ja maitotaloustuotteiden valmistukseen sisältyviä raaka-ainepanoksia.



Kuva 23. Yksityisen kulutuksen raaka-ainekäytön kohdentuminen eri toimialoille Pohjois-Karjalassa vuonna 2010.

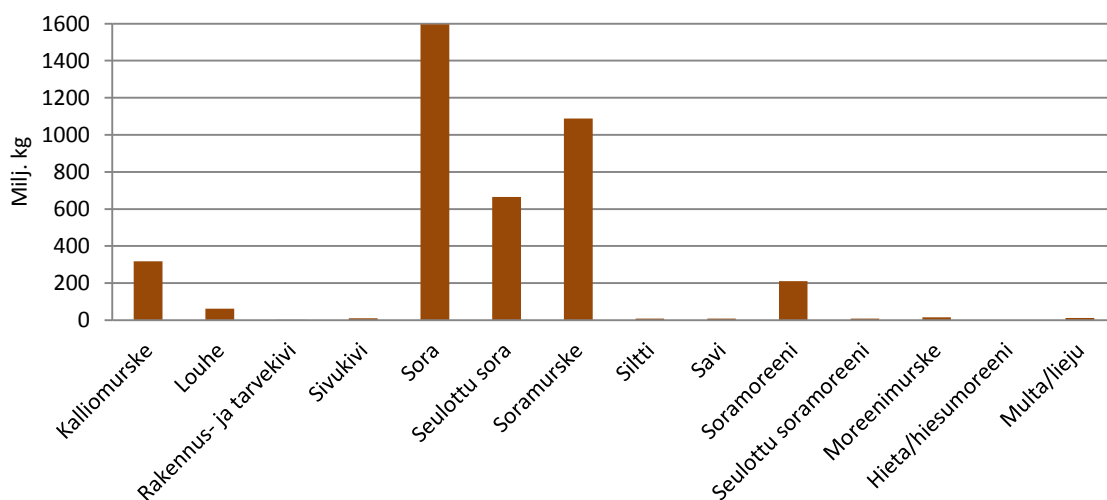
4.2 Mineraalien ja malmien kaivuu

Pohjois-Karjalassa ylivoimaisesti suurimman raaka-aineintensiteetin omaavat toimialat olivat metallimalmien louhinta sekä muu kaivostoiminta ja louhinta. Maa- ja vesirakentaminen kulutti paljon soraa, hiekkaa ja sepeliä. Tämän vuoksi mineraalien ja malmien kaivuuu tarkasteltiin hieman ENVIMATmaakunta-kehikon materiaalivirta-analyysiä tarkemmin. Metallit valmistetaan hyödyntämällä kallioperästä löydettyjä metallipitoisia kivilajeja. Taloudellisesti kannattavasti hyödynnettävissä olevia esiintymiä kutsutaan malmeiksi. Esiintymän kannattavaan hyödyntämiseen vaikuttavat useat tekijät, kuten malmin määrä ja potentiaaliset rikastamismenetelmät. Markkinahintojen ollessa korkealla myös aikaisemmin kannattamattomien esiintymien louhinta saattaa muuttua kannattavaksi.

Malmien talteenotolla on monenlaisia ympäristövaikutuksia jotka vaihtelevat huomattavasti mm. kaivostyyppin, louhintatekniikan ja louhittavan malmin ominaisuuksien vuoksi (Rissanen ja Peronius 2013). Kaivostoiminta vaikuttaa haitallisesti lähialueen luontoon ja eliöstöön, ja lisäksi kaivostoiminnalla voi olla huomattavia pöly- ja vesipäästöjä. Lisäksi kaivokset kuluttavat paljon energiaa, jotka aiheuttavat kasvihuonekaasupäästöjä. Kaivostoiminnan aikana muodostuu myös paljon kaivannaisjätteitä, kuten poistettua maa-ainesta, sivukiviä ja rikastushiekkaa. Toisinaan kaivannaisjätteille voidaan etsiä uusia käyttötarkoituksia esimerkiksi tierakennusten yhteydessä. Sivukivien hyötykäyttö on toistaiseksi vähäistä lähinnä logististen kustannusten, murskausteknisten ominaisuuksien ja kannattavien liiketoimintamallien puuttumisen johdosta (Räisänen ym. 2007).

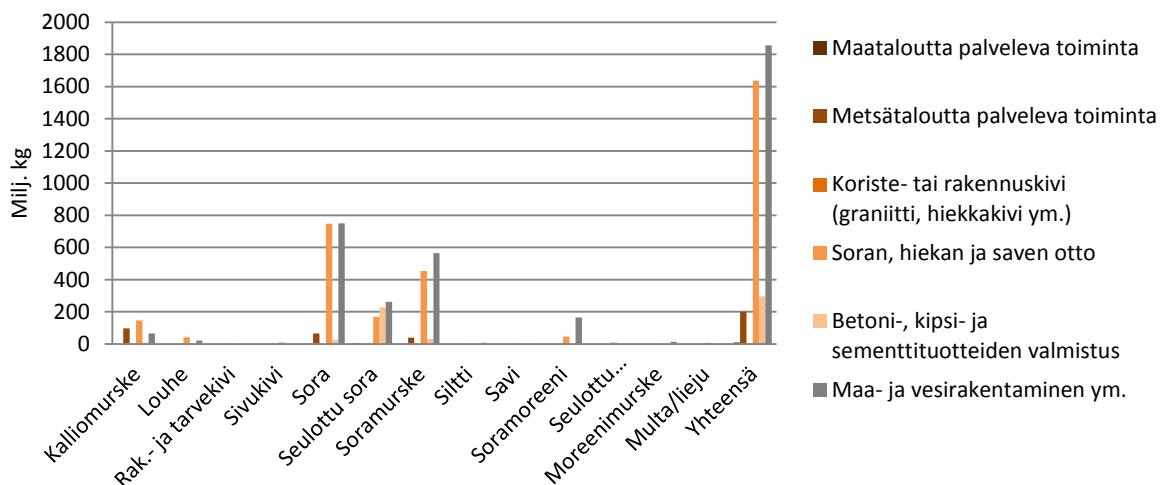
Pohjois-Karjalan kallioperän alueelta tunnetaan useita taloudellisesti merkittäviä ja tyypiltään erilaisia malmiesiintymiä, ja alueen raaka-ainevaroja on myös hyödynnetty jo suhteellisen pitkään (Luotonen 2014). Lisäksi Pohjois-Karjalan alueelle on ollut suunnitteilla useita uusia kaivoksia (Maaseutu 2020). Pohjois-Karjalassa on useita soranottoalueita mutta kalliokiviainesten otto on toistaiseksi ollut vielä soranottoon verrattuna vähäistä (Pohjois-Karjalan maakuntaliitto 2010). Pohjavesialueilla sijaitsevat soranottoalueet lisäävät pohjaveden pilaantumisriskiä, vähentävät paikallisesti monimuotoisuutta ja aiheuttavat pölypäästöjä (Pohjois-Karjalan maakuntaliitto 2010).

Kiviainesala on suurin maaperän raaka-aineiden hyödyntäjä Pohjois-Karjalassa. Kiviainesta, soraa ja hiekkaa käytetään maa- ja vesirakentamisessa, talonrakentamisessa sekä muussa yhdyskuntarakentamisessa. Vuonna 2010 maa- ja kiviainesten oma käytetty otto Pohjois-Karjalassa oli 4 002 miljoonaa kg. Näistä suurin osa käytettiin maa- ja vesirakentamisessa. Pohjois-karjalassa oli vuonna 2010 hyväksytty maa-ainesten ottamislupia 265 kappaletta, mikä oli 8,2 % Suomen kaikista luvista. Pohjois-Karjalan luvista noin 12 % koski kallion louhintaa ja loput soran, hiekan ja saven ym. ottoa (Notto 2014). Pohjois-Karjalan eri maa-ainesten ottomäärät vuonna 2010 on esitetty kuvassa 24. Eniten maaperästä otettiin soraa, soramursketta sekä seulottua soraa. Näiden maa-ainesten otto oli noin 85 % kaikesta maakunnan maa-ainesten omasta otosta. Kalliomurskeen osuus oli noin 8 % ja sora-moreeniin 5 %, muiden maa-ainesten oman otton osuuden ollessa hyvin pieni.



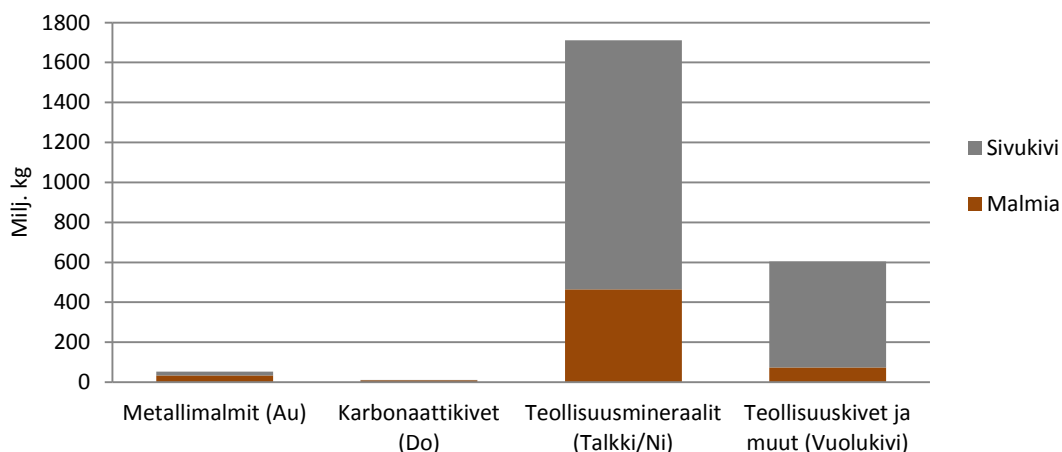
Kuva 24. Eri maa-aineslajien otto Pohjois-Karjalassa 2010.

Maa-aineksia käytettiin ennen kaikkea maa- ja vesirakentamisessa ja soran, hiekan ja saven ottamisessa (kuva 25). Soran, hiekan ja saven oton toimialan tuotteista iso osa menee käyttöön muille toimialoille, joten toimialojen välinen vertailu ei ole tältä osin aivan yksiselitteistä. Talonrakentamisen ym., maa- ja vesirakentamisen ym., betoni-, kipsi- ja sementtituotteiden valmistuksen, energiahuollon, turpeen noston, metallien jalostuksen kysyntä oli suurinta soralle, hiekkalle ja savelle. Maa-aineksia hyödyntäviä toimialoja olivat myös betoni-, kipsi- ja sementtituotteiden valmistus, maataloutta palveleva toiminta, metsätaloutta palveleva toiminta sekä koriste- tai rakennuskivi (graniitti, hiekkakivi ym.).



Kuva 25. Eri toimialojen maa-aineslajien otto Pohjois-Karjalassa 2010.

Metallimalmeja louhittiin Pampalon kaivokselta Ilomantsissa, karbonaattikiviä Mataran kaivoksesta Juuassa, muita teollisuusmineraaleja Lipasvaaran ja Pehmytkiven louhoksilla Polvijärvellä. Teollisuuskiveksi luokiteltua vuolukiveä louhittiin Nunnalahden, Koskelan, Tulikiven ja Vaaralammen louhoksilla Juuassa sekä Sara-ahon louhokselta Polvijärvellä (Kaivostilastot 2014). Kultaa louhii Endomines Oy, dolomiittia Juuan Dolomiittikalkki Oy ja teollisuusmineraaleja Mondo Minerals B.V. Vuolukiveä hyödyntäviä yrityksiä ovat Tulikivi Oyj, Nunnanlahden Uuni Oy sekä Polvijärven Yrityspalvelu Oy. Malmien louhinta tuotti yhteensä 583 miljoonaa kg malmia ja 1796 miljoonaa kg sivukiveä. Metallimalmeista kultaa (Au) louhittiin vuonna 2010 33,5 miljoonaa kg, joka tuotti sivukiveä 18,9 miljoonaa kg (kuva 26). Karbonaattikiveä (Do) louhittiin 10,2 miljoonaa kg, joka tuotti sivukiveä 0,27 miljoonaa kg. Teollisuusmineraalien, lähinnä talkin ja nikkelin, louhinta oli 465 miljoonaa kg, ja sivukiveä näiden louhinta tuotti 1 246 miljoonaa kg. Vuolukiveä louhittiin 74 miljoonaa kg, joka tuotti sivukiveä 530 miljoonaa kg.



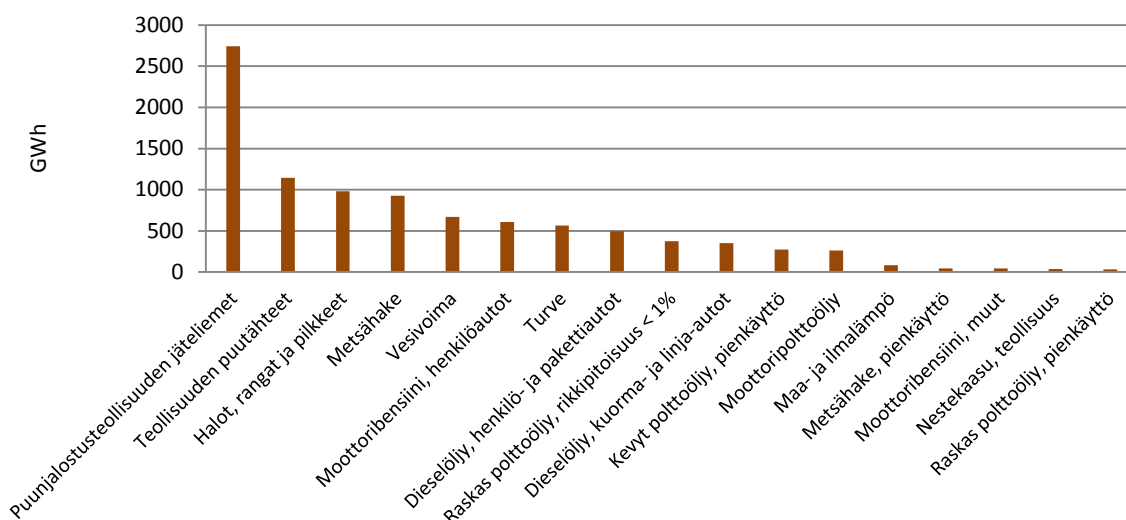
Kuva 26. Louhitun malmin ja louhinnan tuottaman sivukiven määrä Pohjois-Karjalassa 2010.

4.3 Energialähteet, polttoaineet ja energianhuolto

Energian tuotanto ja käyttö tuottaa merkittävän osan kasvihuonekaasupäästöistä, erityisesti hiilidioksidista. Pohjois-Karjalalla on tavoitteena olla öljyvapaa maakunta vuoteen 2020 mennessä (Lohilahti ja Pitkänen 2011). Muun muassa tämän vuoksi Pohjois-Karjalan energialähteitä, polttoaineita ja energianhuoltoa tarkasteltiin yksityiskohtaisemmin. Pohjois-Karjalassa käytettiin vuonna 2010 primäärienergiaa 9 794 GWh. Kaukolämmön kulutus oli 995 GWh ja teollisuushöyryn nettokulutus 398 GWh. Pohjois-Karjalan sähkön kulutus oli 2 484 GWh. Sähköntuotanto oli kokonaisuudessaan 1 522 GWh, josta energianhuollon toimiala tuotti 1 011 GWh ja paperin, paperi- ja kartonkituotteiden valmistus 421 GWh. Kaukolämmön tuotantoon liittyvä sähkön nettotuotanto CHP-laitoksissa oli 253,8 GWh. Loput olivat tuontisähköä. Sähköntuotannon omavaraisuusaste Pohjois-Karjalassa oli siten 61,3 % vuonna 2010, Kaukolämmön nettotuotanto oli 1015 GWh, josta yhteistuotantona tuotettiin kaukolämpöä 594,8 GWh.

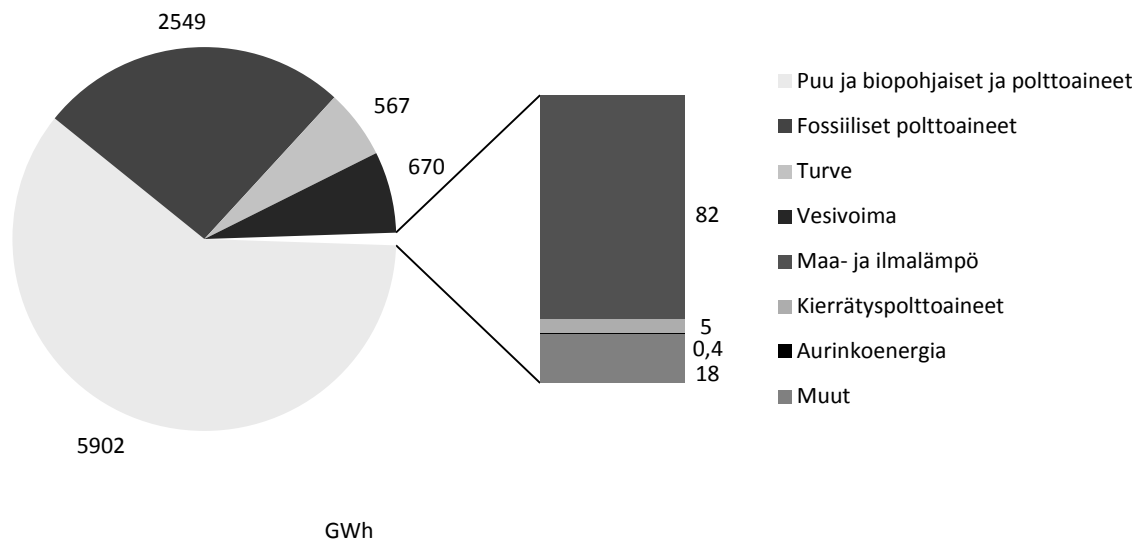
Pohjois-Karjalan teollisen toiminnan käyttämistä polttoaineista merkittävin osuus on puunjalostusteollisuuden jätelemillä, joiden kulutus oli 2 743 GWh eli noin 28 % primäärienergian kokonaiskulutuksesta Pohjois-Karjalassa (kuva 27). Teollisuuden puutähteitä käytettiin energiaksi muutettuna 1 143 GWh. Puutähteiden suhteellinen osuus kokonaiskulutuksesta oli noin 14 %. Halkojen, rankojen ja pilkkeiden osuus polttoaineiden kokonaiskulutuksesta oli 10 % ja metsähakkeen 9,5 %. Gigawattitunteina niiden kulutus oli 981 GWh ja 926 GWh.

Energianhuollon toimialalla uusiutuvien energialähteiden osuus oli vuonna 2010 74 % energianhuollon polttoaineidenkäytöstä. Uusiutumattomia polttoaineita käytettiin 25 %. Pohjois-Karjalan kokonaisenergian- ja polttoaineiden käytössä uusiutuvan energian osuus oli 32 %, uusiutumattoman 68 %. Erityisesti teollinen toiminta käyttää siten suhteessa enemmän uusiutumattomia energialähteitä kuin energianhuollon toimiala.



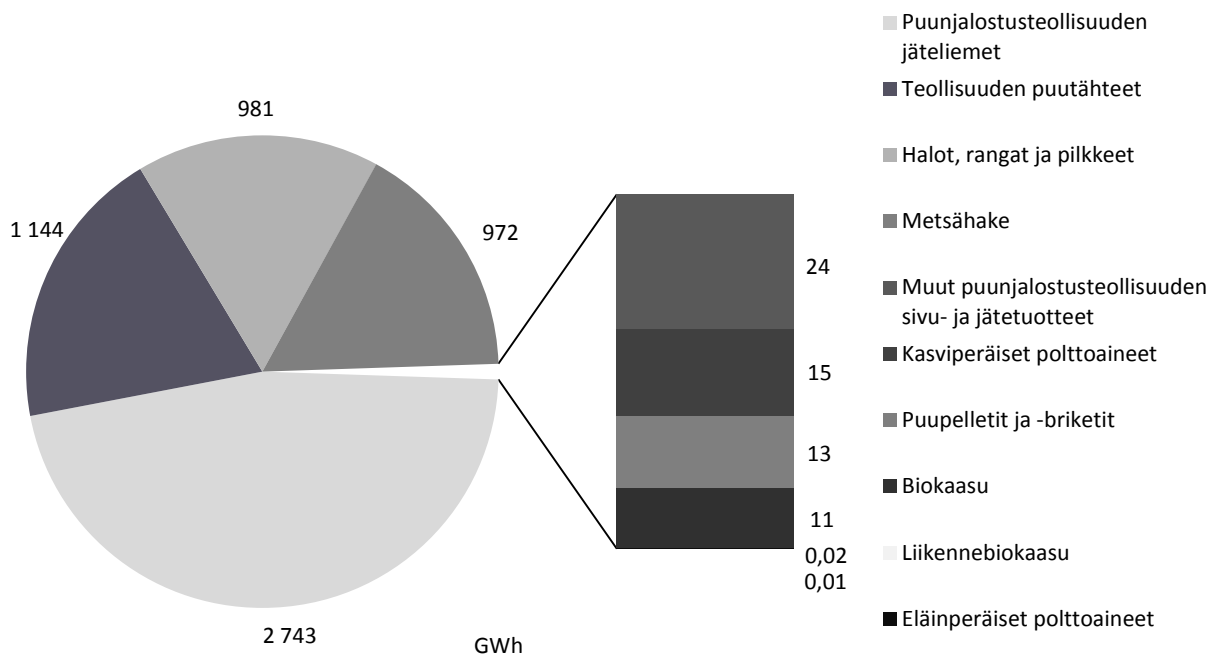
Kuva 27. Eri energialajien kulutus gigawattitunteina vuodessa Pohjois-karjalassa 2010.

Pohjois-Karjalan kokonaisenergian- ja polttoaineiden kulutuksessa puu- ja biopohjaisia polttoaineita käytettiin energiaksi muutettuna 5 902 GWh eli noin 60 % (kuva 28). Kierrätyspolttoaineita käytettiin 5,4 GWh eli 0,06 %. Kierrätyspolttoaineita käytti paperin, paperi- ja kartonkituotteiden valmistus. Teollisuudesta, yrityksistä ja yhdyskunnista peräisin oleva kierrätyspolttoaine sisältää pääasiassa muovia, likaantunutta paperia, kartonkia ja pahvia sekä polttoon kelpaavaa rakennusjätettä. Biohajoava osuus käsittää paperin, pahvin ja muut puuperäiset materiaalit. Suomessa yhdyskuntien muovijätettä ei juurikaan hyödynnetä materiaalina, joten tämä lämpöarvoltaan korkea jäteaines kannattaakin mahdollisuuksien mukaan hyödyntää energiana. Muita kierrätyspolttoaineen lähteitä ovat muun muassa rengasromu sekä metsäteollisuuden ja puhdistamojen lietteet, joille on omat hyötykäyttöprosessinsa. Fossiilisia polttoaineita käytettiin kokonaisuudessaan primäärienergianlähteinä 3 116 GWh eli 31,8 %. Vesivoiman osuus primäärienergian käytössä oli 6,8 % ja turpeen 5,8 %. Turpeen osuus fossiilisten polttoaineiden kokonaiskäytöstä Pohjois-Karjalassa oli 18 %.



Kuva 28. Eri energialajien kokonaiskulutus vuodessa gigawattitunteina Pohjois-Karjalassa 2010.

Puu- ja biopohjaisten polttoaineiden kokonaiskulutuksesta puunjalostusteollisuuden jäteliemien osuus oli lähes puolet eli 46,5 %. Mustalipeä on maakunnan merkittävin bioenergian lähde. Mustalipeän käyttö on suoraan sidoksissa Uimaharjun Enocellin sellutehtaan tuotantoon (Lohilahti ja Pitkänen 2011). Teollisuuden puutähteiden osuus oli 19,4 %, halkojen, rankojen ja pilkkeiden 16,6 % ja metsähakkeen 17,2 % (kuva 29).



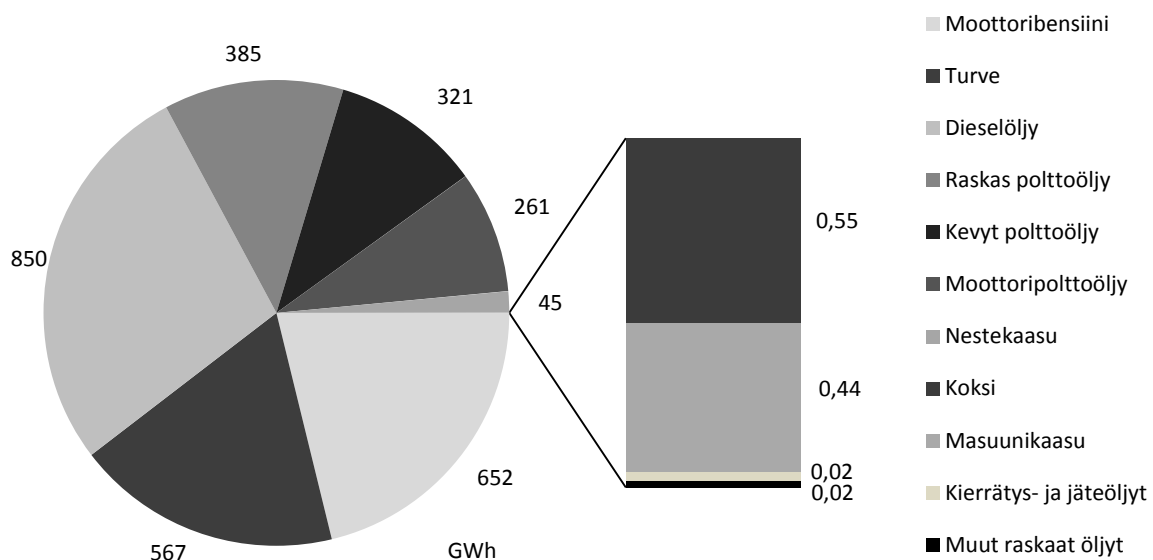
Kuva 29. Puu- ja biopohjaisten polttoaineiden kokonaiskulutus vuodessa gigawattitunteina Pohjois-Karjalassa 2010.

Puu- ja biopohjaisia polttoaineita käytettiin eniten karkealla toimialajaolla paperiteollisuudessa ja painamisessa, jolla niiden kulutus oli 3 370 GWh eli 57 %. Seuraavaksi eniten puu- ja biopohjaisia polttoaineita käytettiin energia-, vesi- ja jätehuollon toimialalla, jolla niiden kulutus oli 1 218 GWh eli 21 %. Kiinteistöalan toiminta käytti puu- ja biopohjaisia polttoaineita 890 GWh eli 15 %. Puuteollisuus taas

266 GWh eli 4,5 %. Muiden toimialojen osuus biopohjaisten polttoaineiden käytössä oli pieni. Julkisen kulutuksen toimialoilla kuten julkisessa hallinnossa sekä sosiaali- ja terveystaloudissa biopolttoaineita käytettiin suoraan primäärienergianlähteinä yhteensä 16 GWh. Tarkemmalla toimialajatuksella tarkasteltuna puu- ja biopohjaisten polttoaineiden käytöstä puunjalostusteollisuuden jäteliemet muodostivat 81 % paperin, paperi- ja kartonkituotteiden valmistuksen energialähteistä. Kiinteistöalan toiminta käytti halkoja, rankoja ja pilkkeitä 99 % puu- ja biopohjaisten polttoaineiden kokonaiskulutuksestaan. Energiahuollon toimiala käytti metsähaketta 70 % ja teollisuuden puutähteitä 28 %. Maataloudessa halot, rangat ja pilkkeet muodostivat tärkeimmän puu- ja biopohjaisten polttoaineiden lähteen. Niitä käytettiin maataloudessa 61 %. Metsähakkeen osuus maatalouden puu- ja biopohjaisten polttoaineiden kokonaiskäytöstä oli 34 %.

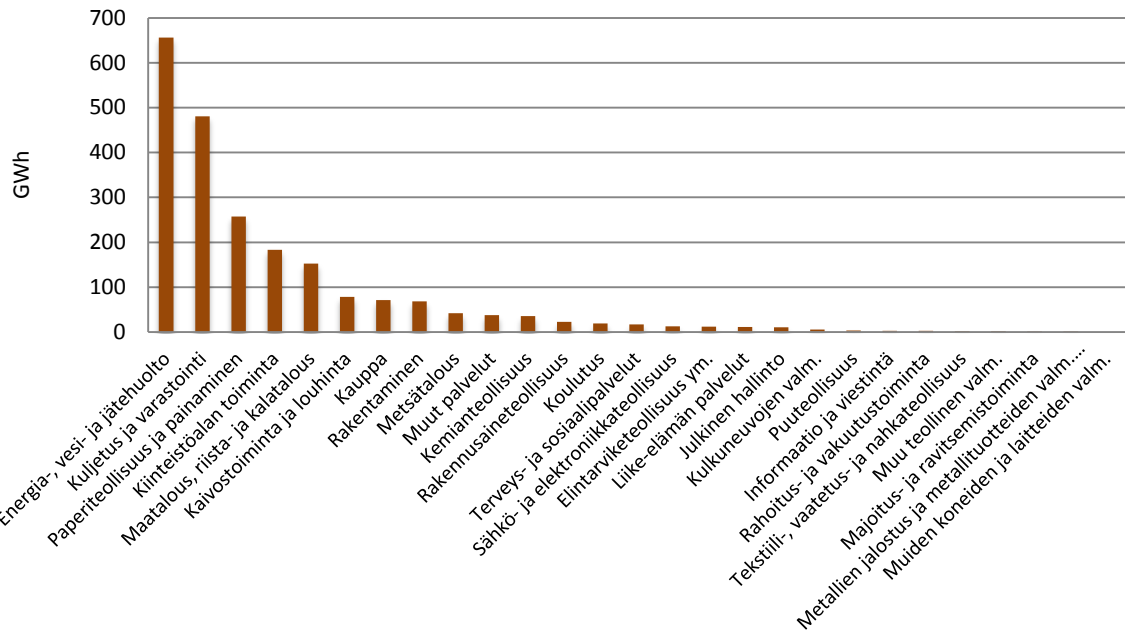
Fossiilisten polttoaineiden kokonaiskulutus primäärienergianlähteinä oli Pohjois-Karjalassa vuonna 2010 yhteensä 3 116 GWh. Eniten käytettiin dieselöljyä, moottoribensiiniä ja turvetta (kuva 30). Näiden osuudet kaikesta fossiilisten polttoaineiden käytöstä olivat 27 % (850 GWh), 21 % (652 GWh) sekä 18 % (567 GWh). Raskasta polttoöljyä käytettiin 418 GWh ja kevyttä polttoöljyä 321 GWh, suhteellisten osuuksien ollessa 13 % ja 10 % (kuva 30).

Kotitaloudet käyttivät fossiilisia polttoaineita noin 927 GWh. Kotitalouksien käyttämät polttoaineet olivat henkilöautojen moottoribensiini 545 GWh, henkilö- ja pakettiautojen dieselöljy 347 GWh sekä muu moottoribensiini 34 GWh. Tämän lisäksi kotitaloudet käyttivät uusiutuvaa liikennebiokaasua 0,02 GWh.



Kuva 30. Fossiilisten polttoaineiden kokonaiskulutus Pohjois-Karjalassa

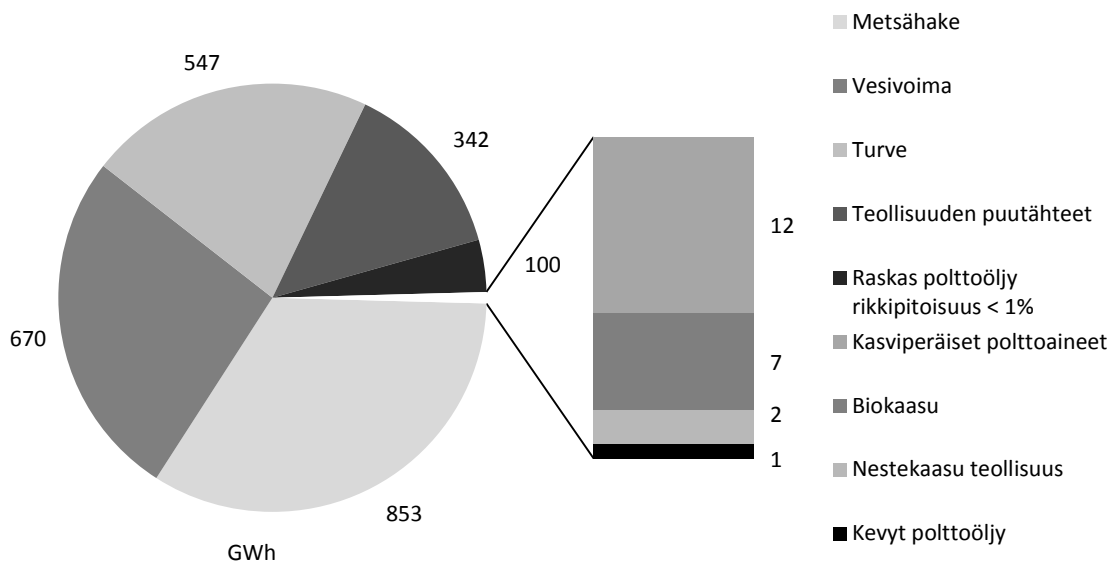
Eri toimialoista fossiilisia polttoaineita käyttivät eniten energia-, vesi- ja jätehuolto, jonka käyttö oli 656 GWh sekä kuljetus ja varastointi, jonka fossiilisten polttoaineiden käyttö oli 481 GWh (kuva 31). Paperiteollisuus ja painaminen käytti fossiilisia polttoaineita 257 GWh, kiinteistöalan toiminta 183 GWh, maatalous, riista- ja kalatalous 153 GWh, kaivostoiminta ja louhinta 78 GWh, kaupan toimiala 71 GWh, rakentaminen 69 GWh sekä metsätalous 42 GWh. Eniten raskasta polttoöljyä käytti paperiteollisuus ja painaminen, jolla sen käyttö oli energiaksi muutettuna 254 GWh. Energia-, vesi- ja jätehuolto käytti raskasta polttoöljyä yhteensä 99,9 GWh.



Kuva 31. Fossiilisten polttoaineiden kokonaiskulutus eri toimialoilla Pohjois-Karjalassa

Energianhuollon toimialalla metsäbiomassan ja energiapuun käyttö on Pohjois-Karjalassa varsin korkealla asteella jo tällä hetkellä (kuva 32). Energianhuollon toimialalla uusiutuvien energianlähteiden osuus on korkeampi kuin kokonaisprimäärienergian käytössä koko Pohjois-Karjalassa yhteensä. Energianhuollon toimiala käytti kokonaisuudessaan polttoaineita energiaksi muutettuna 2 534 GWh. Näistä uusiutuvan energian osuus oli 74 %, uusiutumattomien 26 %. Puu- ja biopohjaisten polttoaineiden käyttö oli 1 214 GWh eli 47,9 %, fossiilisten polttoaineiden 650 eli 25,7 % ja vesivoiman 670 GWh eli 25,4 %.

Uusiutuvista energianlähteistä metsähakkeen osuus oli 853 GWh eli 34 % Biokaasua energianhuollon toimialalla käytettiin 6,6 GWh ja muita kasviperäisiä polttoaineita 12 GWh. Turpeen käyttö energiaksi muutettuna oli energianhuollon toimialalla 547 GWh. Turpeen osuus kaikista energianhuollon toimialan käyttämistä fossiilisista polttoaineista oli 84 %, raskaan polttoöljyn 3,9 %, teollisuuden nestekaasun 0,09 % ja kevyen polttoöljyn 0,04 %. Uusien valmistuneiden tai suunnitteilla olevien biojalostamoiden sekä erilaisten lämpölaitosinvestointien oletetaan lähivuosina kasvattavan edelleen metsähakkeen käyttöä maakunnassa.



Kuva 32. Eri energialajien kokonaiskulutus energianhuollon toimialalla vuodessa gigawattitunteina Pohjois-Karjalassa 2010.

Biokaasun tuotantolaitoksia on Pohjois-Karjalassa tällä hetkellä kolme: Kontionsuon kaatopaikka, Kuhasalon jätevedenpuhdistamo sekä Biokymppi Oy. Kontiosuon kaatopaikkakaasu hyödynnetään viereisellä Fortum Power and Heat Oy:n Joensuun voimalaitoksella kaukolämmön ja sähkön yhteistuotannossa. Kuhasalon puhdistamolietteestä saatava biokaasu tuottaa merkittävän osan puhdistamon tarvitsemasta sähköstä ja lämmöstä. Joensuun voimalaitokselle biokaasua kuljetettiin putkea pitkin Kontionsuon kaatopaikalta noin 6,6 GWh vuonna 2010. Biokaasua on hyödynnetty lämmöksi ja sähköksi yhteensä näissä kohteissa vuositasona noin 14 GWh. Kiteen Biokymppi Oy tuottaa tällä hetkellä sähköä noin 2,6 GWh ja lämpöä noin 3,2 GWh eli yhteensä noin 6 GWh vuodessa (Lohilahti ja Pitkänen 2011).

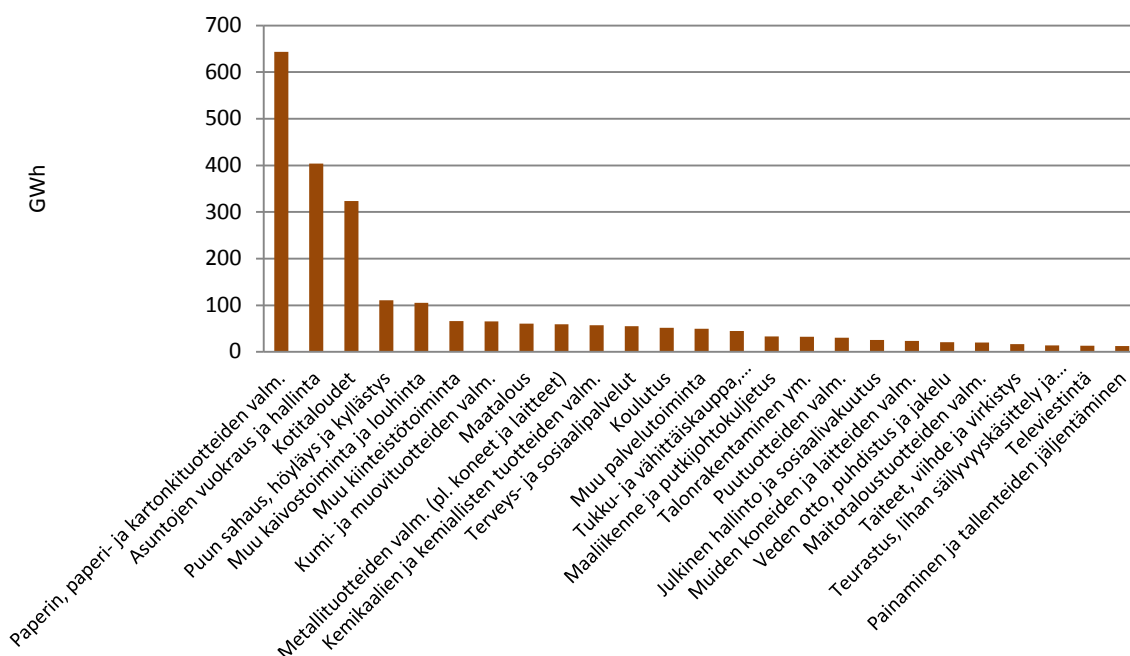
Taulukko 8. Pohjois-Karjalan kaukolämmön- ja sähkön yhteistuotantolaitosten, lämpövoimalaitosten sekä kaupunkivoimaloiden polttoaineiden käyttö, tuotanto ja asiakkaat.

Lämmön myyjä	Asiakkaat	Lämmön myynti	Raskas polttoöljy	Kevyt polttoöljy	Turve	Metsäpolttoaine	Teollisuuden puutähdde	Muut biomassat	Bio-kaasu	Neste-kaasu
Nurmeksen Lämpö Oy Nurmes	kpl 370	GWh 107,2	GWh 3,5	GWh	GWh 6,6	GWh 109,9	GWh	GWh	GWh	GWh 2,3
Kiteen Lämpö Oy Kitee	135	41,0	x		x	x	x		x	
Outokummun Energia Oy Outokumpu	236	54,6				x		x		
Fortum Power and Heat Oy, Joensuun voimalaitos	2285	582,4	3,0	0,9	408,3	518,6	226,9	9,4	6,6	
Fortum Power and Heat Oy, kaupunkilaitokset Joensuu		44,1	49,4	0,1						
Vapo Oy Lieksa	387	86,6			x	x				
Vapo Oy Ilomantsi	201	38,6			x	x				
Vapo Oy Rääkkylä	38	9,9			x	x				
Vapo Oy Tohmajärvi Vapo Oy Hammaslahti/ Reijola	66				x	x				
Vapo Oy yhteensä		255,0								
Juuan kunnan kaukolämpö- laitos Juuka		18,0	x		x	x				
Enon energiaosuuskunta Enon alakylä	>20	6,0		x		x				
Enon energiaosuuskunta Enon yläkylä	7	2,5		x		x				
Enon energiaosuuskunta Uimaharju	20	6,0		x		x				
Yhteensä		1251,9	55,9	1,0	414,9	628,5	226,9	9,4	6,6	2,3

Fortum Power and Heat Oy Joensuun voimalaitos on kaukolämmön – ja sähkön yhteistuotantolaitos ja Pohjois-Karjalan suurin kaukolämmön tuottaja. Vuonna 2010 Joensuun voimalaitos tuotti kaukolämpöä Joensuun kaukolämpöverkkoon 582 GWh. Sähköä Joensuun voimalaitos tuotti samana vuonna noin 256 GWh, siten Joensuun voimalaitoksen osuus koko maakunnan sähköntuotannosta oli noin 23 %. Joensuun voimalaitoksen pääasiallisia polttoaineita ovat metsähake, turve ja teollisuuden puutähdde (taulukko 8). Fortum Power and Heat Oy:llä on myös 10 kaupunkivoimalaitosta eri puolilla Joensuuta. Kaupunkivoimalaitosten yhteenlaskettu lämmön myynti oli 44 GWh. Kaupunkivoimalaitokset käyttävät energiantuotannossaan lähinnä raskasta polttoöljyä.

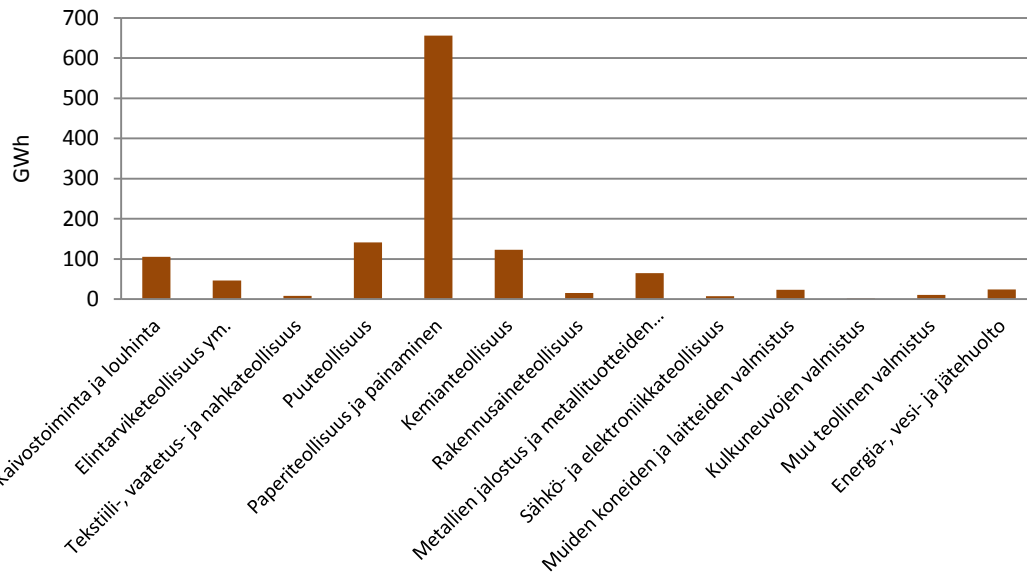
Vapo Oy:llä on useita lämpölaitoksia eri puolilla Pohjois-Karjalaa. Näiden laitosten yhteenlaskettu lämmön myynti oli vuonna 2010 255 GWh. Joensuun voimalaitoksen jälkeen suurin yksittäinen lämmön tuottaja Pohjois-Karjalassa on Nurmeksens Lämpö Oy, joka tuotti lämpöä pääasiassa metsäpolttoaineita käyttäen noin 107 GWh vuonna 2010. Paikallisella metsäbioenergialla toimiva Enon energiaosuuskunta tuotti kolmella osuuskunnan omalla hakelaitoksella energiaa vuonna 2010 14,5 GWh. Enon energiaosuuskunta tuottaa lämpöä Enon alakylällä ja yläkylällä sekä Uimaharjussa lämpöenergiaa rivitaloyhtiöille, liikekiinteistöille sekä julkisille kiinteistöille, kuten ala- ja yläasteiden kiinteistöille, kirjastolle, liikuntahallille, seurakuntatalolle, kunnan virastotalolle, terveysasemalle, paloasemalle ja vanhustentalolle.

Pohjois-Karjalan koko sähköntuotanto oli 1 511 GWh vuonna 2010. Tästä määrästä teollisuus oli tuottanut omaa toimintaansa varten noin 37 %. Pohjois-Karjalan paperin, paperi- ja kartonkituotteiden valmistus onkin merkittävä sähkön ja lämpöenergian tuottaja sekä kuluttaja. Pohjois-Karjalan sähkön kokonaiskulutus oli 2 484 GWh, joista kotitaloudet kuluttivat 323 GWh eli noin 13 %. Suurimmat sähkönkulutuksen toimialat vuonna 2010 olivat paperin, paperi- ja kartonkituotteiden valmistus (26 %), asuntojen vuokraus ja hallinta (16 %), puun sahaus, höyläys ja kyllästys (4,5 %), muu kaivostoiminta ja louhinta (4,2 %), muu kiinteistötoiminta (2,7 %), kumi- ja muovituotteiden valmistus (2,6 %) sekä maatalous (2,4 %) (kuva 33).



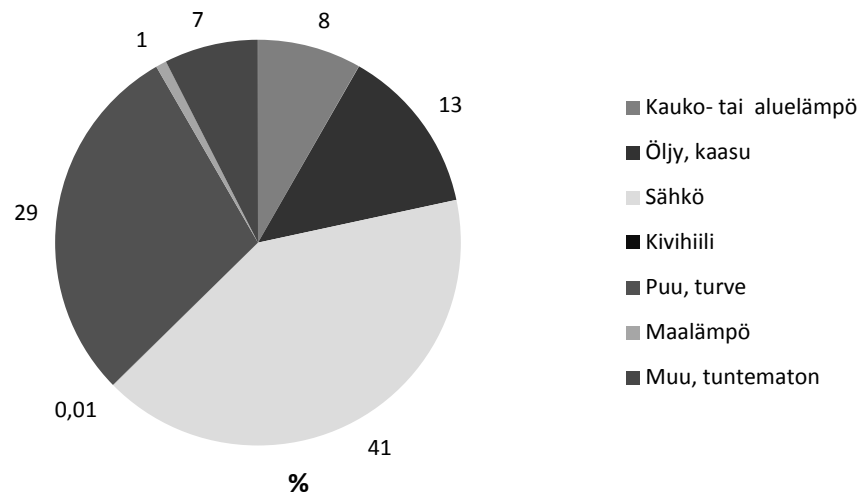
Kuva 33. Sähkön kokonaiskulutus sähkönkulutuksen suhteen 25 suurimmalla toimialalla Pohjois-Karjalassa 2010.

Pohjois-Karjalan teollisuuden toimialat kuluttivat sähköenergiaa vuonna 2010 noin 1 226 GWh, mikä oli 43 % alueen koko sähköenergiankulutuksesta. Tästä energia- vesi- ja viemärihuollon osuus oli 0,09 %. Suurimpia sähkönkuluttajia olivat paperiteollisuus ja painaminen (53,5 %), puuteollisuus (11,5 %), kemianteollisuus (10 %), kaivostoiminta ja louhinta (8,6 %) sekä metallien jalostus ja metallituotteiden valmistus (5,3 %) (kuva 34). Paperin, paperi- ja kartonkituotteiden valmistus kulutti sähköä 643 GWh, mutta vastaavasti tuotti sitä 421 GWh omaan toimintaansa.



Kuva 34. Teollisuuden sähkönkulutus Pohjois-Karjalassa 2010 karkeammalla TOL26-toimialaluokituksella.

Pohjois-Karjalassa suurin osa rakennuksista käytti lämmönlähteenään sähköä. Kaikki rakennustyypit huomioiden sähkölämmitteisiä rakennuksia oli 41 % rakennusten kokonaislukumäärästä, puuta tai turvetta käytti 29 %, öljyä tai kaasua 13 % (kuva 35). Kauko- tai aluelämmön piirissä oli 8 % rakennuksista ja maalämpöä käyttää 1 % rakennuksista. Kerrosalaan suhteutettuna kauko- tai aluelämmöllä lämpeä suurempi osa kuin sähköllä. Kauko- tai aluelämmön osuus kerrosalaan suhteutettuna oli 34 %, kun vastaavasti sähkön osuus oli 29 %. Öljyn tai kaasun osuus oli 17 %, puun tai turpeen 14 % ja maalämmön 2 % kaikkien rakennusten yhteisestä kerrosalasta (Tilastokeskus 2014a).



Kuva 35. Eri lämmitysmuotojen osuus kaikissa eri rakennustyypeissä lukumäärän suhteen laskettuna.

Sähkön osuus oli suurin erillisissä pientaloissa sekä liikerakennuksissa (taulukko 9). Asuinkerrostaloista lähes 73 % oli kauko- tai aluelämmön piirissä. Suurin osa rivi- ja ketjutaloista, toimistorakennuksista, hoitoalan rakennuksista sekä opetusrakennuksista oli kauko- tai aluelämmön piirissä Pohjois-Karjalassa. Näissä rakennuksissa myös öljy- tai kaasulämmityksen osuus oli myös suuri. Puuta lämmitysmuotona käyttävät lähinnä erilliset pientalot. Maalämmön osuus lämmitysmuotona oli Pohjois-Karjalassa vielä pienehkö eri rakennustyypeissä. Näihin Tilastokeskuksen rakennuskantatilastoon ei pääsääntöisesti sisälly kesämökkit eivätkä muun muassa maatalousrakennukset.

Taulukko 9. Lämmitysmuotojen osuus eri rakennustyypeissä osuus lukumäärästä

Lämmitysmuoto	Erilliset pientalot	Rivi- ja ketjutalot	Asuin-kerrostalot	Liikkeet	Toimistot	Hoitoala	Kokoontuminen	Opetus	Teollisuus	Muut
Kauko- tai aluelämpö	2,8	38,0	72,6	14,4	42,7	56,3	14,4	36,3	16,7	5,1
Öljy, kaasu	11,6	34,7	20,8	13,3	23,2	22,2	12,9	30,9	16,2	7,5
Sähkö	45,1	25,9	3,8	45,9	23,8	13,5	32,9	7,7	34,2	27,6
Kivihiihi	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Puu, turve	35,7	0,8	1,9	11,4	4,3	5,6	12,6	21,6	10,4	3,7
Maalämpö	1,0	0,0	0,1	0,4	0,3	1,0	0,3	0,2	0,4	0,2
Muu, tuntematon	3,9	0,5	0,7	14,6	5,7	1,4	26,9	3,4	22,1	57,6

5 Pohjois-Karjalan ympäristökuormitus, liikenne ja maankäyttö

5.1 Kuormitus ilmaan

5.1.1 Kasvihuonekaasupäästöt

Kasvihuonekaasut estävät auringon lämpösäteilyn pääsyä takaisin avaruuteen, ja edistävät siten ilmaston lämpenemistä. Kasvihuoneilmion ansiosta maapallon lämpötila on elinkelpoinen, mutta kasvihuoneilmion voimistumisen myötä lämpötilan nousu on uhka hyvinvoinnille. Ilmastomuutoksen hillintä on yksi EU:n kiireellisimmistä tavoitteista, jonka vuoksi tavoitteiden saavuttamiseksi on laadittu erilaisia hillintäkeinoja erityisesti energiantuotantoon liittyen.

Kasvihuonekaasuja ovat hiilidioksidi, metaani, dityppioksidi eli typpioksiduuli, fluoratut kaasut eli F-kaasut ja vesihöyry. Ihmistoiminta on lisännyt kasvihuonekaasujen määrää ja siten edistänyt ilmaston lämpenemistä. Suomen kasvihuonekaasuista merkittävin on hiilidioksidi, jonka osuus kaikista päästöistä on noin 81 – 86 prosenttia, sekä metaanin että dityppioksidin ollessa vajaa 10 % (Tilastokeskus 2014) ovat pysytelleet alle 10 % tasolla vuosina 1990 – 2012. Vuonna 2011 energiasektorin osuus oli noin 80 prosenttia Suomen kaikista kasvihuonekaasupäästöistä, maatalous noin 9 %, teollisuuden prosessipäästöt 8 % ja jätesektorin päästöjen osuus oli reilu 3 % (Tilastokeskus 2014c).

Ihmistoiminnan aikaansaama lisäys hiilidioksidipäästöissä on merkittävä ihmislähtöinen ilmastomuutosta edistävä tekijöistä (Olivier ym. 2013). Hiilidioksidia esiintyy ilmakehässä luontaisesti pieninä pitoisuuksina, mutta ihmistoiminnan vaikutuksesta hiilidioksidin osuus on kasvanut. Hiilidioksidia muodostuu erityisesti energiantuotannossa, liikenteessä ja teollisuudessa. Metaania muodostuu luonnossa esimerkiksi soilla ja kosteikoilla. Metaanin muodostuminen vaatii hapettomat olosuhteet, jolloin eloperäinen aine alkaa mädäntyä ja muodostaa metaania. Ihmistoiminnasta peräisin olevat metaanipäästöt aiheutuvat pääasiassa jätteiden käsittelystä ja kotieläintuotannosta. Metaania muodostuu huomattavasti vähemmän kuin hiilidioksidia, mutta toisaalta metaanin ilmastoa lämmittävä vaikutus on noin 25 kertaa voimakkaampi kuin hiilidioksidin. Dityppioksidi on voimakkain viidestä luonnollisesta kasvihuonekaasusta, sillä sen lämmitysvaikutus on yli 300 kertaa hiilidioksidia tehokkaampi, jonka lisäksi dityppioksidi on pitkäikäinen. Maailmanlaajuisesti suurin ihmisten aiheuttamien dityppioksidipäästöjen lähde on maatalous. Lisäksi dityppioksidia muodostuu typpilannoitteiden valmistuksesta, energiantuotannosta ja kotieläinten lannasta.

Arvioitaessa eri kasvihuonekaasupäästöjen vaikutusta ilmastomuutokseen, ne muutetaan yhteismittaisiksi. Tyypillisesti eri kasvihuonekaasut muutetaan karakterisointikerroimilla kertomalla hiilidioksidiekvivalenteiksi niiden haitallisuuden perusteella. Esimerkiksi jos metaani on 21 kertaa haitallisempi kuin hiilidioksidi, metaanin karakterisointikerroin on 21, Tässä raportissa käytettiin seuraavia karakterisointikerroimia: fossiiliselle hiilidioksidille 1, metaanille 21, typpioksiduulille 310, F-kaasuille 1 ja typen oksideille 1,48. Kasvihuonekaasujen aiheuttama ilmastomuutos oli ainoa ympäristövaikutusluokka, joka tässä hankkeessa otettiin mukaan ENVIMATmaakunta-kehikkoon. Energiaperäiset ja muusta toiminnasta aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt laskettiin erikseen kaikille toimialoille ja summattiin lopuksi yhteen.

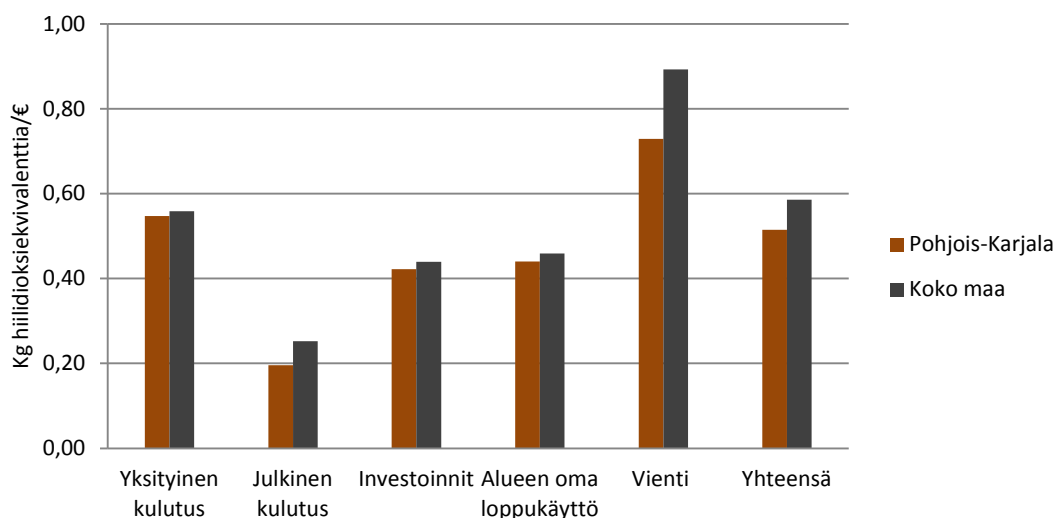
Pohjois-Karjalan talouden omasta toiminnasta aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt olivat vuonna 2010 1 266 miljoonaa kilogrammaa hiilidioksidiekvivalenttia (milj, kg CO₂ekv.). Näistä energiaperäisiä eli eri toimialojen yhteensä käyttämistä polttoaineista ja energiasta johtuvia oli 73 % ja muusta toiminnasta aiheutuvia 27 %. Tuotantolähtöiset kasvihuonekaasupäästöt, joissa ovat mukana sekä Pohjois-Karjalan omasta talouden toiminnasta että tuonnista aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt, olivat 3 388 milj. kg CO₂ ekvivalenttia. Kun tästä vähennetään pois vientiin sitoutuneet kasvihuonekaasupäästöt, saadaan alueen kulutuslähtöiset kasvihuonekaasupäästöt, jotka olivat 2 146 milj, kg CO₂ ekvivalenttia. Myös kasvihuonekaasupäästöjä verrattiin koko maan keskimääräisiin vastaaviin jakamalla omat, tuotantolähtöiset ja kulutuslähtöiset kasvihuonekaasut väentihedellä ja bruttokansantuotteella. Pohjois-Karjalan asukaskohtaiset kasvihuonekaasupäästöt olivat omat 7 600 kg CO₂ekv./asukas, tuotantolähtöi-

set 20 400 kg CO₂ekv./asukas, ja kulutuslähtöiset 12 900 kg CO₂ekv./asukas. Koko Suomen keskimääräiset asukaskohtaiset kasvihuonekaasupäästöt olivat omat 13 800 kg CO₂ekv./asukas, tuotantolähtöiset 27 200 kg CO₂ekv./asukas, ja kulutuslähtöiset 15 100 kg CO₂ekv./asukas. Pohjois-Karjalan asukaskohtaiset kasvihuonekaasupäästöt olivat siten huomattavasti pienemmät kuin koko maan vastaavat erityisesti omasta toiminnasta johtuvat, vaikka Pohjois-Karjalan väentiheys on huomattavasti matalampi kuin koko maan keskimääräinen väentiheys. Huolimatta myös neljänneksen pienemmästä bruttokansantuotteesta, bruttokansantuotetta kohden laskettunakin Pohjois-Karjalan omat kasvihuonekaasupäästöt olivat pienemmät kuin koko maan vastaavat. Tuotanto- ja kulutuslähtöiset kasvihuonekaasupäästöt olivat sen sijaan hieman suuremmat. Pohjois-Karjalan ja koko Suomen keskimääräiset kasvihuonekaasupäästöt bruttokansantuotetta kohden olivat 0,31 kg CO₂ekv./€ ja 0,41 kg CO₂ekv./€ omasta toiminnasta johtuville, tuotantolähtöisille 0,83 kg CO₂ekv./€ ja 0,82 kg CO₂ekv./€ sekä kulutuslähtöisille 0,52 kg CO₂ekv./€ ja 0,45 kg CO₂ekv./€.

Pohjois-Karjalan talouden aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt loppukäytön ryhmittäin vuonna 2010 on esitetty taulukossa 10. Noin kaksi kolmasosaa Pohjois-Karjalan kasvihuonekaasupäästöistä johtuivat maakunnan omasta loppukäytöstä ja yksi kolmasosa viennin kasvihuonekaasupäästöistä. Yksityinen kulutus aiheutti suurimman osan sekä maakunnan talouden omasta toiminnasta johtuvista kasvihuonekaasupäästöistä että tuonnin kasvihuonekaasupäästöistä. Julkisen kulutuksen ja investointien osuus oli hyvin pieni verrattuna yksityiseen kulutukseen.

Taulukko 10. Pohjois-Karjalan talouden aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt loppukäytön ryhmittäin vuonna 2010 (Milj.kg CO₂ ekv.).

	Pohjois-Karjalan omat	Tuonti	Yhteensä	%
Yksityinen kulutus	624	944	1 568	46,3
Julkinen kulutus	83	151	233	6,9
Investoinnit	78	267	345	10,2
Alueen oma loppukäyttö	785	1 361	2 146	63,3
Vienti	481	761	1 242	36,7
Yhteensä	1 266	2 122	3 388	100,0



Kuva 36. Pohjois-Karjalan ja keskimäärin koko Suomen kasvihuonekaasupäästöt jaettuna kyseisen loppukäytön ryhmän kulutuksella (KHK-päästöt/€) vuonna 2010.

Toisin kuin Pohjois-Karjalan raaka-ainekäytön intensiteetit eri loppukäytön ryhmittäin, Pohjois-Karjalan päästöintensiteetit olivat koko maan keskimääräisiä arvoja pienemmät jokaisessa loppukäytön ryhmässä. Intensiteetit saatiin jakamalla kunkin loppukäytön ryhmän kasvihuonekaasupäästöt sen rahamääräisellä kulutuksella (kg CO₂ekv./€). Ero päästöintensiteettien välillä oli suurin viennin sekä julkisen kulutuksen kohdalla (kuva 36). Päästöintensiteetit olivat sekä Pohjois-Karjalan että koko Suomen osalta suurimmat viennille ja pienimmät julkiselle kulutukselle.

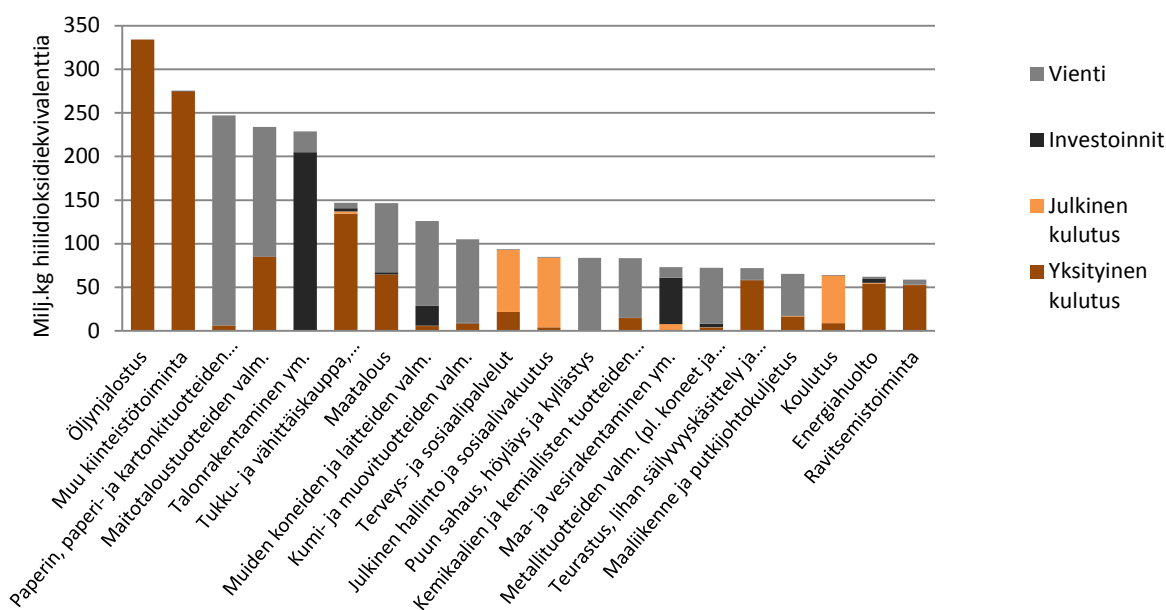
Taulukko 11. Tuotteiden loppukäytön KHK- päästöt toimialoittain (TOL26) vuonna 2010 (Milj. kg CO₂ ekv.).

Toimialat TOL26	Yksityinen kulutus.	Julkinen kulutus	Investoinnit	Alueen oma loppukäyttö	Vienti.	Yhteensä
1 Maatalous, riista- ja kalatalous	68	0	3	71	80	151
2 Metsätalous	0	0	0	1	11	12
3 Kaivostoiminta ja louhinta	0	0	0	0	34	34
4 Elintarviketeollisuus ym.	231	0	1	233	165	398
5 Tekstiili-, vaatetus- ja nahkateollisuus	42	0	0	43	17	60
6 Puuteollisuus	1	0	0	1	114	115
7 Paperiteollisuus ja painaminen	7	0	1	7	258	266
8 Kemianteollisuus	363	7	1	370	164	534
9 Rakennusaineteollisuus	3	0	1	3	33	36
10 Metallien ja metallituotteiden valm.	4	0	4	9	69	78
11 Sähkö- ja elektroniikkateollisuus	22	0	10	32	49	81
12 Muiden koneiden ja laitteiden valm.	32	0	37	69	101	171
13 Muu teollinen valmistus	19	0	4	23	11	34
14 Energia-, vesi- ja jätehuolto	64	1	6	71	15	86
15 Rakentaminen	1	7	258	266	36	302
16 Kauppa	134	3	4	141	6	147
17 Kuljetus ja varastointi	50	1	0	51	53	104
18 Majoitus- ja ravitsemistoiminta	62	0	0	62	11	73
19 Informaatio ja viestintä	21	0	12	32	2	35
20 Rahoitus- ja vakuutustoiminta	24	0	0	24	2	25
21 Kiinteistöalan toiminta	275	0	4	278	0	278
22 Liike-elämän palvelut	22	3	2	28	7	34
23 Julkinen hallinto	4	80	0	84	1	85
24 Koulutus	9	54	0	64	0	64
25 Terveys- ja sosiaalipalvelut	22	72	0	93	0	93
26 Muut palvelut	50	6	0	57	2	59
Yhteensä	1 529	237	348	2 114	1 242	3356

Tuotteiden loppukäytön kasvihuonekaasupäästöistä alueen oma loppukäyttö aiheutti noin puolet enemmän kasvihuonekaasupäästöistä kuin vienti. Tuotteiden loppukäytön kasvihuonekaasupäästöt olivat maakunnan omalle loppukäytölle 2 114 milj. kg CO₂ekv. ja viennin 1 242 milj. kg CO₂ekv. (taulukko 11). Alueen oman loppukäytön päästöistä yksityisen kulutuksen osuus oli 72 %, julkisen kulutuksen 11 % ja investointien 16 %. Karkealla TOL26-toimialajaolla kemianteollisuus, kiinteistöalan toiminta sekä elintarviketeollisuus aiheuttavat suurimman osan yksityisen kulutuksen tuotteiden loppukäytön kasvihuonekaasupäästöistä. Rakentaminen aiheuttaa 75 % investointiin menevien tuotteiden loppukäytön

kasvihuonekaasupäästöistä. Alueen omat tuotteiden loppukäytön kasvihuonekaasupäästöt johtuvat ennen kaikkea kemianteollisuudesta, kiinteistöalan toiminnasta sekä rakentamisesta. Vientituotteiden loppukäytön kasvihuonekaasupäästöistä 21 % aiheutuu paperiteollisuudesta ja painamisesta ja 13 % elintarveteollisuudesta ja 13 % kemianteollisuudesta.

Tarkemmalla toimialajaolla tuotteiden loppukäytön kasvihuonekaasupäästöt ovat suurimmat öljynjalostuksen, muun kiinteistötoiminnan, paperin, paperi- ja kartonkituotteiden valmistuksen, maitotaloustuotteiden valmistuksen, talonrakentamisen, tukku- ja vähittäiskaupan sekä maatalous toimialoilla (kuva 37). Eri toimialoilla on suuria eroja, mikä loppukäytönryhmä aiheuttaa suurimmat tuotteiden loppukäytön kasvihuonekaasupäästöt. Suurin osa aiheutuu toimialan omista erityispiirteistä. Öljynjalostus nousee tuotteiden loppukäytön kasvihuonekaasupäästöissä suurimmaksi, vaikka alueella ei ole öljynjalostuksen toimintaa, vaan päästöt johtuvat pääasiassa energiaöljytuotteiden tuonnista. Öljynjalostuksen sekä muun kiinteistötoiminnan tuotteiden loppukäytön päästöt aiheutuvat yksinomaan yksityisestä kulutuksesta. Paperin, paperi- ja kartonkituotteiden valmistuksen sekä maitotaloustuotteiden valmistuksen päästöistä suurin osa johtuu vientituotteisiin sitoutuneista kasvihuonekaasupäästöistä. Rakentamisen osalta taas kasvihuonekaasupäästöt johtuvat investoinneista. Terveys- ja sosiaalipalveluiden sekä julkisen hallinnon ja sosiaalivakuutuksen tuotteiden päästöt ovat pääasiassa julkisen kulutuksen aiheuttamia. Mikäli otetaan huomioon vain alueen oma loppukäyttö, eikä vientiä, tuotteiden loppukäytön kasvihuonekaasupäästöjen suurimmat aiheuttajat ovat öljynjalostus, muu kiinteistötoiminta, talonrakentaminen ym., tukku- ja vähittäiskauppa, terveys- ja sosiaalipalvelut, maitotaloustuotteiden valmistus, julkinen hallinto ja sosiaalivakuutus, maatalous, koulutus sekä maa- ja vesirakentaminen.

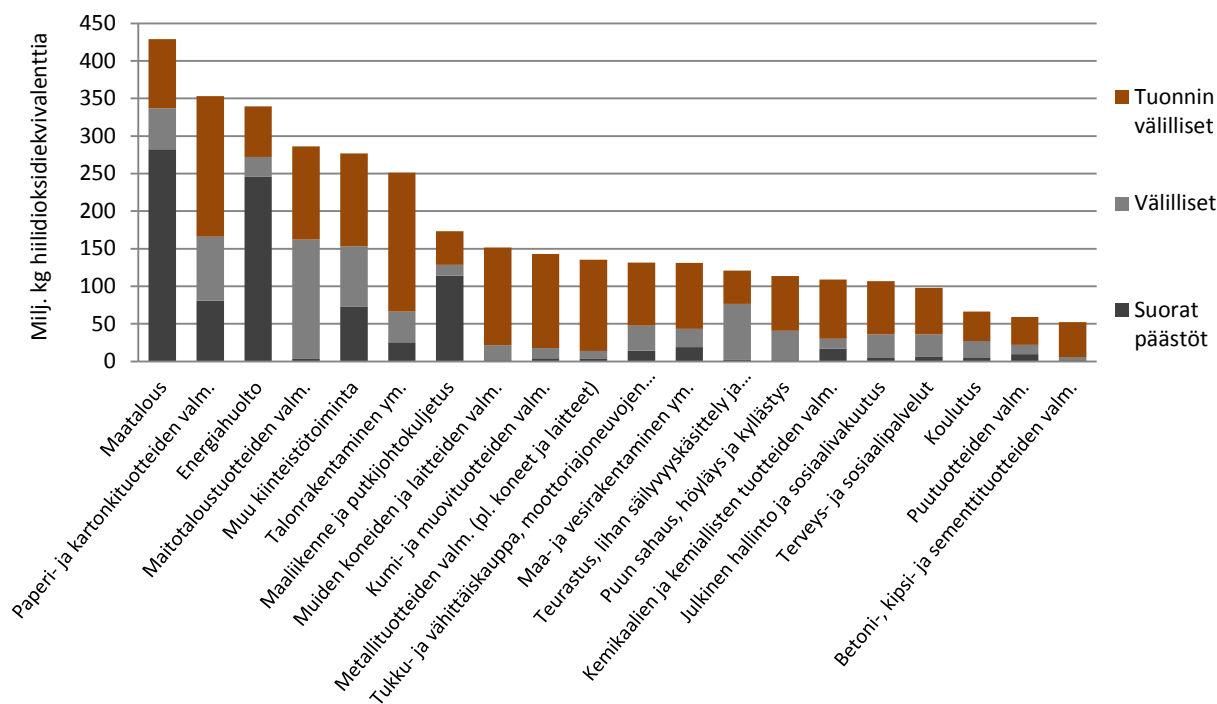


Kuva 37. Kokonaispäästöiltään 20 suurimman toimialan tuotteiden loppukäytön kasvihuonekaasupäästöt jaettuna yksityiseen kulutukseen, julkiseen kulutukseen, investointeihin ja vientiin.

Tuotantotoiminnasta aiheutuvat kokonaispäästöt olivat suurimmat maatalouden, paperin, paperi- ja kartonkituotteiden valmistuksen, energiahuollon, maitotaloustuotteiden valmistuksen, muun kiinteistötoiminnan, talonrakentamiseen ym. sekä maaliikenteen ja putkijohtokuljetuksen toimialoilla. Maakunnan suorista päästöistä suurin osa aiheutui maataloudesta, energianhuollosta sekä maaliikenteestä ja putkijohtokuljetuksesta (kuva 38). Maataloudesta aiheutuu päästöjä ilmaan maaperästä suoraan ja epäsuorasti, peltojen lannoituksesta, lannan käsittelystä, kotieläinten ruoansulatuksesta sekä maatalouskoneista. Maatalouden energiankäyttö aiheuttaa myös päästöjä ilmaan (Mäenpää ja Mäntä 2014). Hiilidioksidia vapautuu maaperästä suoraan esimerkiksi kalkituksen ja maan muokkauksen yhteydessä, metaania kotieläinten ruoansulatuksesta sekä lannan käsittelystä. Dityppioksidia vapautuu sekä lannan käsittelystä että maaperästä suoraan tai epäsuoraan. Maaperästä suoraan vapautumisella tarkoitetaan päästöjä, jotka aiheutuvat lannoitteista, lannan levityksestä, lietteistä, biologisesta typensidonnasta tai niittojäännökses-

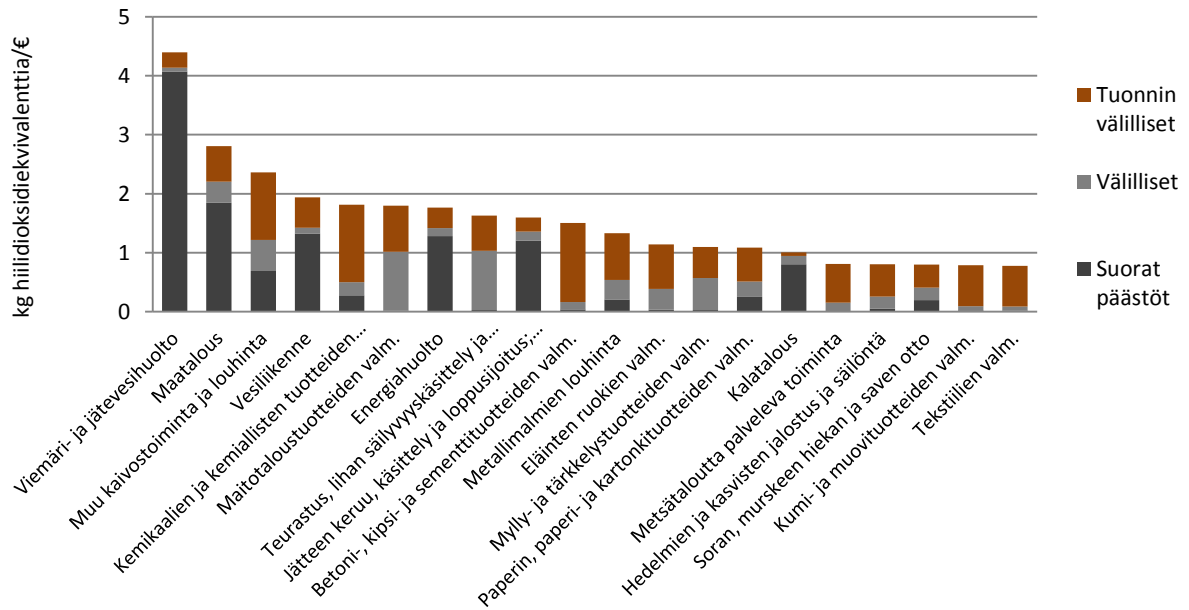
tä. Maaperän epäsuorilla päästöillä tarkoitetaan huuhtoumasta ja laskeumasta johtuvia päästöjä. Pohjois-Karjalan maatalous on hyvin karjatalousvaltaista, joten maatalouden metaanipäästöt ovat korkeammat kuin koko maassa keskimäärin. Maatalouden metaanipäästöt olisivat vielä korkeammat, mikäli hankkeessa olisi otettu huomioon muutkin kuin karjan ruuansulatuksesta aiheutuvat päästöt, jotka laskettiin NIR-raportin kertoimilla (Greenhouse Gas Emissions in Finland 2014). Maatalous aiheutti suurien suorien päästöjen lisäksi myös korkeat tuonnin välilliset päästöt.

Pelkästään tuotantotoiminnan suorat päästöt huomioiden suurimmat suorien päästöjen toimialat olivat maatalous, energiahuolto, maaliikenne ja putkijohtokuljetus, paperin, paperi- ja kartonkituotteiden valmistus, muu kiinteistötoiminta, jätteen keruu, käsittely ja loppusijoitus; kierrätys, talonrakentaminen ym. sekä maa- ja vesirakentaminen. Tuonnin välillisiä päästöjä aiheuttivat eniten paperin, paperi- ja kartonkituotteiden valmistus, talonrakentaminen ym., muiden koneiden ja laitteiden valmistus, kumi- ja muovituotteiden valmistus, maitotaloustuotteiden valmistus, muu kiinteistötoiminta, metallituotteiden valmistus (pl. koneet ja laitteet), maatalous sekä maa- ja vesirakentaminen. Välillisiä päästöjä tarkasteltaessa on huomioitava, että etenkin tuonnin osalta ongelmana on välillisten päästöjen kaksinkertainen tai jopa moninkertainen laskenta. Pohjois-Karjalan tuotantotoiminnan suorat päästöt olivat vuonna 2010 yhteensä 1 026 milj.kg CO₂ekv., välilliset päästöt 942 milj.kg CO₂ekv., tuonnin välilliset päästöt 2 283 milj.kg CO₂ekv. ja yhteensä 4 251 milj. kg CO₂ekv. Oikaistuna välilliset päästöt olivat nolla, tuonnin välilliset päästöt 1 448 milj. kg CO₂ekv. ja yhteensä 2 474 milj. kg CO₂-ekvivalenttia.



Kuva 38. Kokonaispäästöiltään 20 suurimman toimialan kasvihuonekaasupäästöt jaettuna suoriin päästöihin, välillisiin päästöihin sekä tuonnin välillisiin päästöihin vuonna 2010.

Päästöintensiteeteiltään (kg CO₂ekv./€) heikoimpiin eli toimialoihin, joiden yhteenlasketut suorat, välilliset ja tuonnin välilliset päästöt jaettuna toimialan tuotoksella olivat suurimmat, kuuluivat viemäri- ja jätevesihuolto, maatalous, muu kaivostoiminta ja louhinta, vesiliikenne, kemikaalien ja kemiallisten tuotteiden valmistus, maitotaloustuotteiden valmistus, energianhuolto, teurastus, lihan säilyvyyskäsittely ja lihatuotteiden valmistus sekä jätteen keruu, käsittely ja loppusijoitus; kierrätys. Näistä toimialoista suuret päästöintensiteetit johtuivat tuotantotoiminnan suorista päästöistä viemäri- ja jätevesihuollon, maatalouden, vesiliikenteen, energianhuollon sekä jätteen keruun, käsittelyn ja loppusijoituksen toimialoilla (kuva 39).



Kuva 39. Päästöintensiteeteiltään 20 suurimman toimialan kasvihuonekaasupäästöintensiteetit (kg CO₂ekv./€) jaettuna suoriin päästöihin, välillisiin päästöihin sekä tuonnin välillisiin päästöihin vuonna 2010.

5.1.2 Muu kuormitus ilmaan

Ilman epäpuhtauksien päästölähteitä ovat sekä ihmisen toiminta että luonto. Luonnon itsensä aikaansaama kuormitus ilmaan aiheuttavat muun muassa kasvien erittämät haihtuvat orgaaniset yhdisteet, tulivuorenpurkaukset ja hiekkamyrskyt (Ympäristö 2015). Teollisuusprosesseista, tuotteiden käytöstä, jätteiden käsittelystä, maataloudesta fossiilisten polttoaineiden polttamisesta energiantuotannossa, liikenteessä, teollisuudessa ja kotitalouksissa aiheutuu kuormitusta ilmaan. Tärkeimmät ympäristöä happamoittavat ilmapäästöt ovat rikin- ja typen yhdisteiden sekä ammoniakkin päästöt. Happamoittavia yhdisteitä laskeutuu maan pinnalle sateen mukana märkälassekumana tai hiukkasissa ja kaasuisa kuivalassekumana. Happamoitumisella tarkoitetaan sitä, kun maaperän tai vesistöjen kyky vastustaa eli neutralisoida ilmasta tulevaa hapanta laskeumaa alkaa heikentyä. Happamoituminen vaikuttaa muun muassa metsien kasvuun sekä vesiekosysteemien happamuuteen. Hapan sade aiheuttaa materiaalivaurioita myös rakennetuissa ympäristöissä (Koskela 2004). Vesistöjä ja maaperää happamoittavat rikkidioksidin- ja typen oksidipäästöt voivat kulkeutua satoja, jopa tuhansia kilometrejä. Happamoittavia rikkipäästöjä tulee etenkin energiantuotannosta, kivihiilen, raskaan polttoöljyn ja turpeen poltosta ja joistain teollisista prosesseista. Typen oksidien päästöjä (NO_x) syntyy etenkin liikenteestä, mutta sen lisäksi myös hiili-, turve- ja sekapolttokattiloissa. Rikkipäästöt ilmoitetaan rikkidioksidina (SO₂) ja typen yhdisteiden päästöt typpidioksidina (NO₂). Ammoniakkipäästöistä (NH₃) suurin osa on peräisin maataloudesta. Maatalouden ammoniakkipäästöt ilmaan vapautuvat lannoitteista ja lannoitustapa vaikuttaa paljon ammoniakkipäästöjen määrään (Koskela 2004). Rikkidioksidipäästöt ovat happamoitumisen aiheuttajista merkittävimmät. Ne ovat vähentyneet koko Suomen alueella vähentyneet teollisuus- ja voimalaitosten hyvien rikinpoistomenetelmien ansiosta. Suomen tasolla suurimmat rikkidioksidipäästöt aiheutuvat energiantuotannosta ja teollisuudesta (Koskela 2004).

Hiukkaspäästöjä syntyy pääasiassa turvetuotannossa, liikenteessä, energiantuotannossa hiilen, turpeen, puun ja nestemäisten polttoaineiden poltossa (Ympäristö 2015). Yleensä kokonaishiukkasten lisäksi arvioidaan halkaisijaltaan alle 10 µm pienhiukkasten (PM10) osuudet sekä halkaisijaltaan alle 2,5 µm hengitettävät hiukkaset (PM2.5). Erityisesti pienhiukkaset ja hengitettävät hiukkaset vaikuttavat ihmisten terveyteen ja viihtyvyyteen. Raskasmetalleja on luonnostaan maaperässä, kasveissa ja eläimissä ja ne ovat pieninä määrinä elintärkeitä, mutta liian suurina määrinä myrkyllisiä ja kerääntyvät elimistöön ja ravintoketjuihin. Haitallisimpia ympäristön kannalta ovat elohopea, lyijy ja kadmium. Lyijypäästöt ovat 1990 luvun alun jälkeen vähentyneet merkittävästi johtuen lyijyttömän bensiinin käyttöön otosta. Raskasmetalleja joutuu ilmakehään ihmisen toiminnan seurauksena fossiilisten polttoai-

neiden kuten hiilen, turpeen ja raskaan polttoöljyn poltosta, jätteiden poltosta, metallien tuotannosta ja renkaiden kulumisesta tieliikenteessä.

Hitaasti hajoavia orgaanisia yhdisteitä eli ns. POP-yhdisteitä ovat muun muassa polyaromaattiset hiilivedyt (PAH-yhdisteet), dioksiinit ja furaanit, heksaklooribentseeni (HCB), polyklooratut bifenyylit (PCB) ja pentakloorifenolit (PCP). POP-yhdisteillä tarkoitetaan yhdisteitä, jotka ovat erittäin pysyviä, kertyvät eliöihin ja voivat aiheuttaa jo pieninä pitoisuuksina vakavia haittoja ihmisen terveydelle tai ympäristölle. POP-yhdisteet kulkeutuvat kauas päästölähteistään ja erityisesti kohti maapallon napaluoteita. Mikään valtio tai alue ei yksin voi ratkaista POP-yhdisteiden aiheuttamia ympäristö- ja terveysongelmia, vaan rajoittamiseksi tarvitaan kansainvälisiä toimia. POP-yhdisteitä on käytetty teollisuuskemikaaleina, palonestoaineina tai torjunta-aineina, mutta niitä muodostuu myös muun muassa epätäydellisten palamisen seurauksena energiantuotannossa, liikenteessä ja jätteiden poltossa. POP-yhdisteet ovat kaikkein haitallisimpia ympäristömyrkyjä. Useimmat POP-yhdisteet ovat rasvaliukoisia ja ne rikastuvat siten erityisesti ravintoverkkojen yläpäässä oleviin kuluttajiin. Jotkut aineista ovat yhteydessä eläimissä havaittuihin kehitys- ja lisääntymishäiriöihin, ja voivat vaikuttaa samaan tapaan myös ihmiseen. Aineiden pitkäaikais- tai yhteisvaikutuksia ei vielä tunneta (Ympäristö 2015).

Taulukko 12. Happamoittavien yhdisteiden, haihtuvien orgaanisten yhdisteiden, hiilimonoksidin ja hiukkasten päästöt kunnittain Pohjois-Karjalassa vuonna 2010.

Yksikkö	Rikkipäästöt	Typen yhdisteiden päästöt	Ammoniikki ja ammonium	Muut haihtuvat orgaaniset yhdisteet kuin metaani	Hiili-monoksidi	Hiukkaset	Hengitettävät hiukkaset	Pienhiukkaset
	SO _x (SO ₂ :na)	NO _x (NO ₂ :na)	NH ₃ ja NH ₄	NMVOC	CO		PM10	PM2,5
	t	t	t	t	t	t	t	t
Pohjois-Karjala	1241	2046		227	125	540	61	
Ilomantsi	35	157	33	207	841	185	132	103
Joensuu	239	1716	194	1409	5917	1100	811	622
Juuka	17	137	79	174	823	119	83	67
Kitee	87	417	174	411	1638	518	286	197
Kontiolahti	21	219	45	287	1293	229	158	121
Lieksa	46	348	121	368	1530	217	162	135
Liperi	30	272	194	302	1477	209	142	112
Nurmes	22	206	140	222	964	148	106	87
Outokumpu	16	118	72	173	681	115	80	66
Polvijärvi	16	95	132	138	632	102	69	55
Rääkkylä	10	64	81	92	420	61	42	34
Tohmajärvi	16	134	178	151	705	127	87	68
Valtimo	8	57	99	78	350	72	49	38

Pohjois-Karjalan muu kuormitus ilmaan selvitettiin Ympäristöhallinnon Vahti-tietojärjestelmän kunta- ja asiakaskohtaisista tiedoista (Vahti 2014). Näin ollen muu kuormitus ilmaan pitää sisällään vain lähinnä teollisuuden ja energiantuotannon ja asutuksen jätevedenpuhdistamojen tiedot, joilla on velvollisuus ilmoittaa tietonsa Vahti-rekisteriin. Teollisuuden aloihin sisältyvät mekaaninen puunjalostusteollisuus, kemiallinen puunjalostusteollisuus, kaivosteollisuus, elintarviketeollisuus, metalliteollisuus sekä kemianteollisuus. Teollisuuden päästöt ilmaan ovat pääosin peräisin fossiilisista polttoaineista. Vahti-tietojärjestelmään tallennetut ja Pohjois-Karjalassa tosiasiallisesti käytetyt polttoainemäärät eivät ole yhteneväiset. Vahdista puuttuu pienimuotoisen teollisuuden polttoaineiden käyttö ja siten myös niiden ympäristökuormitus.

Kokonaisuudessaan Pohjois-karjalan rikkidioksidipäästöt olivat vuonna 2010 1 242 tonnia ja typpi-dioksidipäästöt 2 046 tonnia (taulukko 12). Joensuu oli suurin kunta kaikkien muiden päästöjen paitsi

ammoniakin ja ammoniumin suhteen. Kunnittaiset ammoniakkipäästöt ovat suurilta osin maatalouden lannoitteiden ammoniakkipäästöjä ilmaan. Suurimmat ammoniakkipäästöt tulevat Joensuun lisäksi Liperistä, Tohmajärveltä, Kiteeltä ja Polvijärveltä. Maataloudesta aiheutuu päästöjä ilmaan maaperästä suoraan ja epäsuorasti muun muassa peltojen lannoituksesta, lannan käsittelystä, kotieläinten ruoansulatukselta ja maatalouskoneista. Hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten päästöt ovat suurimpia Joensuussa ja Kiteellä. Pienhiukkasiin ja nokihaittoihin liittyen pienten päästölähteiden, kuten omakotiasutuksen pienpuun polton päästöt, voivat olla myös merkittäviä (Luotonen 2013).

Polyaromaattiset hiilivedyt (PAH-yhdisteet) muodostivat suurimman osan Pohjois-karjalan hitaasti hajoavista orgaanisista yhdisteistä. Polyaromaattisten hiilivetyjen päästöt vaihtelivat Joensuun vuotuisesta 207 511 gramman päästöstä Valtimon 16 279 gramman päästölukuihin. Joensuun jälkeen suurimmat PAH-päästöt olivat Lieksassa 75 kg ja Kiteellä 60 kg. Dioksiini ja furaanipäästöjä oli ainoastaan Joensuun kaupungin alueella (0,1 TEQ grammaa). Dioksiini- ja furaanipäästöt johtuivat kaukolämmön ja kylmän tuotannosta. Heksaklooribentseenipäästäjä ei Pohjois-Karjalassa ollut Vahti-tietojärjestelmän mukaan ollenkaan. Polykloorattujen bifenyylipäästöjen vaihteluväli oli Joensuun 1 748 grammasta Valtimon sekä Rääkkylän 67 grammaan. Kaukolämmön ja kylmän tuotanto tuotti polyaromaattisten hiilivetyjen päästöjä 8 750 g ja sähkön tuotanto 4 190 grammaa. Puun, sahaus, höyläys ja kyllästys tuotti PAH-päästöistä 1 540 grammaa.

Raskasmetalleista kuormitusta ilmaan aiheutti ylivoimaisesti eniten sinkki (taulukko 13). Suurin kunta kaikkien raskasmetallipäästöjenkin osalta oli Joensuu. Seuraavaksi suurimpia raskasmetallipäästöjä olivat Kiteellä. Sinkkipäästöt olivat muihin kuntiin nähden suurehkoja myös Kiteellä, Lieksassa, Liperissä ja Kontiolahdella. Samoissa kunnissa myös kuparipäästöt olivat suurehkoja muihin kuntiin verrattuna.

Taulukko 13. Raskasmetallien päästöt kunnittain Pohjois-Karjalassa vuonna 2010.

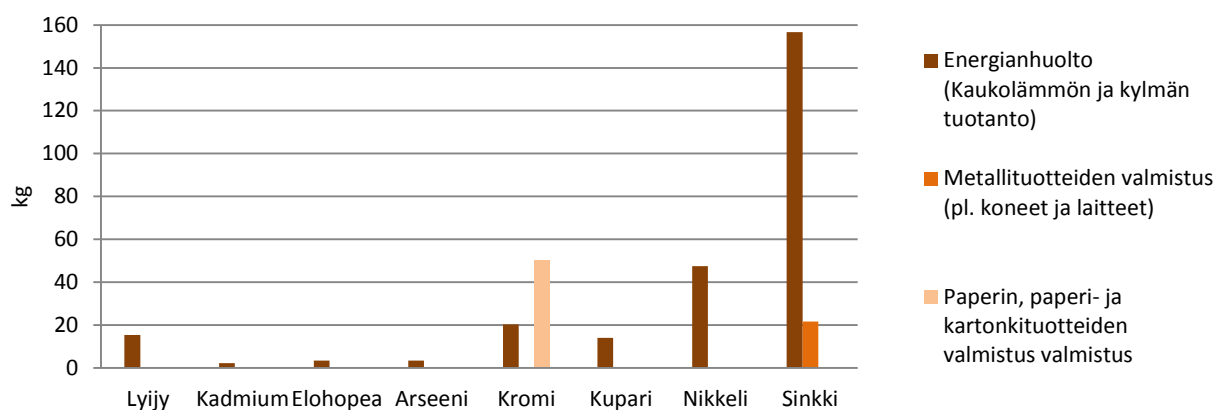
Yksikkö	Lyijy (Pb) kg	Kadmium (Cd) kg	Elohopea (Hg) kg	Arseeni (As) kg	Kromi (Cr) kg	Kupari (Cu) kg	Nikkeli (Ni) kg	Sinkki (Zn) kg
Pohjois-Karjala	44,2	2,2	3,4	3,4	14,1	15,6	47,7	178,4
Ilomantsi	10,7	1,0	0,3	0,8	7,4	67,3	11,4	161,6
Joensuu	613,9	38,0	9,8	27,6	64,9	550,6	248,0	1309,2
Juuka	10,6	0,9	0,2	0,8	7,2	82,5	11,6	162,5
Kitee	43,0	4,0	0,6	2,2	29,1	179,8	73,6	617,0
Kontiolahti	14,8	1,1	0,3	1,2	9,5	174,4	15,0	243,7
Lieksa	22,8	2,1	0,7	1,6	15,3	130,6	30,3	335,5
Liperi	17,8	1,4	0,3	1,4	11,5	183,0	21,8	281,3
Nurmes	15,8	1,4	0,3	1,1	11,1	97,1	16,1	240,5
Outokumpu	10,2	0,9	0,2	0,8	7,0	74,0	11,0	154,9
Polvijärvi	9,3	0,8	0,2	0,8	6,5	57,5	10,7	136,1
Rääkkylä	5,6	0,5	0,1	0,5	4,0	30,4	6,5	80,8
Tohmajärvi	9,9	0,8	0,2	0,7	6,7	86,2	10,7	155,1
Valtimo	5,0	0,4	0,1	0,4	3,4	36,7	5,6	75,6

Rikkidioksidipäästöistä suurin osa aiheutui kaukolämmön ja kylmän tuotannosta (taulukko 14). Typen yhdisteiden suurimpana päästölähteenä olivat paperiteollisuus ja painaminen sekä kaukolämmön ja kylmän tuotanto. Muut haihtuvat orgaaniset yhdisteet (NMVOC) syntyivät ennen kaikkea painamiseen ja tallenteiden jäljentämisen sekä puun sahauksen, höyläyksen ja kyllästykseen toimialoilta. Energianhuolto aiheutti myös suurimmat hiilimonoksidipäästöt, kun mukaan luettiin vain Vahti-tietokannan teollisuuden asiakkaat. Hiukkaspäästöt ilmaan olivat suurimmat puun sahauksen, höyläyksen ja kyllästykseen, paperin, paperi- ja kartonkituotteiden valmistuksen sekä kaukolämmön ja kylmän tuotannon toimialoilta.

Taulukko 14. Happamoittavien yhdisteiden, haihtuvien orgaanisten yhdisteiden, hiilimonoksidin ja hiukkasten päästöt toimialoittain Pohjois-Karjalassa 2010.

Toimiala	Rikkipäästöt	Typen yhdisteiden päästöt	Muut haihtuvat orgaaniset yhdisteet	Hiilimonoksidi	Hiukkaset	Hengitettävät hiukkaset
	SO _x (SO ₂ :na) tonnia	NO _x (NO ₂ :na) tonnia	NMVOC tonnia	CO tonnia	tonnia	PM10 tonnia
Maitotaloustuotteiden valm.	5,1	1,8			0,06	
Muiden elintarvikkeiden valm.		1,2				
Muu kaivostoiminta ja louhinta		4,3			6,24	
Puun sahaus, höyläys ja kyllästys	30,0	141,8	55296		213,88	
Puutuotteiden valm.		1,5			2,13	38,25
Paperin, paperi- ja kartonkituotteiden valm.	131,0	851,2			156,13	
Painaminen ja tallenteiden jäljentäminen			90991			
Kemikaalien ja kemiallisten tuotteiden valm.	15,7	39,7	28603		5,36	
Kumi- ja muovituotteiden valm.	6,7	3,0	17365		0,59	
Metallituotteiden valm. (pl. koneet ja laitteet)			256		0,36	
Energianhuolto (Kaukolämmön ja kylmän tuotanto)	896,4	696,6	8329	124,83	122,47	22,87
Energianhuolto (Sähkön tuotanto)					27,93	

Kaukolämmön ja kylmän tuotanto aiheutti Pohjois-Karjalan suurimmat sinkkipäästöt (kuva 40). Nikkeli, kupari ja lyijypäästöt tulivat myös ennen kaikkea kaukolämmön ja kylmän tuotannosta. Myös metallituotteiden valmistuksesta tuli jonkin verran raskasmetallipäästöjä ilmaan, suurimmaksi osaksi sinkkiä. Kromipäästöistä suurin osa johtui paperin, paperi- ja kartonkituotteiden valmistuksesta.

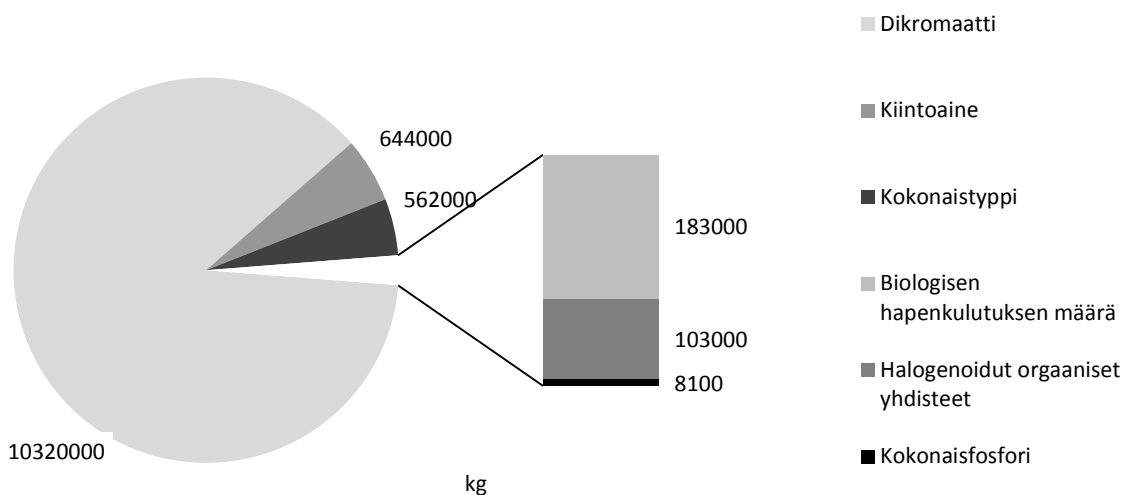


Kuva 40. Raskasmetallien päästöt toimialoittain Pohjois-Karjalassa vuonna 2010.

5.2 Kuormitus vesiin

Pohjois-Karjalan vesistöihin joutuu päästöjä pistemäisenä kuormituksena yhdyskunnista, teollisuudesta, turvetuotannosta ja kalankasvatuksesta. Vesistöjen kannalta kuormittavimpia ovat rehevöittävät ravinteet, fosfori ja typpi, veden happivaroja kuluttavat orgaaniset aineet, liettymistä aiheuttavat kiintoaineet sekä vesieliöstölle haitalliset yhdisteet, kuten raskasmetallit (Luotonen 2014). Vesien rehevöityminen johtuu liiallisesta ravinteiden saannista, jonka seurauksena saattaa esiintyä mm. leväkukintoja, kalaston tai vesikasvillisuuden muutoksia ja veden samentumista. Vesien rehevöitymistä aiheuttavat fosfori ja typpi. Rehevöitymistä säätelee sisävesissä pääsääntöisesti fosfori, jolloin typen lisäyksellä ei ole yhtä suurta merkitystä järven rehevöitymisen kannalta. Typen määrää puolestaan säätelee rehevöitymistä isompien vesistöjen osalta. Itämeren rehevöitymistä säätelee paikoitellen typpi ja osittain fosfori. Veden happivaroja puolestaan kuluttavat orgaaniset aineet ja liettymistä edistää kiintoainepäästöt. Lisäksi erilaiset haitalliset yhdisteet, kuten raskasmetallit (rauta, nikkeli, sinkki, arseeni, kupari, kromi, lyijy ja elohopea) ovat haitallisia vesieliöille (Mononen ym. 2011).

Suomessa suurin typpi- ja fosforipäästöjen aiheuttajista on maatalous. Yhdyskuntien ja teollisuuden päästöt ovat puolestaan vähentyneet jätevesien käsittelyn tehostumisen myötä. Maatalous aiheuttaa Suomessa 60 % fosforin ja 52 % typen päästöistä (Uusitalo ym. 2007). Suurin osa maatalouden kuormituksesta aiheuttavat pelloilta valuvat lannoitteet, mutta myös lannankäsittely, eläinten laidunnus sekä säilörehun puristeneet ja maitohuoneiden pesuvedet lisäävät maatalouden aiheuttamaa fosfori ja typikuormitusta (Uusitalo ym. 2007). Pohjois-Karjalan maatalouden huuhtoumat vesiin arvioitiin keskimääräisten huuhtoumalukujen ja peltopinta-alan mukaan (Harju ja Paavilainen 2014). Maatalouden keskimääräinen kiintoainehuuhtouma on 1 955 kg/ha vuodessa. Typeä huuhtoutuu 13,8 kg/ha ja fosforia 1,45 kg/ha vuodessa. Siten koko Pohjois-Karjalan maatalouden aiheuttama kiintoainekuormitus oli 220,5 miljoonaa kg vuodessa, kokonaistypikuormitus 1,6 miljoonaa kg vuodessa ja kokonaisfosforikuormitus 152 245 kg vuodessa. Samalla periaatteella arvioitiin myös Pohjois-Karjalan metsätalouden aiheuttamat huuhtoumat vesiin. Metsätalouden keskimääräinen kiintoainehuuhtouma on 5,1 kg/ha vuodessa. Typeä huuhtoutuu 2 kg/ha ja fosforia 0,07 kg/ha vuodessa (Harju ja Paavilainen 2014). Siten koko Pohjois-Karjalan maatalouden aiheuttama kiintoainekuormitus oli 8,2 miljoonaa kg vuodessa, kokonaistypikuormitus 3,2 miljoonaa kg vuodessa ja kokonaisfosforikuormitus 111 866 kg vuodessa.



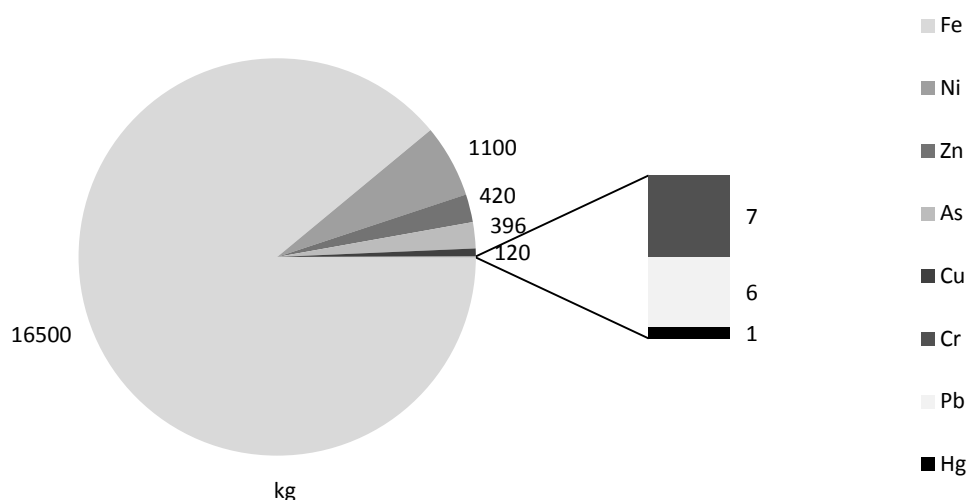
Kuva 41. Pohjois-Karjalan kuormitus veteen teollisuuslaitosten yleisimpien päästöjen osalta vuonna 2010.

Turvetuotannosta aiheutuva kuormitus sisältää typpeä ja fosforia, rautaa, orgaanisia humusaineita ja kiintoainetta. Turvetuotannon kuormitus vaihtelee suurestikin vuosittain, vuodenajoittain ja alueittain (Luotonen 2013). Turvetuotannossa vesistökuormitusta syntyy kaikissa tuotannon vaiheissa. Luonnontilaisten ja osittain myös ojitetun suon elävä kasvillisuus pidättää ja tasoittaa sateiden ja sulamisvesien

aiheuttamia virtauksia ja estää orgaanisen aineen ja ravinteiden huuhtoutumista vesistöihin. Huuhtoutuminen on erityisen voimakasta hyvin maatuneessa turpeessa. Saraturpeisten soiden vesistökuormitus on kuntoonpanovaiheessa rahkaturpeisia suurempi. Tuotantoalueen vesistökuormitustasoon vaikuttaa merkittävästi myös turpeen ravinnepitoisuus sekä kuivatusvesien johtamistapa ja käsittely (esim. Mäenpää ja Mänty 2004).

Pohjois-Karjalan kokonaiskuormitus veteen teollisuuslaitosten yleisimpien päästöjen osalta selvitetiin Vahti-tietojärjestelmästä (Vahti 2014). Jätevettä Pohjois-Karjalassa syntyi yhteensä 47,6 miljoonaa kg. Kiintoainekuormitus oli 644 000 kg (kuva 41). Dikromaatin kuormitus oli 10,3 miljoonaa kg, biologisen hapenkulutuksen määrä oli 183 000 kg, halogenoitujen orgaanisten yhdisteiden 103 000 kg, kokonaistypen 562 000 kg ja kokonaisfosforin 8 100 kg.

Pohjois-Karjalan raskasmetallien aiheuttama kokonaiskuormitus vesiin oli 18 130 kg vuonna 2010. Tästä raudan osuus oli 91 %, nikkelin ja nikkeliyhdisteiden 6 %, arseenin ja arseeniyhdisteiden 2,2 %, kuparin ja kuparisyhdisteiden 0,7 %, kromin ja kromiyhdisteiden 0,04 %, lyijy- ja lyijy-yhdisteiden 0,04 % sekä elohopean elohopeayhdisteiden 0,01 % (kuva 42).



Kuva 42. Pohjois-Karjalan raskasmetallien aiheuttama kokonaiskuormitus vesiin 2010.

Vesistöjä rehevöittäviä ravinteita tuottivat eniten viemäri- ja jätevesihuolto, paperin, paperi- ja kartonkituotteiden valmistus sekä turpeen nosto (taulukko 15). Kokonaisfosforista 37 % aiheutti viemäri- ja jätevesihuolto, 30 % paperin, paperi- ja kartonkituotteiden valmistus ja 23 % turpeen nosto. Kokonaistypen osalta vastaavat luvut olivat 76 %, 12 % ja 7 %. Kiintoainekuormitus syntyi pääasiassa turpeen nostosta (39 %) sekä paperin, paperi- ja kartonkituotteiden valmistuksesta (24 %). Jälkimmäinen aiheutti myös 92 % biologisen hapenkulutuksen määrästä, 93 % dikromaattikuormituksesta sekä 99,9 % halogenoitujen orgaanisten yhdisteiden kuormituksesta. Lisäksi Pohjois-Karjalan kokonaisjätevesimäärästä 45 % johtui paperin, paperi- ja kartonkituotteiden valmistuksesta ja 20 % viemäri- ja jätevesihuollosta.

Raskasmetallien yhteenlasketusta kokonaiskuormituksesta vesiin 70 % aiheutui metallimalmien louhinnasta, 14 % maa- ja vesirakentamisesta sekä 8 % muusta kaivostoiminnasta ja louhinnasta. Metallimalmien louhinta aiheutti eniten raudan vesikuormitusta. Muu kaivostoiminta ja louhinta aiheutti suurimmat nikkeli- ja nikkeliyhdisteiden sekä arseeni- ja arseeniyhdisteiden kuormitukset (taulukko 16).

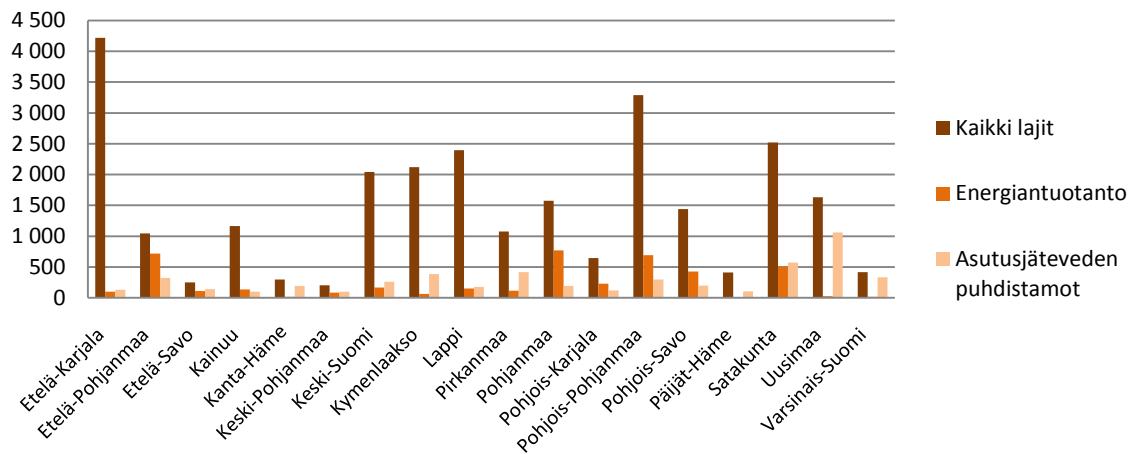
Taulukko 15. Kuormitus vesiin toimialoittain Pohjois-Karjalassa vuonna 2010.

Toimiala	Jätevesi	Biologisen hapen- kulutuksen määrä BOD ₇	Dikromaatti COD _{Cr}	Halogenoidut orgaaniset yhdisteet AOX	Kokonais- fosfori Ptot	Kokonais- typpi Ntot	Fenolit (kokonais- hiilenä)	Kiintoaine
	1 000 m ³	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
Kalatalous	0	0	0	0	657	6250	0	0
Turpeen nosto	7759000	1800	89700	0	2003	72650	0	266800
Metallimalmien louhinta	192355	0	1198	0	3	34	0	5093
Muu kaivostoiminta ja louhinta	1968358	0	0	0	16	4338	0	9642
Kemikaalien ja kemiallisten tuotteiden valm.	6097636	0	0	0	0	1752	0	0
Puun sahaus, höyläys ja kyllästys	83052	0	7415	0	30	0	0	0
Puutuotteiden valmistus	372600	1751	14904	0,36	64	660	0,03	10060
Paperin, paperi- ja kartonkituotteiden valm.	24863317	170218	9719557	103345	2590	42180	0	167207
Kiven leikkaaminen, muotoilu ja viimeistely	39115	0	106	0	4	59	0	88756
Talonrakentaminen ym.	31867	0	946	0	9	895	0	335
Maa- ja vesirakentaminen ym.	2699175	0	0	0	0	0	0	5293
Energianhuolto (Kaukolämmön ja kylmän tuotanto)	150720	0	13388	0	29	218	0	8732
Viemäri- ja jätevesihuolto	10817581	0	477887	0	3237	460871	0	120223
Jätteen keruu, käsittely ja loppusijoitus; kierrätys	279890	10600	79020	0	117	16946	0	7830
Majoitus	24800	0	873	0	2	745	0	300
Tieteellinen tutkimus ja kehittäminen	1485	0	0	0	0,06	0	0	1,50

Taulukko 16. Raskasmetallien aiheuttama kuormitus vesiin toimialoittain Pohjois-Karjalassa vuonna 2010.

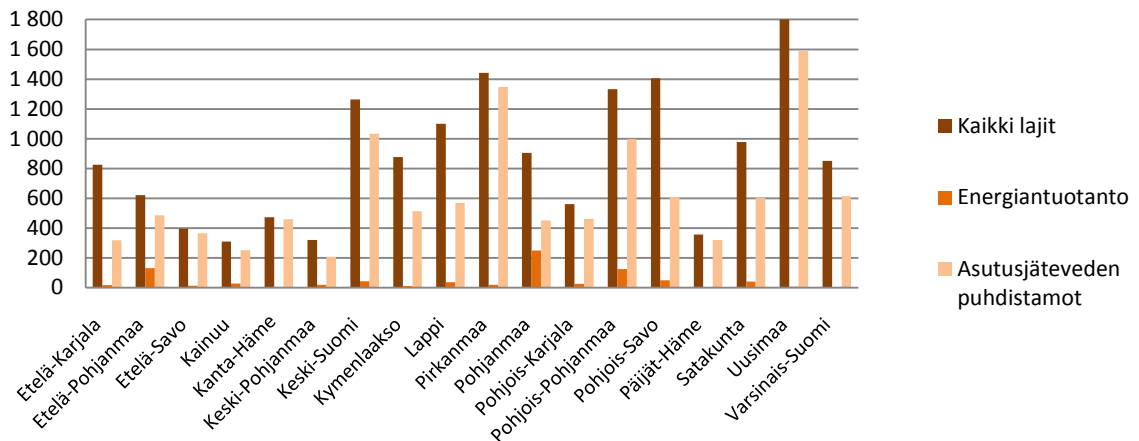
Toimiala	Arseeni ja	Elohopea ja	Kadmium ja	Kromi ja	Kupari ja	Lyijy ja	Nikkeli ja	Sinkki ja	
	arseeni-	elohopea-	kadmium-	kromi-	kupari-	lyijy-	nikkeli-	Rauta	sinkki-
	yhdisteet	yhdisteet	yhdisteet	yhdisteet	yhdisteet	yhdisteet	yhdisteet	Fe	Zn
(arseenina)	(elohopeana)	(kadmiumina)	(kromina)	(kuparina)	(lyijynä)	(nikkelinä)	kg	kg	kg
As	Hg	Cd	Cr	Cu	Pb	Ni	kg	kg	kg
Kalatalous	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Turpeen nosto	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Metallimalmien louhinta	0,5	0	0	0,1	0,1	0,02	11,35	12852	109,64
Muu kaivostoiminta ja louhinta	374,73	0	0	0	4,69	0	734,9	372,9	54,5
Kemikaalien ja kemiallisten tuotteiden valm.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Puun sahaus, höyläys ja kyllästys	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Puutuotteiden valmistus	0,02	0	0	0,02	0,05	0,04	0,06	0	1,34
Paperin, paperi- ja karton- kituotteiden valm.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kiven leikkaaminen, muo- toilu ja viimeistely	14,18	0	0	1,09	0	0	60,61	5,99	0
Talonrakentaminen ym.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maa- ja vesirakentaminen ym.	0	0	0	0	25,55	0	51,1	2591,5	73
Energianhuolto (Kauko- lämmön ja kylmän tuotan- to)	0	0	0,03	0	0	0	0	672	0
Viemäri- ja jätevesihuolto	6,24	0,65	0,315	6,24	91,48	6,24	204,1	0	178,2
Jätteen keruu, käsittely ja loppusijoitus; kierrätys	0	0	0	0	0	0	6	0	0
Majoitus	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tieteellinen tutkimus ja kehittäminen	0	0	0	0	0,01	0	0,01	0,05	0,02

Pohjois-Karjalan kiintoainekuormitus vesiin oli pieni verrattuna muiden maakuntien kiintoainekuormitukseen (kuva 43). Teollisuuden, turvetuotannon, energiantuotannon sekä asutuksen jätevedenpuhdistamojen yhteenlasketun kiintoainekuormituksen osalta Pohjois-Karjalan kiintoainekuormitus oli 5. pienin kaikkien maakuntien joukossa. Teollisuuden aloihin sisältyvät mekaaninen puunjalostusteollisuus, kemiallinen puunjalostusteollisuus, kaivosteollisuus, elintarviketeollisuus, metalliteollisuus sekä kemiateollisuus. Asutuksen jätevedenpuhdistamojen kiintoainekuormitus suhteutettuna maakunnan väentihyteen osoitti, että Pohjois-Karjala oli 4. pienin kuormittaja Päijät-Hämeen, Uudenmaan ja Varsinais-Suomen jälkeen. Väentihyteen suhteutettuna asutuksen jätevedenpuhdistamoiden kiintoainekuormitus oli suurinta Keski-Pohjanmaalla, Etelä-Pohjanmaalla, Kymenlaaksossa ja Satakunnassa. Energiantuotannon kiintoainekuormitus väentihyteen suhteutettuna oli Pohjois-Karjalassa huonoimmasta päästä eri maakuntien joukossa. Väentihyteen suhteutettuna energianhuolto tuotti kiintoainekuormitusta vesiin eniten Pohjanmaalla, Etelä-Pohjanmaalla, Satakunnassa, Pohjois-Pohjanmaalla, Pohjois-Savossa ja Kainuussa. Vähiten energiantuotannon kiintoainekuormitus asukasluukuun suhteutettuna aiheutti kuormitusta Uudellamaalla, Päijät-Hämeessä, Varsinais-Suomessa, Kanta-Hämeessä sekä Pirkanmaalla.



Kuva 43. Pohjois-karjalan kiintoainekuormitus vesiin verrattuna muiden maakuntien kuormitukseen.

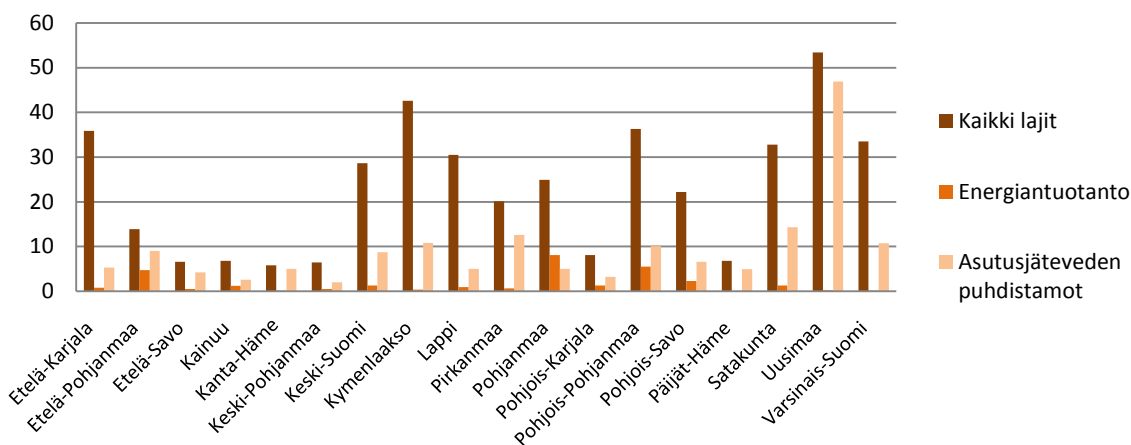
Pohjois-Karjalan tilanne kokonaistypen aiheuttamasta kuormituksesta vesiin oli myös suhteellisen hyvä verrattuna muiden maakuntien kokonaistypen aiheuttamaan kuormitukseen (kuva 44). Teollisuuden, turvetuotannon, energiantuotannon sekä asutuksen jätevedenpuhdistamojen yhteenlasketun kokonaistypen vesistökuormituksen osalta Pohjois-Karjalan kokonaistypen kuormitus oli 6. pienin kaikkien maakuntien joukossa. Energiantuotannon osalta Pohjois-Karjala kokonaistypen kuormitus oli keskimääräinen eri maakuntien joukossa. Väentiheyteen suhteutettuna energiantuotannon kokonaistypen kuormitus vesiin oli myös keskitasoa Pohjois-karjalassa muihin maakuntiin verrattuna. Asutuksen jätevedenpuhdistamoiden kokonaistypen kuormitus vesiin oli Pohjois-Karjalassa väentiheyteen suhteutettuna huonoimpien joukossa. Väentiheyteen suhteutettuna kokonaistypen kuormitus vesiin oli suurinta Keski-Suomessa, Lapissa ja Kainuussa. Myös Keski-Pohjanmaa, Kymenlaakso ja Pohjois-Karjala kuuluivat huonoimpien joukkoon.



Kuva 44. Pohjois-Karjalan kokonaistypen kuormitus vesiin verrattuna muiden maakuntien kuormitukseen.

Pohjois-Karjalan tilanne kokonaisfosforin aiheuttamasta kuormituksesta vesiin oli myös suhteellisen hyvä verrattuna muihin maakuntiin (kuva 45). Teollisuuden, turvetuotannon, energiantuotannon sekä asutuksen jätevedenpuhdistamojen yhteenlasketun kokonaisfosforin vesistökuormituksen osalta Pohjois-Karjalan kokonaisfosforin kuormitus oli 6. pienin kaikkien maakuntien joukossa. Energiantuotannon osalta Pohjois-Karjala kokonaisfosforin kuormitus oli suurempi. Pohjois-Karjalan energiantuotannon kokonaisfosforin kuormitus vesiin oli 7. suurin eri maakuntien joukossa. Väentiheyteen

suhteutettuna energiantuotannon kokonaisfosforin kuormitus vesiin oli Pohjois-Karjalassa 6. suurinta. Pohjois-Savon, Pohjois-Pohjanmaan, Kainuun, Etelä-Pohjanmaan ja Pohjanmaan energiantuotannon kokonaisfosforin kuormitus vesiin oli vielä suurempaa. Asutuksen jätevedenpuhdistamoiden kokonaisfosforin kuormitus vesiin oli pienintä Keski-Pohjanmaalla, Kainuussa, Pohjois-Karjalassa sekä Etelä-Savossa. Pohjois-Karjalan jätevedenpuhdistamoiden kokonaisfosforin kuormitus oli väentihyteen suhteutettuna pienin. Väentihyteen suhteutettuna kokonaisfosforin kuormitus vesiin oli suurinta Uudella maalla, Satakunnassa, Pirkanmaalla, Kymenlaaksossa sekä Varsinais-Suomessa.



Kuva 45. Pohjois-karjalan kokonaisfosforin kuormitus vesiin verrattuna muiden maakuntien kuormitukseen.

5.3 Jätevirrat

Suomessa syntyi vuonna 2005 yli 70 milj. tonnia jätettä, josta mineraalijätteiden osuus oli 67 % ja puujätteiden 20 % (Mattila ym. 2011). Jätteillä on useita haitallisia vaikutuksia ympäristöön. Jätteistä voi vapautua ravinteita, raskasmetalleja ja muita haitallisia aineita maaperään, vesistöihin ja ilmakehään. Haitalliset päästöt voivat aiheuttaa mm. ympäristön rehevöitymistä, happamoitumista, ja voivat olla haitallisia myös ihmisten ja eliöiden terveydelle (Mattila ym. 2011). Erityisen haitallisia ovat vaaralliseksi luokitellut jätteet. Tässä hankkeessa Pohjois-Karjalan jätevirrat selvitettiin Vahti-tietojärjestelmän asiakaskohtaisista tiedoista (Vahti 2014). Vahti-tietojärjestelmä on valtion ympäristöhallinnon ylläpitämä valtakunnallisesti kattava valvonta ja kuormitustietojärjestelmä. Vahti sisältää tiedot ympäristölupavelvollisten yritysten vuosittain tuottamista ja käsittelemistä jätteistä. Vahti-järjestelmä ei kuitenkaan kata kaikkien ympäristölupavelvollisten tietoja, sillä kuntien myöntämiin lupiin liittyvien toimintojen tietoja ei toistaiseksi viedä järjestelmällisesti Vahti-järjestelmään (Lehtonen ym. 2014). Tämä saattaa johtaa että esimerkiksi jätemäärät ovat todellisuudessa suurempia aloilla, joilla on paljon pienimuotoista yritystoimintaa.

EU-lainsäädäntö on tuonut Suomen lainsäädäntöön varsin vaativan ja yksityiskohtaisen selvillä olo-, kirjanpito- ja raportointivelvoitteen. Tämä velvoite koskee monia toiminnanharjoittajia sekä jätealalla että muualla (Merilehto, Rytönen ja Kaplas 2007). Jätelain (Finlex 2015b) mukaan jokaisen asuinkiinteistön tulee liittyä järjestettyyn jätteen kuljetukseen. Kunnalliset jätehuoltomääräykset ohjaavat kiinteistöjen lajitteluelvoitteita ja jätteiden erilliskeräystä. Kunnalliset jätehuoltomääräykset ja niihin liittyvät velvoitteet vaihtelevat kunnittain. Kiinteistökohtaisesti kerätään yleensä biojäte ja sekajäte. Pohjois-Karjalan kuntien jätehuoltomääräyksissä edellytetään kotitalouksien lajittelevan hyötyjätteet ja ongelmajätteet erilleen sekajätteestä. Kuntien jätehuoltomääräyksissä asetetut biojätteen lajitteluelvoitteet vaihtelevat kuitenkin vielä tällä hetkellä kuntien ja jätehuoltoyhtiöiden käytäntöjen mukaan (Pohjois-Karjalan Ympäristökeskus 2007). Joensuun seudun jätehuoltomääräysten mukaisesti asemakaava-alueilla kerros- ja rivitaloissa tulee biojäte lajitella erikseen. Biojäte voidaan kompostoida kiinteistöllä tai kiinteistöllä tulee olla tarpeelliset astiat biojätteen keräystä varten, jos erilliskeräys alueella on järjestetty. Muut asuinkiinteistöt voivat liittyä biojätteen erilliskeräykseen joko omaa tai usean kiinteistön yhteistä keräysastiaa käyttäen (Joensuun alueellisen 2012). Isommilla kiinteistöillä tulee olla hyötyjät-

teille oma kiinteistökohtainen keräysastiansa. Tyypillisesti kiinteistökohtainen keräysvelvoite koskee pahvia, mutta myös esimerkiksi lasille ja metallille on asetettu kiinteistökohtaisia keräysvelvoitteita. Pohjois-Karjalassa hyötyjätteiden, kuten keräyskartongin, pahvin, energiajätteiden, pienmetallien, lasin ja tekstiilien, keräysjärjestelyt vaihtelevat paikkakunnittain. Useimmissa kunnissa hyötyjätteet tulee itse toimittaa hyötyjätepisteisiin. Sähkö- ja elektroniikkalaiteromu (SER) kerätään talteen vastaanottoverkoston avulla. Pohjois-Karjalan alueella oli yhteensä noin 20 SER:n vastaanottopistettä. Itä-Suomen alueella on noin 60 pysyvää kotitalouksien ongelmajätteen vastaanottopistettä. Näiden lisäksi muutamien paikkakuntien haja-asutusalueella kiertää ongelmajätteitä vastaanottava keräysauto. Asumisessa syntyvien ongelmajätteiden vastaanoton hoitavat pääasiassa kunnat ja kunnalliset jätehuolto-yhtiöt. Alueella toimii myös yksityisiä ongelmajätteiden kerääjiä ja vastaanottajia. Pohjois-Karjalan haja-asutusalueiden jätehuollon palvelutason nykytilassa kiinteistökohtaisesti kerätään pääsääntöisesti vain sekajäte. Hyötyjätteet kerätään pääsääntöisesti hyötyjätepisteistä. Tämän lisäksi useamman huoneiston kiinteistöillä saattaa olla biojätteen ja/tai paperin erilliskeräys. Alueelliset ja paikalliset jäteasemat ottavat vastaan mm. metalliromua, rakennus- ja ongelmajätteitä (Pohjois-Karjalan Ympäristökeskus 2007).

Jätekirjanpidossa ja -raportoinnissa jätteen tyyppinä käytetään tavanomaista, pysyvää ja ongelmajätettä. Tavanomainen jäte ei ole pysyvää jätettä eikä ongelmajätettä. Tavanomaista jätettä ovat muun muassa jätepaperi ja -pahvi, muovijäte, kuitulietteet, puujäte, sakokaivoliete ja sekalainen yhdyskuntajäte. Yhdyskuntajätettä ovat kotitalouksissa syntyneet ja tuotannossa, erityisesti palvelu-aloilla, kertyneet kotitalousjätteisiin verrattavat jätteet. Yhdyskuntajätteiden yleinen yhteinen piirre on, että ne ovat yhdyskunnissa lopputuotteiden kulutuksessa syntyneitä jätteitä ja ovat kunnan järjestämän jätehuollon piirissä. Yhdyskuntajätteitä ovat niin lajiteltavat hyötyjätejakeet kuin lajittelematon sekajätteenkin.

Pysyvä jäte on jätettä, joka ei liukene, pala tai reagoi muutoin fyysisesti tai kemiallisesti eikä hajoa biologisesti tai reagoi muiden aineiden kanssa aiheuttaen vaaraa terveydelle tai ympäristölle. Pysyvässä jätteessä ei pitkänkään ajan kuluessa tapahdu olennaisia muita fyysisiä, kemiallisia tai biologisia muutoksia ja sen sisältämien haitallisten aineiden kokonaishuuhoutuminen ja -pitoisuus samoin kuin jätteestä muodostuvan kaatopaikkaveden myrkyllisyys ympäristölle on merkityksetön eikä siitä ennen kaikkea aiheudu vaaraa pinta- tai pohjaveden laadulle. Pysyviä jätteitä ovat muun muassa jätelasi, puhdas betoni, tiilijäte ja puhdas maa-ainekas pois lukien pintamaa ja turve. Pysyvää jätettä eivät esimerkiksi yleensä ole rikastushiekka, kalkkijätteet, meesahiekka, paperi, tuhkat, muovit, maalijätteet, metallijätteet, masuunikuonat tai rasvajäte (Merilehto ym. 2007).

Ongelmajätteitä ovat sellaiset jätteet, jotka kemiallisen tai muun ominaisuutensa vuoksi voivat aiheuttaa vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle. Uuden jätelain (Finlex 2015b) mukaisesti ongelmajätteen nimitys on muuttunut vaaralliseksi jätteeksi. Terminä vaarallinen vastaa kansainvälistä termistöä. Vaaralliset jätteet sisältävät aineita, jotka jo pieninä määrinä voivat olla haitallisia tai vaarallisia sekä ihmisille että ympäristölle. Vaaralliseksi jätteiksi luokitellaan esimerkiksi lääkejätteet, jäteöljyt sekä muut öljyiset jätteet, kannettavat akut ja useat paristot, ajoneuvoakut, liuottimet, liimat, lakat, maalijätteet, torjunta-aineet, painekyllästetty puu, energiansäästölamput ja loisteputket.

Taulukko 17. Pohjois-Karjalan jätevirrat vuonna 2010.

Jäterooli	Jätetyyppi	Kokonaispaino, tonnia			Kokonaispaino kiintoaineena, tonnia		
		Yhteensä	Pohjois-Karjala	Muu Suomi	Yhteensä	Pohjois-Karjala	Muu Suomi
Syntyvä/lähtevä jätevirta	Tavanomainen	2266067	2023177	242890	2237633	2003392	234237
Syntyvä/lähtevä jätevirta	Pysyvä	769823	276116	493708	747642	1534	488772
Syntyvä/lähtevä jätevirta	Ongelmajäte	11672	2639	9033	10473	258998	8813
Tuleva/käsitelty jätevirta	Tavanomainen	1025298	981167	44132	772340	729490	42850
Tuleva/käsitelty jätevirta	Pysyvä	463500	463500		441507	441507	
Tuleva/käsitelty jätevirta	Ongelmajäte	17569	17544	25	16918	16279	639
Varastoidut jätteet	Tavanomainen	109293					
Varastoidut jätteet	Pysyvä	991					
Varastoidut jätteet	Ongelmajäte	4608					

Vahti-tietojärjestelmästä poimittuja jätevirtoja tarkasteltaessa täytyy huomioida, että eri jäteroolien alle sijoitettavia jätemääriä ei voi yhdistää, sillä ne saattavat sisältää samoja jätevirtoja. Vahti-tietojärjestelmässä on 3 jäteroolia; syntyvä/lähtevä jätevirta, tuleva/käsitelty jätevirta ja varastoidut jätteet. Pohjois-Karjalan tavanomainen syntyvä/lähtevä jätevirta oli 2 266 miljoonaa kg (taulukko 17). Suurin osa tästä jätevirrasta loppusijoitettiin oman maakunnan alueelle. Pysyvä syntyvä/lähtevä jätevirta oli 769 miljoonaa kg, josta suurempi osuus loppusijoitettiin maakunnan ulkopuolelle. Myös syntyvistä/lähtevistä ongelmajätteistä suurin osa loppusijoitettiin maakunnan ulkopuolelle. Pohjois-Karjalaan ei tullut muualta Suomesta ollenkaan pysyvää jätettä ja ongelmajätettäkin vain 25 tonnia.

Tavanomaista syntyvää/lähtevää jätevirtaa tuottivat eniten painaminen ja tallenteiden jäljentäminen sekä muu kaivostoiminta ja louhinta (taulukko 18). Painaminen ja tallenteiden jäljentäminen tuotti noin puolet Pohjois-Karjalan syntyvästä/lähtevästä jätevirrasta, joka myös loppusijoitettiin pääasiassa Pohjois-Karjalan alueelle. Muu kaivostoiminta ja louhinta tuotti paljon syntyvää/lähtevää tavanomaista ja pysyvää jätevirtaa, joka loppusijoitettiin maakunnan ulkopuolelle. Teollisuuden tuottamat kaatopaikkajätteet ovat suuria potentiaalisia kierrätysmateriaalijätteitä. Alueellisia eroja löytyy, mutta valtakunnallisista jätemääristä noin 3 % on yhdyskuntajätettä ja loput teollisen toiminnan tuottamaa jätettä (Mattila ym. 2011).

Taulukko 18. Pohjois-Karjalan syntyvä/lähtevä jätevirta toimialoittain ja jätetyypeittäin sekä kuinka paljon loppusijoitettiin Pohjois-Karjalaan tai muualle Suomeen.

Syntyvä/lähtevä jätevirta	Kokonaispaino kuiva-aineena, tonnia					
	Tavanomainen loppusijoitus Pohjois-Karjala	Ongelmajäte loppusijoitus Pohjois-Karjala	Pysyvä loppusijoitus Pohjois-Karjala	Tavanomainen loppusijoitus muu Suomi	Ongelmajäte loppusijoitus muu Suomi	Pysyvä loppusijoitus muu Suomi
Kalatalous	2					
Metallimalmien louhinta	5	4				
Muu kaivostoiminta ja louhinta	942004	41		178591	18	488690
Maitotaloustuotteiden valmistus	183	2				
Muiden elintarvikkeiden valmistus	2599			6849		
Tekstiilien valmistus	14	0	0			
Puun sahaus, höyläys ja kyllästys	10995	8	337	35	32	
Puutuotteiden valmistus	1082	78		803	74	
Paperin, paperi- ja kartonkituotteiden valmistus	1573	18		186	18	
Painaminen ja tallenteiden jäljentäminen	1013689	36		2565	2593	
Kemikaalien ja kemiallisten tuotteiden valmistus	129			645	106	
Kumi- ja muovituotteiden valmistus	422	32	76	343		18
Kiven leikkaaminen, muotoilu ja viimeistely	53		254905			
Metallituotteiden valmistus (pl. koneet ja laitteet)	1485	186	313	2255	83	64
Energiahuolto	5676	8	3170	1458	4	
Viemäri- ja jätevesihuolto	2623			96	0	
Jätteen keruu, käsittely ja loppusijoitus; kierrätys	20807	1120	195	40393	5884	
Vesiliikenne	9					
Tieteellinen tutkimus ja kehittäminen	41	1	1	20	1	
Yhteensä syntyvä/lähtevä jätevirta	2003392	1534	258998	234237	8813	488772

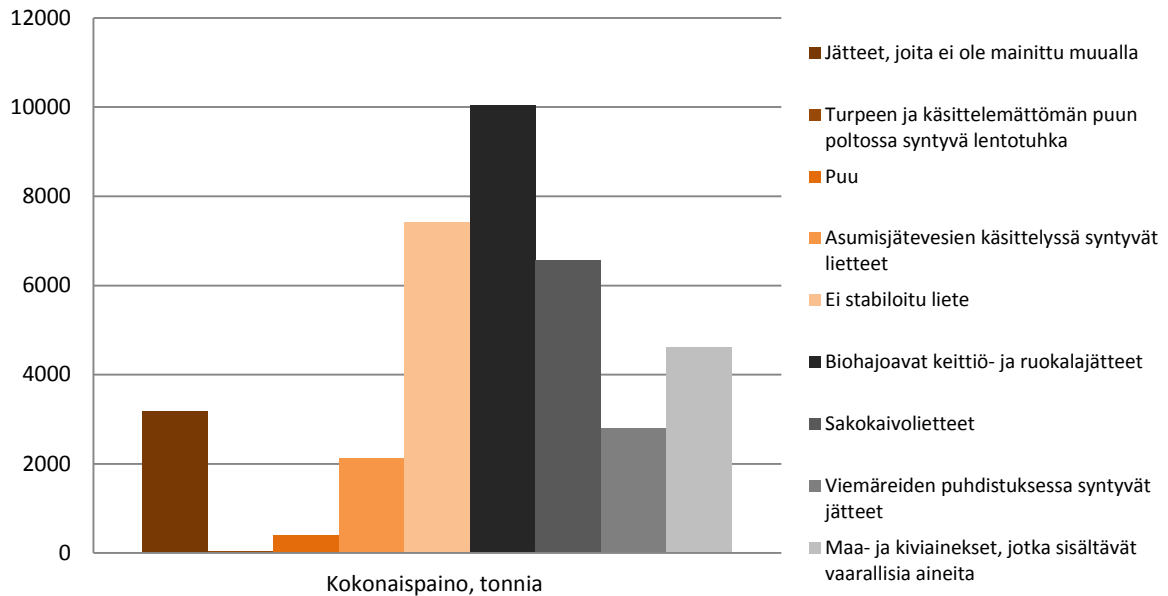
Pohjois-Karjalaan tuleva /käsiteltävä sekä loppusijoitettava tavanomainen jätevirta oli yhteensä noin 730 miljoonaa kg, ongelmajätevirta 16 miljoonaa kg ja pysyvä jätevirta 442 miljoonaa kg (taulukko 19).

Tavanomaista jätettä tuli Pohjois-Karjalaan loppusijoitettavaksi muualta 42 850 tonnia ja ongelmajätettä 639 tonnia. Tulevasta/käsittelystä ja maakunnan alueelle loppusijoitettavasta jätteestä 17 % oli energi-anhuollon toimialalta tulevaa jätettä ja 19 % jätteen keruun, käsittelyn ja loppusijoituksen jätettä. Tulevassa/käsittelystä jätteen keruussa näkyy muun kaivostoiminnan ja louhinnan suuri rooli. Kiven leikkaaminen, muotoilu ja viimeistely tuotti maakunnan alueelle 400 miljoonan kilogramman pysyvän jätevirran. Mineraalivirrat ovat aina painavimpia ja hallitsevimpia. Määrällisesti niiden uusiokäytöllä saataisiinkin siten suurin muutos kierrätysprosentteihin.

Taulukko 19. Pohjois-Karjalan tuleva/käsitelty jätevirta toimialoittain ja jätetyypeittäin sekä kuinka paljon loppusijoitettiin Pohjois-Karjalaan tai muualle Suomeen.

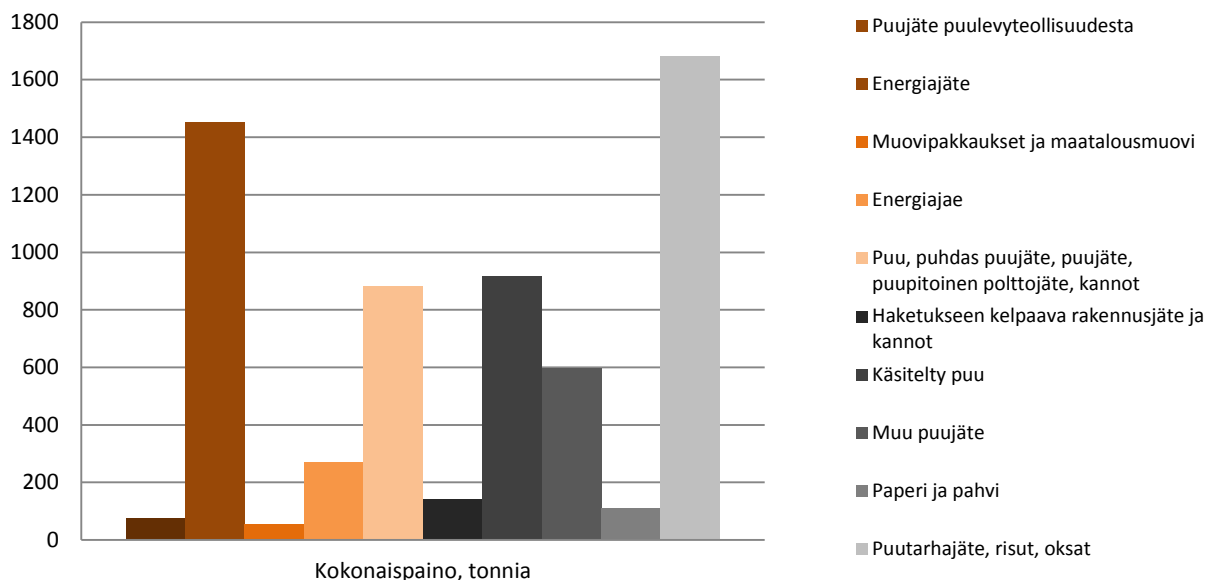
Toimiala	Kokonaispaino kuiva-aineena, tonnia				
	Tavanomainen loppusijoitus Pohjois-Karjala	Ongelmajäte loppusijoitus Pohjois-Karjala	Pysyvä loppusijoitus Pohjois-Karjala	Tavanomainen jäte muualta Suomesta	Ongelmajäte muualta Suomesta
Metallimalmien louhinta	51116				
Muu kaivostoiminta ja louhinta	372148		17100	29432	
Puun sahaus, höyläys ja kyllästys	3922		3484		
Puutuotteiden valmistus	19666				
Paperin, paperi- ja kartonkituotteiden valmistus	422				
Kemikaalien ja kemiallisten tuotteiden valmistus	125				
Kumi- ja muovituotteiden valmistus		1			
Kiven leikkaaminen, muotoilu ja viimeistely			400757		
Metallien jalostus	2330	67			
Metallituotteiden valmistus (pl. koneet ja laitteet)					
Energiahuolto	128358		4169		
Viemäri- ja jätevesihuolto	3820			40	
Jätteen keruu, käsittely ja loppusijoitus; kierrätys	139588	16211	15998	11092	639
Maaperän ja vesistöjen kunnostus, ympäristöhuoltopalvelut	5583			2285	
Maaliikenne ja putkijohtokuljetus	2412				
Yhteensä tuleva/käsitelty jätevirta	729490	16279	441507	42850	639

Pohjois-Karjalan jätevedenpuhdistamoilla ja jäteasemilla kompostoitettiin yhteensä 37 172 tonnia kompostoitavaa jätettä tulevasta/käsittelystä jätevirrasta. Tiedot koskevat jätteitä, jotka ovat tosiasiallisesti menneet kompostointiin. Kompostoitu tuleva/käsitelty jätevirta sisältää sekä kompostoinnin ennen hyödyntämistä että kompostoinnin ennen kaatopaikkasijoitusta. Materiaaleja kuitenkin katoaa veden haihtumisen vuoksi, joten kompostoinnissa syntyvä tuotevirta on pienempi kuin siihen mennyt tuotevirta. Osa kompostoitavasta jätteestä joudutaan myös erottelemaan rejektinä. Suurimmat kompostoidut jätevirrat olivat biohajoavat keittiö- ja ruokalajätteet (27 %), ei stabiloitu liete (20 %) sekä sakokaivo-lietteet (18 %). Muita tulevia/käsiteltyjä jätevirtoja, joita käytettiin kompostointiin, olivat muun muassa turpeen ja käsittelemättömän puun poltossa syntyvä lentotuhka, puu, asumisjätevesien käsittelyssä syntyvät lietteet, viemäreiden puhdistuksessa syntyvät jätteet sekä maa- ja kiviainekset, jotka sisältävät vaarallisia aineita (kuva 46).



Kuva 46. Jätteen kompostointi jätevedenpuhdistamoilla ja jäteasemilla tulevasta/käsitellystä jätevirrasta

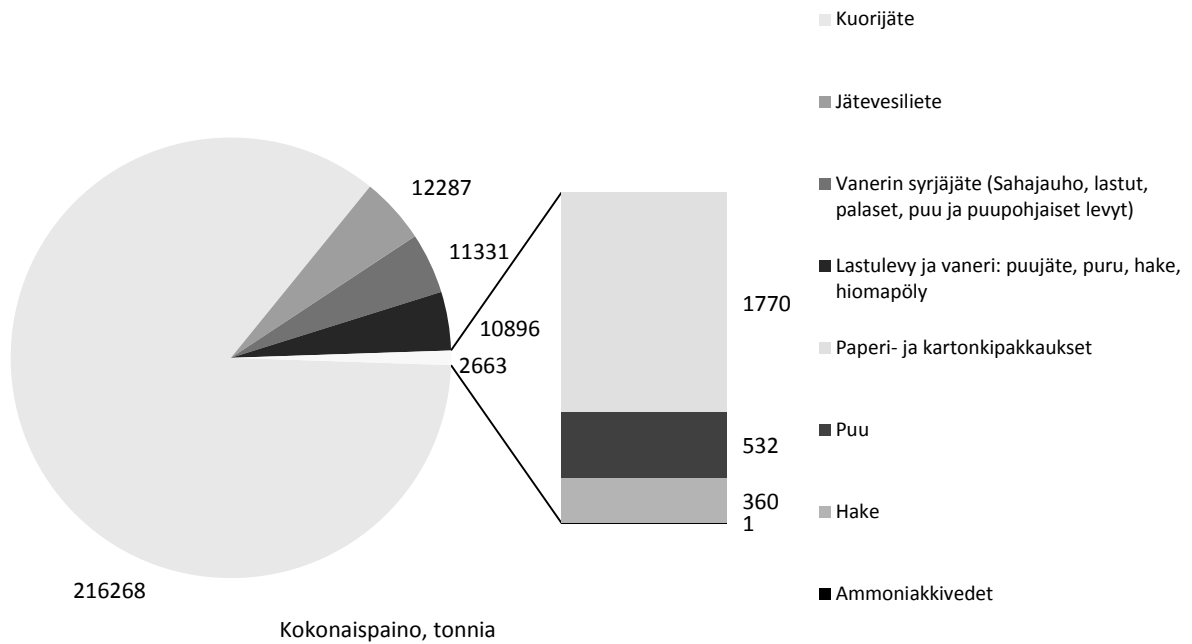
Kierrätyspolttoaineita valmistettiin Pohjois-Karjalan jätteenkäsittelyasemilla - ja yhtiöillä tulevasta/käsitellystä jätevirrasta yhteensä 6 172 tonnia vuonna 2010 (kuva 47). Eniten kierrätyspolttoaineita valmistettiin puutarhajätteestä (27 %), energiajätteestä (23 %), käsitellystä puusta (15 %) sekä puusta, puhtaasta puujätteestä, puujätteestä, puupitoisesta polttojätteestä ja kannoista (14 %). Muita kierrätyspolttoaineeksi meneviä jätelajeja olivat muu puujäte, energiajäte, haketukseen kelpaava rakennusjäte ja kannot, paperi ja pahvi, puujäte puulevyteollisuudesta sekä muovipakkaukset ja maatalousmuovi. Kierrätyspolttoaineen valmistukset sijaan tämän energiajakeen materiaaleista ainakin osan, muun muassa muovin ja puun, voisi ennemmin kierrättää kuin valmistaa kierrätyspolttoaineita. Ympäristövaikutukset riippuvat kuitenkin paljon siitä, mitä polttoaineita kierrätyspolttoaineella korvataan.



Kuva 47. Kierrätyspolttoaineen valmistus jätteenkäsittelyasemilla - ja yhtiöillä tulevasta/käsitellystä jätevirrasta.

Pohjois-Karjalan teollisuuslaitoksissa poltettiin vuonna 2010 yhteensä 253,4 miljoonaa kg. Tästä 216,3 miljoonaa kg eli 85 % oli kuorijätettä (kuva 48). Jätevesilietteen, vanerin syrjäjätteen (sahajauho, lastut, palaset, puu ja puupohjaiset levyt, jotka sisältävät vaarallisia aineita) sekä lastulevyn ja vanerin (puujäte,

puru, hake, hiomapöly) osuudet olivat noin 4-5 % luokkaa poltetuista jätevirroista. Muita polttoon menneitä jätelajeja olivat paperi- ja kartonkipakkaukset, puu sekä ammoniakkivedet.



Kuva 48. Jätteen poltto teollisuuslaitoksissa tulevasta/käsitellystä jätevirrasta

Taulukko 20. Pohjois-Karjalassa syntyvät ja Pohjois-Karjalaan tulevat ylijäämämaa-ainekset, rakennus- ja purkujäteet sekä sivutuotteet ja sivukivet.

Jätelaji	Pohjois-Karjalan syntyvä/lähtävä jätevirta	Muualta Suomesta Pohjois-Karjalaan tuleva/käsiteltävä jätevirta	Pohjois-Karjalassa syntyvä muualle Suomeen vastaanotettava pysyvä jätevirta	Pohjois-Karjalaan tuleva/käsiteltävä pysyvä jätevirta
Kokonaispaino, tonnia				
Tavanomainen ylijäämämaa	7			
Pysyvä maa-aines ja ylijäämämaa	272150		493626	20331
Pysyvä maa- ja kiviaines				1841
Betoni, tiili, asfaltti	24271			
Pysyvä betoni, tiili, asfaltti				10357
Sekalainen rakennus- ja purkujäte	826	9319		
Pohjatuhka	3332			
Lentotuhka tai turpeen/puun polton tuhkaa	6607	4815		
Petihiekka	365	181		
Tavanomainen sivukivi	1122291	195178		
Pysyvä sivukivi				429020
Yhteensä	1429849	209492	493626	461549

Pohjois-Karjalassa syntyy huomattava määrä sivukiveä, koska maakunnassa on kivi- ja kaivannaistoinnilla on huomattava alueellinen merkitys. Tavanomaista sivukiveä syntyi 1 122 miljoonaa kg (taulukko 20). Pysyvää sivukiveä käsiteltiin 429 miljoonaa kg. Maa- ja vesirakentamisen seurauksena myös

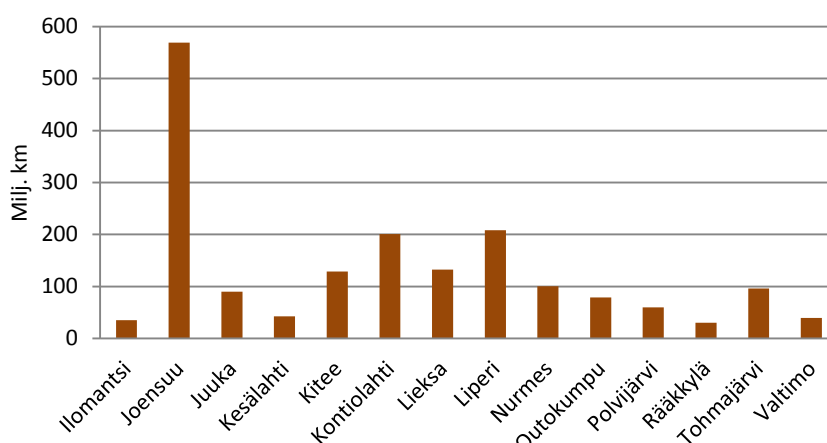
pysyvää maa-ainesta ja ylijäämämaata syntyi Pohjois-Karjalassa huomattavat määrät. Muualle Suomeen loppusijoitettavaksi pysyvää maa-ainesta ja ylijäämämaata toimitettiin 493 miljoonaa kg. Energianhuollon sivutuotteina Pohjois-Karjalassa syntyi pohjatuuhkaa 3 332 tonnia ja lentotuuhkaa 6 607 tonnia. Taulukossa syntyvät rakennusjätevirrat ovat Pohjois-Karjalassa syntyvää ja muualle Suomeen loppusijoitettavaksi menevää. Tulevat rakennusjätevirrat taas ovat Pohjois-Karjalasta tai muualta Suomesta tulevaa ja Pohjois-Karjalaan loppusijoitettavaa rakennusjätettä.

5.4 Liikenne

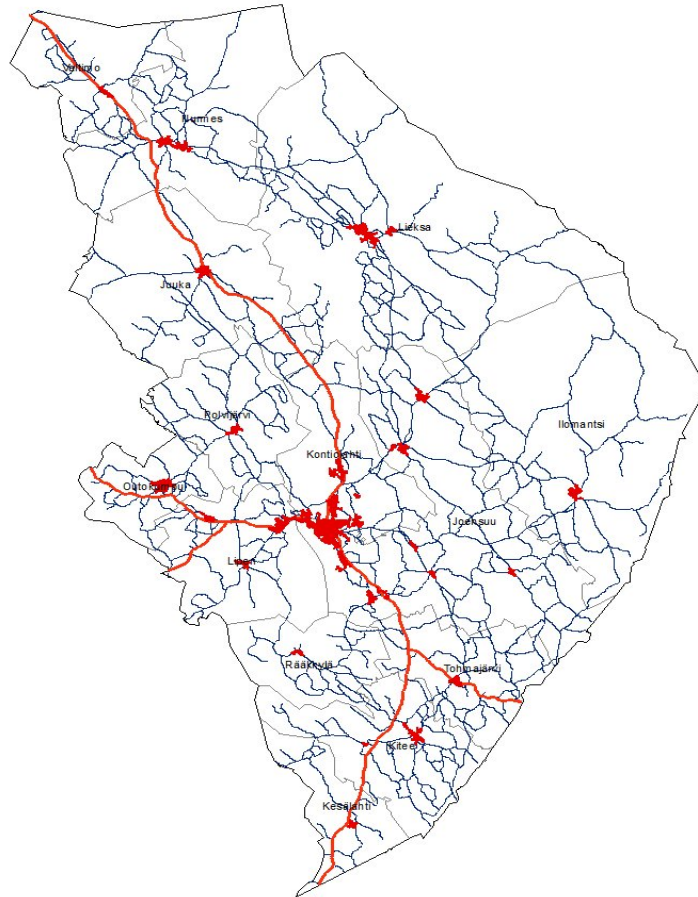
Pohjois-Karjalan liikennettä ja sen vaikutuksia tarkasteltiin yksityiskohtaisemmin LIPASTO-tietokannan avulla (Lipasto 2014). LIPASTO on VTT:ssä toteutettu Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmä. LIPASTO-laskentajärjestelmän pääosat ovat neljän liikennemuodon ja työkoneiden päästömallit eli päästöjen inventointi sekä liikennevälineiden ja työkoneiden yksikköpäästökertoimet. Päästöjen inventoinnilla tarkoitetaan päästömäärien laskentaa. Laskennan tuloksena on yleensä päästömäärä liikennevälineryhmittäin jollakin alueella tonnina/vuosi. Liikennemuotoina järjestelmässä on tieliikenne, rautatieliikenne, vesiliikenne ja ilmaliikenne eriteltynä niin tavara- kuin henkilöliikenteeseen. Laskentajärjestelmästä löytyy useita erilaisia tulosteita käyttötärpeen mukaan (Lipasto 2014).

Tieliikennemäärät ovat viime vuosien aikana hieman tasaantuneet aikaisempaan nousukehitykseen verrattuna, mikä osaltaan vaikuttaa päästöjen kehitykseen teknisten muutosten ohella. Sekä Pohjois-Karjalan liikenteen typenoksidipäästöjen että hiilidioksidipäästöjen kehityssuunta on ollut viime vuosina laskeva. Liikenteen typenoksidipäästöt ovat määrällisesti alhaisemmalla tasolla kuin teollisuuden ja energiatuotannon vastaavat päästöt. Sen sijaan hiilidioksidipäästöissä tilanne on päinvastainen eli liikenneperäiset päästöt ovat ylemmällä tasolla kuin teollisuuden ja energiatuotannon vastaavat päästöt. Liikenteen hiukkaspäästöt ovat vain noin viidesosan teollisuuden päästöistä, joskin on otettava huomioon, että päästökorkeus on huomattavasti alhaisempi altistusta ajatellen (Luotonen 2013).

Pohjois-Karjalan maanteiden liikennesuoritteiden määrä on kasvanut voimakkaasti vuodesta 2000 vuoteen 2010 (Luotonen 2013). Yksityisautoilu on lisääntynyt muun muassa joukkoliikenteen heikon palvelutason ja toiminnan vuoksi. Joensuun kaupunkialuetta lukuun ottamatta joukkoliikenteen vuorot toimivat lähinnä kouluvuoden aikana koulujen alkamis- ja päättymisaikoihin. Joukkoliikenteen heikkojen kulkuyhteyksien vuoksi ympäristökuntien ja keskusta-alueita kauempien taajama-alueiden asukkaat ovat siirtyneet yksityisautoiluun, jolloin joukkoliikenteen kannattavuus on käynyt yhä heikommaksi. Pohjois-Karjalan teiden yhteenlaskettu liikennesuorite oli vuonna 2010 1 813 miljoonaa kilometriä (Lipasto 2014). Joensuun liikennesuorite oli ylivoimaisesti suurin, seuraavina tulivat Kontiolahti ja Liperi (kuva 49).



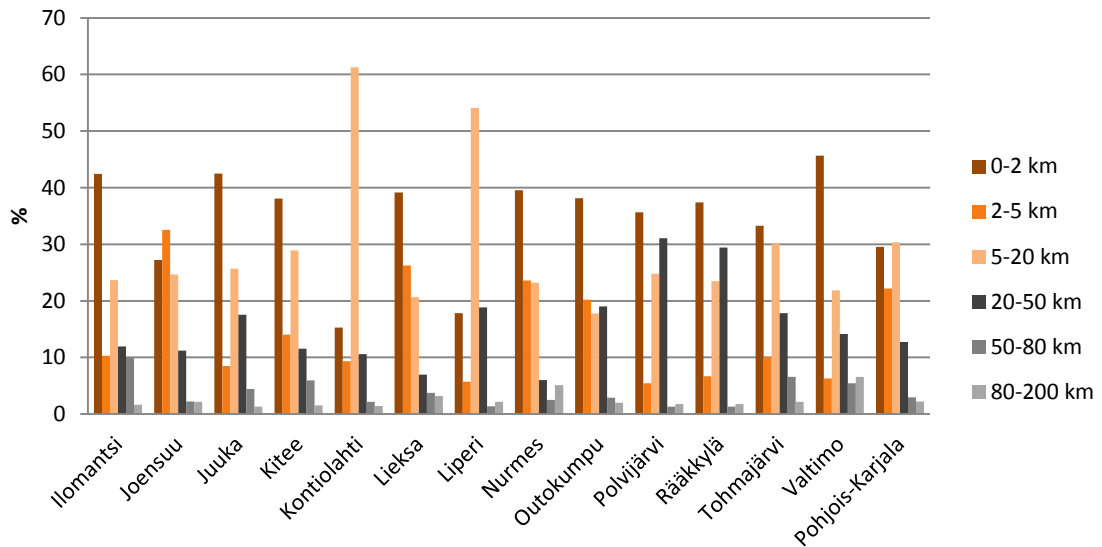
Kuva 49. Pohjois-Karjalan eri kuntien liikennesuorite vuonna 2010.



Kuva 50. Pohjois-Karjalan valtatie ja päätiet sekä taajama-alueet.

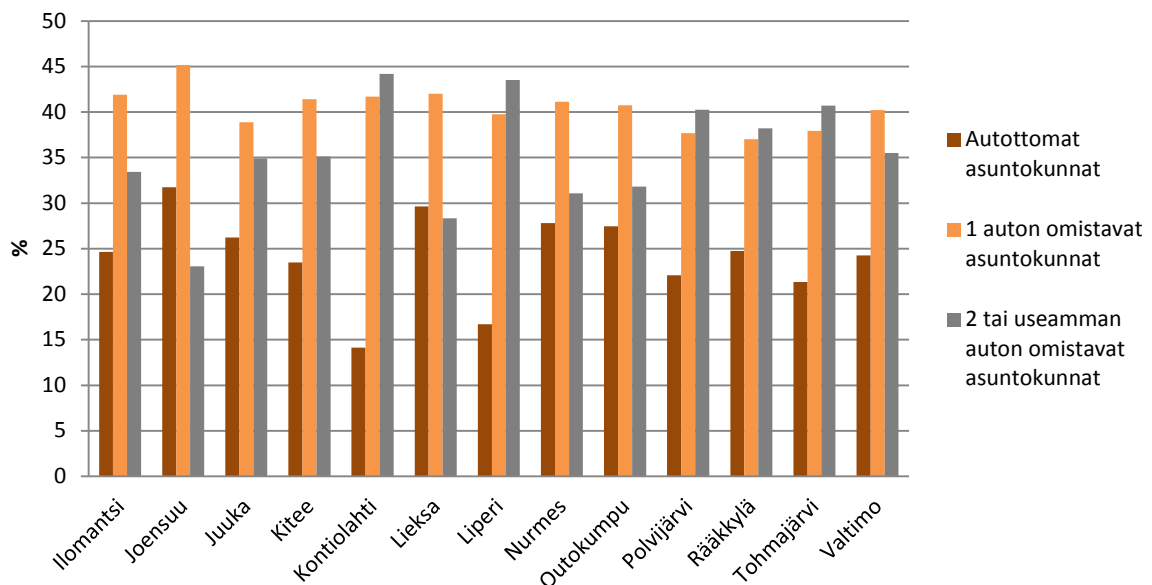
Osaltaan yksityisautoiluun vaikuttaa myös Pohjois-Karjalan väentiheys, pinta-ala sekä työpaikkojen sijainti. Joensuun ympäristökunnista käydään monesti töissä Joensuun taajama-alueella. Yli 20 kilometriä pitkien työmatkojen osuus vuonna 2010 oli 18 % kaikista työmatkoista (Tilastokeskus 2015b). Vuonna 2010 työmatkojen yhteenlaskettu lukumäärä oli Pohjois-Karjalassa 55 351. Alle 2 km pituisten työmatkojen määrä oli lähes yhtä suuri kuin 5-20 km pitkien; ensin mainittuja tehtiin 16 358 ja jälkimmäisiä 16 789. Hyvin lyhyet tai 5-20 km pituiset työmatkat kattoivat siis noin 60 % kaikista työmatkoista (kuva 51). Työmatkoista 7 049 oli pituudeltaan 20-50 km ja 1 645 50-80 km. Yli 80 km pitkiä työmatkoja tehtiin 1 239 (kuva 51).

Kuntakohtaisesta vertailusta eripituisten työmatkojen osuuden välillä voi nähdä, että eniten 5-20 km pitkiä työmatkoja tehtiin Liperistä tai Kontiolahdelta. Näihin molempiin on 1990-luvun jälkeen rakennettu vilkkaasti uusia asuinalueita, joista käydään töissä Joensuussa. Sama koskee myös muun muassa Niittylahtea ja Hammaslahtea, jotka kuuluvat Joensuun kaupunkiin. Pohjois-Karjalan kunnista Juuassa, Ilomantsissa Lieksassa, Valtimolla ja Nurmeksessa suurin osa työmatkoista oli alle 2 km pitkiä eli näissä kunnissa suurin osa työssäkäyvistä asuvat työpaikkansa lähellä tai työskentelevät kotona. Rääkkylässä, Tohmajärvellä ja Polvijärvellä myös pitempien työmatkojen osuus oli samalla tasolla aivan lyhyiden kanssa.



Kuva 51. Eri pituisten työmatkojen osuus kunnittain Pohjois-karjalassa vuonna 2010.

Pohjois-Karjalassa oli vuonna 2010 yhteensä 111 423 autoa, joista henkilöautoja oli 95 568 (Tilastokeskus 2015b). Reilusta 80 000 asutokunnasta suurin osa omistaa yhden auton. Näitä asutokuntia oli 34 492 eli noin 43 %. Kahden tai useamman auton omistavia asutokuntia oli 24 382 eli 30 % kaikista asutokunnista. Autottomia asutokuntia Pohjois-karjalassa oli 21 949 eli 27 %. Kaikista autottomista asutokunnista Joensuussa oli 53 %, 1 auton omistavista asutokunnista 48 % ja 2 tai useamman auton omistavista 35 %. Noin puolet autottomista tai yhden auton omistavista asutokunnista asuu Joensuun alueella. Kahden tai useamman auton omistavia asutokuntia oli enemmän muissa Pohjois-Karjalan kunnissa yhteensä kuin Joensuussa. Kontiolahdella, Liperissä, Tohmajärvellä, Polvijärvellä ja Rääkkylässä oli suhteellisesti eniten 2 auton omistavia asutokuntia. (kuva 52). Näissä kunnissa oli myös suhteellisesti vähiten autottomia asutokuntia.



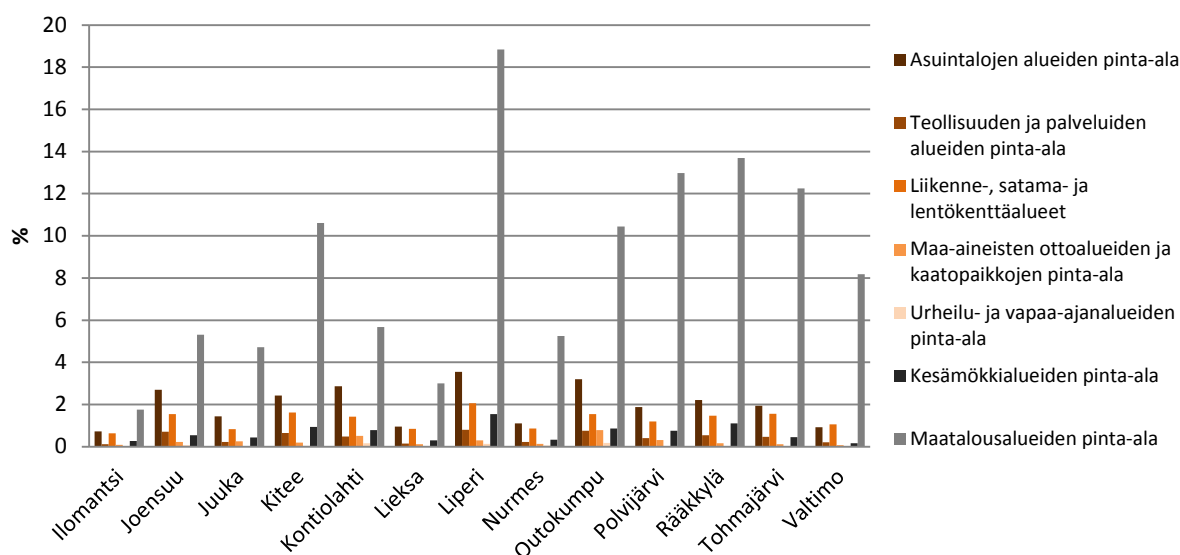
Kuva 52. Autottomien, 1 auton omistavien ja 2 tai useamman auton omistavien asutokuntien osuus kunnittain Pohjois-karjalassa vuonna 2010.

5.5 Maankäyttö

5.5.1 Pohjois-Karjalan maankäyttö

Maankäytöllä on vaikutuksia sekä ympäristöön että resurssitehokkuuteen. Pohjois-Karjalan maankäyttöä selvitettiin yksityiskohtaisemmin niin Corine-maankäyttöluokkien kuin Hertta-tietokannan avulla (Corine Land Cover 2012, Hertta 2014). Pohjois-Karjalan pinta-ala on yhteensä 21 584 km², josta maapinta-alaa on 17 763 km² ja vesistöjä 3 821 km². Pohjois-Karjalan tärkein luonnonvara on metsät. Metsätalouden pinta-ala Pohjois-Karjalassa on 15 900 km² eli 89,5 % maapinta-alasta. Soiden osuus metsätalouden maasta on 34 %. Pohjois-Karjalan soista suurin osa on rämeitä. Rämeyden osuus kaikista soista on 63 %, korprien 27 % ja avosoiden 10 %. Lakisääteisiä luonnonsuojelu- ja erämaa-alueita on Pohjois-Karjalassa valtion mailla yhteensä 28 200 hehtaaria (ha). Tiukasti suojeltuja metsiä Pohjois-Karjalassa on yhteensä 42 00 ha ja suojeltuja metsiä, joissa varovaiset hakkuut ovat sallittuja, on 13 000 ha. Näiden osuus metsä- ja kitumaasta on yhteensä 3,7 %. Rajoitetussa metsätalouksikäytössä olevia metsiä on 41 000 ha. Suojeltujen ja rajoitetussa metsätalouksikäytössä olevien alueiden osuus Pohjois-Karjalan metsä- ja kitumaasta on noin 6,4 %. Kestävän metsävarojen käytön haasteena puuntuotannon turvaamisen ohella on metsien muiden käyttömuotojen yhteensovittaminen metsätalouden kanssa sekä erityisesti metsäluonnon monimuotoisuuden turvaaminen ja lisääminen. Maankäyttö voi aiheuttaa intressiristiriitoja niin metsätalouden, metsästyksen, turvetuotannon, kaivostoiminnan, arvokkaiden alueiden suojelun kuin matkailun ja virkistyskäytön suhteen.

Pohjois-Karjalan eri kuntien maankäyttöä selvitettiin Hertta-tietokannan avulla (Hertta 2014). Metsien ja muiden luonnonalueiden pinta-ala on Pohjois-Karjalan kunnissa hallitsevin. Metsien ja muiden luonnonalojen pinta-ala oli suurin Ilomantsissa ja pienin Liperissä. Ilomantsissa metsien ja muiden luonnonalueiden pinta-ala maapinta-alasta oli 96,4 % ja Liperissä 72,8 %. Maatalousalueiden pinta-ala oli suurin Liperissä (kuva 53). Liperissä maatalouksikäytössä oli 19 % maapinta-alasta. Polvijärvellä, Rääkkylässä ja Tohmajärvellä maatalousalueiden pinta-ala oli noin 13 % sekä Outokummussa ja Kiteellä noin 10 %. Asuintalojen alueiden pinta-ala oli kaikissa kunnissa alle 4 % maapinta-alasta. Asuintalojen alueiden pinta-alan osuus oli suurin Liperissä (3,5 %), Outokummussa (3,2 %) sekä Kontiolahdessa ja Joensuussa (2,7 %). Teollisuuden ja palveluiden alueiden pinta-alan osuus oli kaikissa Pohjois-Karjalan kunnissa alle 1 %. Suurimmat osuudet olivat Liperissä, Outokummussa, Kiteellä ja Joensuussa. Kesämökkialueiden pinta-alan osuus maapinta-alasta oli suurin Liperissä ja Rääkkylässä.



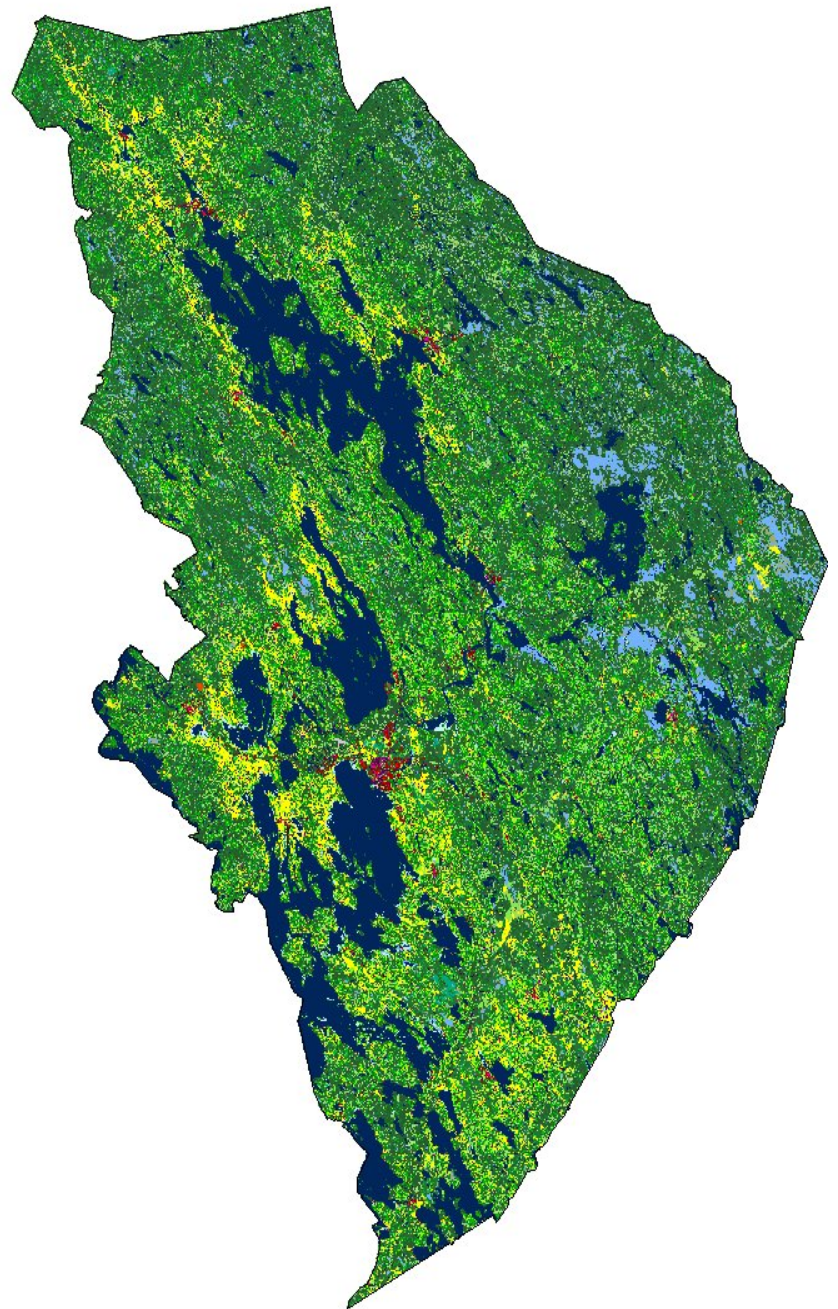
Kuva 53. Valittujen maankäyttöluokkien osuudet Pohjois-Karjalan kunnissa.

Pohjois-Karjalan maankäyttöä tarkasteltiin Corine Land Cover 2012-aineiston avulla. Suomen ympäristökeskuksessa tuotettu aineisto kuvaa koko Suomen maankäyttöä ja maanpeitettä vuonna 2012. Aineisto

koostuu rasterimuotoisesta paikkatietokannasta, jonka erotuskyky on 20*20 metriä. Maankäyttöä tutkitiin rasteriaineiston tarkimman tason eli 44 pääluokan mukaan. Corine- aineiston mukaisten maanpeite-luokkien pinta-alat Pohjois-Karjalassa on esitelty taulukossa 21 sekä kartalla (kuva 54).

Corine maanpeite 2012

- Kerrostaloalueet
- Pientaloalueet
- Palveluiden alueet
- Teollisuuden alueet
- Liikennealueet
- Satama-alueet
- Lentokenttäalueet
- Maa-ainesten ottoalueet
- Kaivokset
- Kaatopaikat
- Rakennustyöalueet
- Vapaa-ajan asunnot
- Muut urheilu- ja vapaa-ajan toiminta-alueet
- Golfkentät
- Raviradat
- Pellot
- Hedelmä- marjapensasviljelmät
- Laidunmaat
- Luonnon laidunmaat
- Käytöstä poistunut maatalousmaa
- Puustoiset pelto - ja laidunmaat
- Lehtimetsät kivennäismaalla
- Lehtimetsät turvemaalla
- Havumetsät kivennäismaalla
- Havumetsät turvemaalla
- Havumetsät kalliomaalla
- Sekametsät kivennäismaalla
- Sekametsät turvemaalla
- Sekametsät kalliomaalla
- Harvapuustoiset alueet, cc <10%
- Harvapuustoiset alueet, cc 10-30% kivennäismaalla
- Harvapuustoiset alueet, cc 10-30% turvemaalla
- Harvapuustoiset alueet, cc 10-30% kalliomaalla
- Harvapuustoiset alueet, sähkölinjan alla
- Rantahietikot ja dyynialueet
- Kalliomaat
- Sisämaan kosteikot maalla
- Sisämaan kosteikot vedessä
- Avosuot
- Turvetuotantoalueet
- Joet
- Järvet



Kuva 54. Corine2012 maanpeiteluokkien jakautuminen Pohjois-Karjalassa

Taulukko 21. Corine Land Cover 2012 mukaisten maanpeiteluokkien pinta-alat Pohjois-Karjalassa.

Maanpeiteluokka	Pinta-ala, km ²
Kerrostaloalueet	4,7
Pientaloalueet	150,3
Palveluiden alueet	39,5
Teollisuuden alueet	23,6
Liikennealueet	150,0
Satama-alueet	0,5
Lentokenttäalueet	2,7
Maa-ainesten ottoalueet	23,9
Kaivokset	1,5
Kaatopaikat	5,1
Rakennustyöalueet	0,5
Vapaa-ajan asunnot	65,6
Muut urheilu- ja vapaa-ajan toiminta-alueet	5,8
Golfkentät	1,2
Raviradat	0,4
Pellot	868,0
Hedelmäpuu- ja marjapensasviljelmät	7,2
Laidunmaat	3,7
Luonnon laidunmaat	3,7
Käytöstä poistunut maatalousmaa	113,7
Puustoiset pelto- ja laidunmaat	0,6
Lehtimetsät kivennäismaalla	659,1
Lehtimetsät turvemaalla	36,2
Havumetsät kivennäismaalla	6767,9
Havumetsät turvemaalla	3025,0
Havumetsät kalliomaalla	106,0
Sekametsät kivennäismaalla	2304,3
Sekametsät turvemaalla	561,0
Sekametsät kalliomaalla	17,8
Harvapuustoiset alueet , cc <10%	491,7
Harvapuustoiset alueet, cc 10-30%, kivennäismaalla	1234,4
Harvapuustoiset alueet, cc 10-30%, turvemaalla	438,1
Harvapuustoiset alueet, cc 10-30%, kalliomaalla	7,9
Harvapuustoiset alueet, sähkölinjan alla	17,5
Rantahietikot ja dyynialueet	0,1
Kalliomaat	1,5
Sisämaan kosteikot maalla	16,3
Sisämaan kosteikot vedessä	94,0
Avosuot	599,6
Turvetuotantoalueet	16,5
Joet	71,3
Järvet	3637,0
Yhteensä	21575,4

5.5.2 Metsätalouden, maatalouden ja turvetuotannon maankäyttö

Pohjois-Karjalan metsätalousmaasta metsämaata oli 1 446 000 ha, kitumaata 56 000 ha ja joutomaata 71 000 ha. Metsämaan osuus oli siten noin 81 % metsätalousmaasta, kitumaan 3,2 % ja joutomaan 4 %. Pohjois-Karjalassa yksityiset metsäomistajat omistavat 55 % metsämaasta, yhtiöt 22 %, valtio 18 % ja muut 5 %. Metsämaasta puuntuotannon käytettävissä oli 1 383 000 ha. Pohjois-Karjalassa metsien intensiivinen hyödyntäminen näkyy metsien ikärakenteessa taimikoiden ja nuorten kasvatusmetsien suuren osuutena. Suurin osuus metsiköiden kehitysluokista puuntuotannon metsämaalla oli varttuneilla kasvatusmetsillä (40 %). Varttuneita taimikoita oli 11,6 % ja pieniä taimikoita 7,2 % puuntuotannon metsämaasta. Varttuneiden kasvatusmetsien osuus oli 28 % (Metsätalastollinen vuosikirja 2011).

Puuston tilavuus Pohjois-Karjalan metsä- ja kitumaille oli yhteensä 168 miljoonaa m³. Puuston keskitilavuus metsä- ja kitumaille oli 122 m³/ha. Puuston tilavuudesta männyn osuus oli 54 %, kuusen 27 % ja koivun 16 %. Pohjois-Karjalan metsä- ja kitumaiden vuotuinen kasvu oli 8,4 m³ hehtaarilla. Pohjois-Karjalan markkinahakkuut olivat vuonna 2010 4,34 miljoonaa m³. Näistä tukkipuuhakkuuta oli 1,68 miljoonaa m³ ja kuitupuuhakkuuta 2,67 miljoonaa m³. Energiapuuta korjattiin 36 000 m³. Hakkuukertymä oli kokonaisuudessaan 4,7 miljoonaa m³ ja kokonaispoistuma 5,4 miljoonaa m³.

Pohjois-Karjalassa oli vuonna 2010 maatalo- ja puutarhatiloja yhteensä 2 566. Pohjois-Karjalan maatalojen peltopinta-ala oli 85 288 ha. Näistä oli vuonna 2010 viljelyssä 84 843 ha. Vuokrapeltojen pinta-ala oli 31 828 ja vuokraavia tiloja 1 564. Luonnonniittyjä- tai laitumia oli yhteensä 519 ha (TIKE 2011a). Pohjois-Karjalan turvetuotannon pinta-ala oli 4 000 ha vuonna 2010. Turvetuotantoon soveltuvien soiden pinta-ala on Pohjois-Karjalassa 81 000 ha. Yli 20 hehtaarin suuruisten geologisten soiden pinta-ala on Pohjois-Karjalassa 262 000 ha.

5.5.3 Luonnontilaisuuden väheneminen

Yksi keskeisistä ympäristön tilan haasteista on luonnon monimuotoisuuden väheneminen. Pohjois-Karjalassa luonnon monimuotoisuuden väheneminen liittyy eniten luonnonvarojen hyödyntämiseen, maatalouden rakennemuutokseen ja jo aikaisemmin tehtyihin vesistöjen perkauksiin ja vesistökuormitukseen. Metsätalouden ojitukset, avohakkuut ja maanmuokkaukset ovat vähentäneet metsä- ja suolunnon monimuotoisuutta. Asutuksen väheneminen maaseudulla, tilojen autioituminen ja tuotannon loppuminen sekä peltojen metsitykset ovat puolestaan muuttaneet monilla alueilla perinteistä maaseutumaisemaa ja kulttuuriympäristöä (Ympäristön tila 2015).

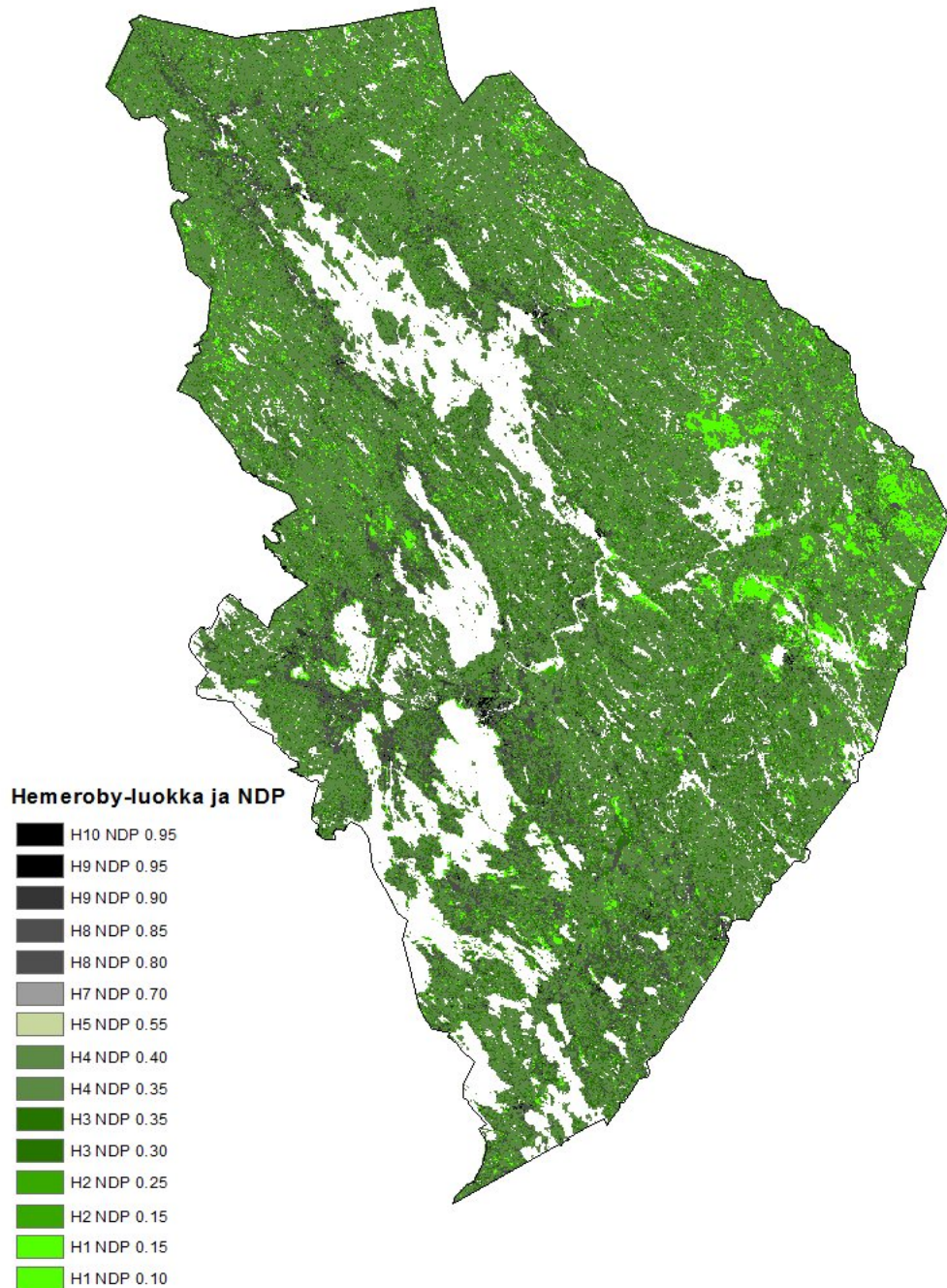
Pohjois-Karjalan luonnontilaisuuden ja sen vähenemisen arvioimiseksi Corine 2012-aineiston mukaiset maanpeiteluokat luokiteltiin Hemeroby-luokkiin sekä NDP-indeksiluokkiin (Naturalness Degretation Potential) Bentrup ym. (2002) määrittelemien luokkakuvausten mukaisesti. Suurin osa Pohjois-Karjalasta kuului Hemeroby-luokkaan H4 (taulukko 22). Luokkakuvausten mukaan H4 luokkaan kuuluvat alueet ovat kohtalaisen tai voimakkaan ihmistoiminnan vaikutuksen alaisena. Luokkaan kuuluvat muun muassa intensiivisesti hoidetut metsät ja nuoret kasvatusmetsät, havupuuvaltaiset metsät, virkistysalueiden lähimetsät, puistot- ja puistometsät sekä niityt ja jatkuvassa käytössä olevat laitumet. Toiseksi suurin hemeroby-luokka oli H3, johon kuuluvat alueet ovat kohtalaisen ihmistoiminnan vaikutuksen alaisena. Näitä ovat nummet ja kanervikot, hoidetut metsät, kohtalaisen voimakkaasti hoidetut vähäravinteiset ruohomaat ja laaja niityt, sekä pysyvät kesantoalueet ja laitumet. Hemeroby-luokkaan H8 kuuluvat alueet, joissa ihmisen vaikutus on voimakas ja alueet ovat pääasiassa kaupunki- tai teollisuusalueita.

Eri maankäyttöluokat luokiteltiin myös luonnontilaisuuden vähenemistä kuvaavien NDP-arvojen mukaisesti. NDP-arvo on sitä suurempi, mitä suuremman ihmistoiminnan vaikutuksen alaisena alue on. Suurin osa Pohjois-Karjalan pinta-alasta oli NDP-arvoltaan 0,4 (taulukko 22). Tähän luokkaan kuuluvat intensiivisesti hoidetut metsät. NDP-arvoiltaan 0,3-0,35 kuuluvia alueita ovat hoidetut metsät, kesannolla tai viljelemättömänä olevat pellot. Pientaloalueet kuuluvat NDP-luokkaan 0,85. Tiealueet kuuluvat NDP-luokkaan 0,9 ja tiiviisti rakennetut kaupunkialueet sekä teollisuuden ja palveluiden alueet luokkaan 0,95. Hemeroby-luokat ja NDP-indeksin arvot yhdistettiin ja niistä laadittiin kartta Pohjois-Karjalan alueelle (kuva 55). Kartassa mustat alueet ovat tiiviisti rakennettuja kaupunkialueita sekä teollisuuden ja palveluiden alueita, vaaleanvihreät taas koskemattomia suoalueita. Pohjois-Karjalan luonnontilaisuuden vähenemistä kuvaava kokonaisindeksi (NDI) laskettiin kertomalla eri NDP-luokat niiden pinta-alalla ja

summaamalla yhteen kaavan 1 mukaisesti. Pohjois-Karjalan luonnontilaisuuden vähenemistä kuvaava kokonaisindeksi oli 7101.

Taulukko 22. Pohjois-Karjalan maanpeiteluokkien jako Hemeroby-luokkiin ja NDP-indeksin mukaisiin luokkiin sekä näiden luokkien pinta-alat ja osa-alueittaiset luonnontilaisuuden vähenemistä kuvaavat NDI-indeksien arvot.

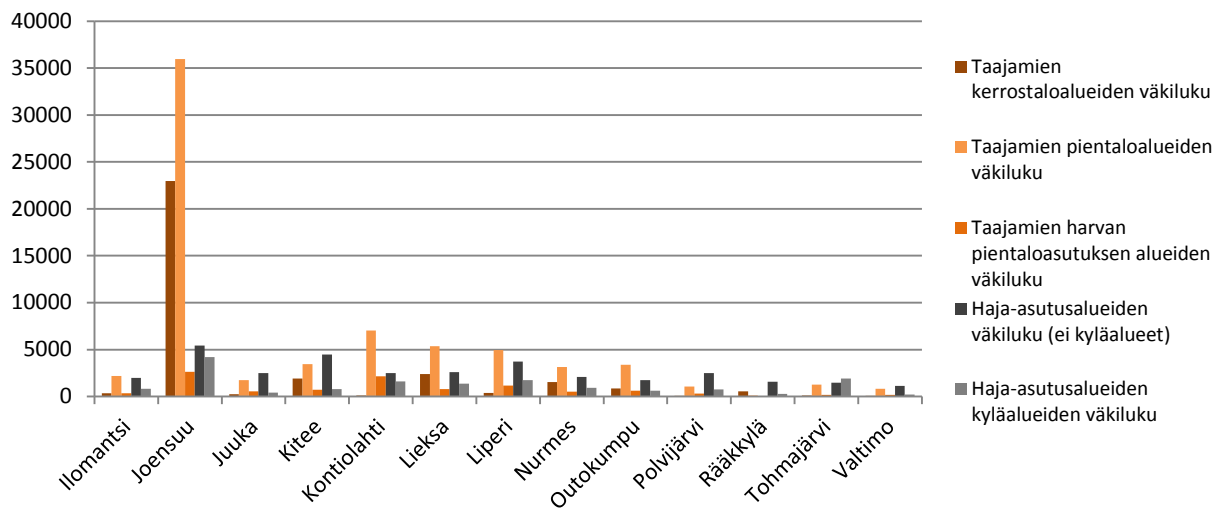
Hemeroby-luokka	Pinta-ala 2012	NDP	Pinta-ala 2012	NDI 2012
H1	1141,1	0,1	1,5	0,2
H2	16,4	0,15	1155,9	173,4
H3	3003,9	0,25	0,1	0,03
H4	12221,2	0,3	2421,4	726,4
H5	3,7	0,35	2886,8	1010,4
H6	-	0,4	9917,0	3966,8
H7	14,7	0,55	3,7	2,0
H8	1214,0	0,6	-	-
H9	228,4	0,7	14,7	10,3
H10	23,6	0,8	998,2	798,5
		0,85	215,9	183,5
		0,9	183,2	164,9
		0,95	68,8	65,4



Kuva 55. Yhdistettyjen Hemeroby-luokkien ja luonnontilaisuuden vähenemistä kuvaavien NDP:n arvojen jakautuminen Pohjois-Karjalassa.

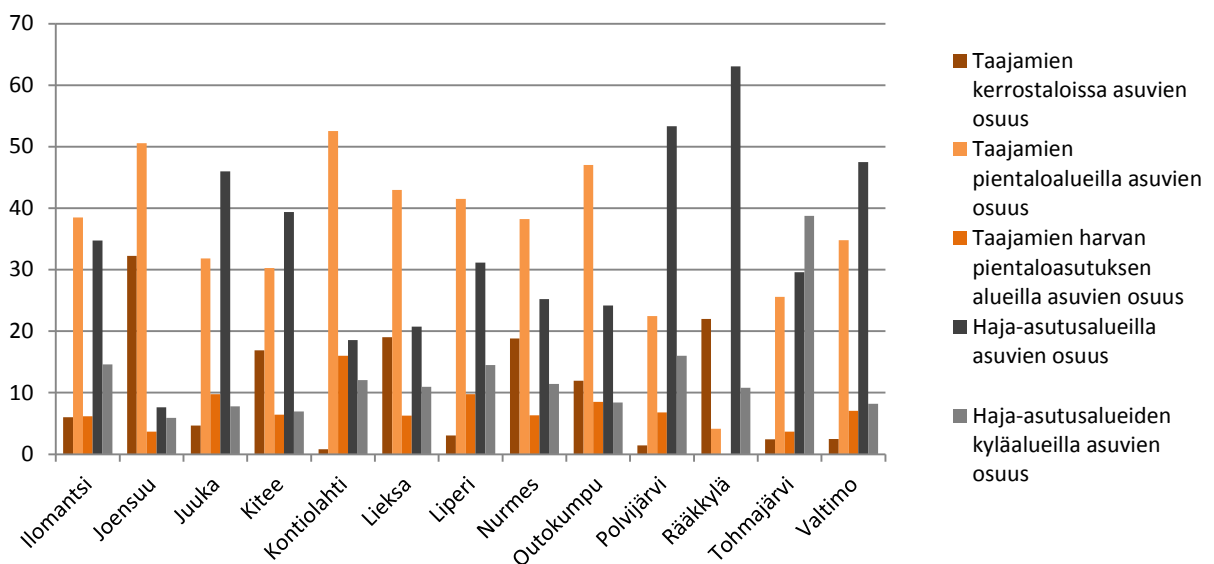
5.5.4 Asutus

Pohjois-Karjalan väestöstä 71 % asui taajamissa ja 29 % haja-asutusalueella (Hertta 2014). Joensuussa taajamissa asui 86,7 % väestöstä, Kontiolahdella 69,9 % väestöstä ja Lieksassa 68,5 %. Vähiten taajamissa asuvia oli Tohmajärvellä, Polvijärvellä sekä Rääkkylässä. Joensuussa 22 951 ihmistä asui taajamien kerrostaloalueilla ja 35 973 taajamien pientaloalueilla (kuva 56). Kontiolahdella taajamien pientaloalueilla asui 7 047 asukasta, Lieksassa 5 369 asukasta ja Liperissä 4 958 asukasta. Kontiolahdella ei juuri taajamien kerrostaloalueilla asuvia ollut; ainoastaan 109 asukasta asui kerrostaloalueilla.



Kuva 56. Eri asuinalueityypeillä asuvan väestön määrä kunnittain Pohjois-Karjalassa vuonna 2010.

Taajamien kerrostaloalueilla asuvien osuus koko Pohjois-Karjalan väestöstä oli 19,5 %. Suurin osuus oli Joensuussa (32 %) ja pienin Kontiolahdella (0,8 %) (kuva 57). Taajamien pientaloalueilla asuvien osuus oli 44 % koko Pohjois-Karjalassa. Suhteellisesti eniten asukkaista pientaloalueilla asui Kontiolahdella (53 %) ja vähiten Tohmajärvellä (26 %). Taajamien harvan pientaloasutuksen alueilla asuvien osuus oli 6,3 % koko Pohjois-Karjalan väestöstä. Eniten harvan pientaloasutuksen alueilla asuvia oli Kontiolahdella (16 %). Rääkkylässä taajamien harvaa pientaloasutusta ei ollut lainkaan. Haja-asutusalueiden kyläalueilla asui 9,7 % pohjoiskarjalaisista. Suhteellisesti eniten kyläalueilla asuvia oli Tohmajärvellä (39 %) ja vähiten Joensuussa (5,8 %). Joensuussa kyläasutuksen osuus kasvoi kuntaliittymien myötä. Haja-asutusalueilla pois lukien edellä mainitut kyläalueet asui 21 % Pohjois-Karjalan väestöstä. Haja-asutusalueilla asuvien osuus oli suurin Rääkkylässä (63 %) ja pienin Joensuussa (7,6 %). Pohjois-Karjalassa on noin 230 kylää tai asuinalueita, jossa on toimiva kylä- tai asukas yhdistys. Kyläsuunnitelma on tehty noin 100 kylälle. Kyläsuunnitelmissa pyritään vaikuttamaan siihen, että kylät olisivat toimivia ja elinvoimaisia asuin- ja elinyhteisöjä (Varis 2010).



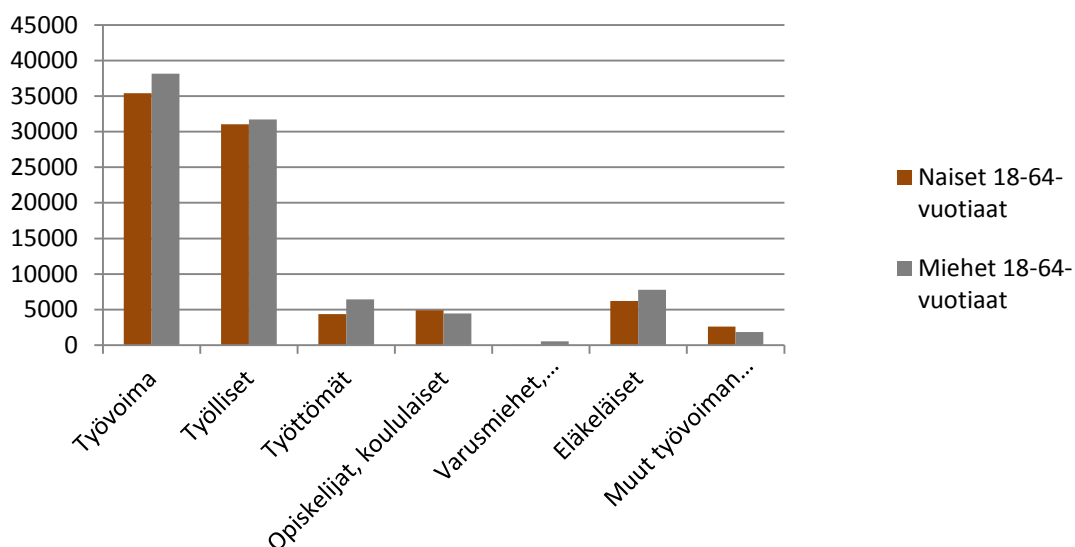
Kuva 57. Eri asuinalueityypeillä asuvan väestön osuus kunnittain Pohjois-Karjalassa vuonna 2010.

6 Pohjois-Karjalan sosiaalis-kulttuuriset vaikutukset

Resurssien käytön vaikutukselle ihmisten hyvinvointiin annetaan yhä enemmän arvoa. Sosiaaliset hyödyt eivät rajoitu ainoastaan resurssien markkina-arvoon, vaan resurssien tehokkaaseen käyttöön kuuluu yleiseen hyvinvointiin ja elämänlaatuun liittyviä näkökohtia (BIO Intelligence Service 2012). Hyvinvointia määritteleviä sosiaalis-kulttuurisia indikaattoreita pitäisi sisällyttää tai olla mahdollista liittää resurssien käyttöä mittaaviin indikaattoreihin. Hankkeessa selvitettiin Pohjois-Karjalan yhteiskunnallista tilaa ja tuotannollisia edellytyksiä sosiaalisesta näkökulmasta muun muassa työllisyystilanteella, koulutustasolla, huoltotaseella sekä väestön taloudellisella hyvinvoinnilla ja sen jakautumisella eri väestöryhmien kesken. Pohjois-Karjalan maakunnan alueen potentiaalia väestön lisäämiseksi sekä alueen vetovoimaisuutta muun muassa matkailukohteena sekä luonto- ja kulttuuripalvelujen tarjoajana selvitettiin muuttoliikkeen, kansallispuistojen ja luontokohteiden sekä kulttuurin tarjonnan määrällä. Näiden avulla muodostettiin sosiaalis-kulttuurisia vaikutuksia kuvaavat indikaattorit sekä indikaattoreiden arvot vuonna 2010 Pohjois-karjalassa.

6.1 Työllisyystilanne ja huoltotase

Pohjois-Karjalan työikäisten 18-64-vuotiaiden jakautuminen sosioekonomisen aseman mukaan osoitti, että miehiä on suurempi osuus niin työvoimasta, työllisistä, työttömistä kuin eläkeläisistä (kuva 58). Naisia oli miehiä enemmän opiskelijoina tai muina työelämän ulkopuolella olevina. Pohjois-Karjalan työvoimaan laskettiin vuonna 2010 35 404 naista ja 38 129 miestä. Työllisiä näistä oli vastaavasti 31 034 ja 31 717. Työttömiä naisia oli 4 370 ja miehiä 6 412. Opiskelijoina tai koululaisina työikäisestä väestöstä oli 4 889 naista ja 4 473 miestä. Eläkkeellä vielä työikäisistä oli 6 218 naista ja 7 784 miestä. Muita työvoiman ulkopuolella olevia oli naisista 2 616 ja miehistä 1 869.



Kuva 58. Työikäisten sosio-ekonominen asema Pohjois-Karjalassa 2010,

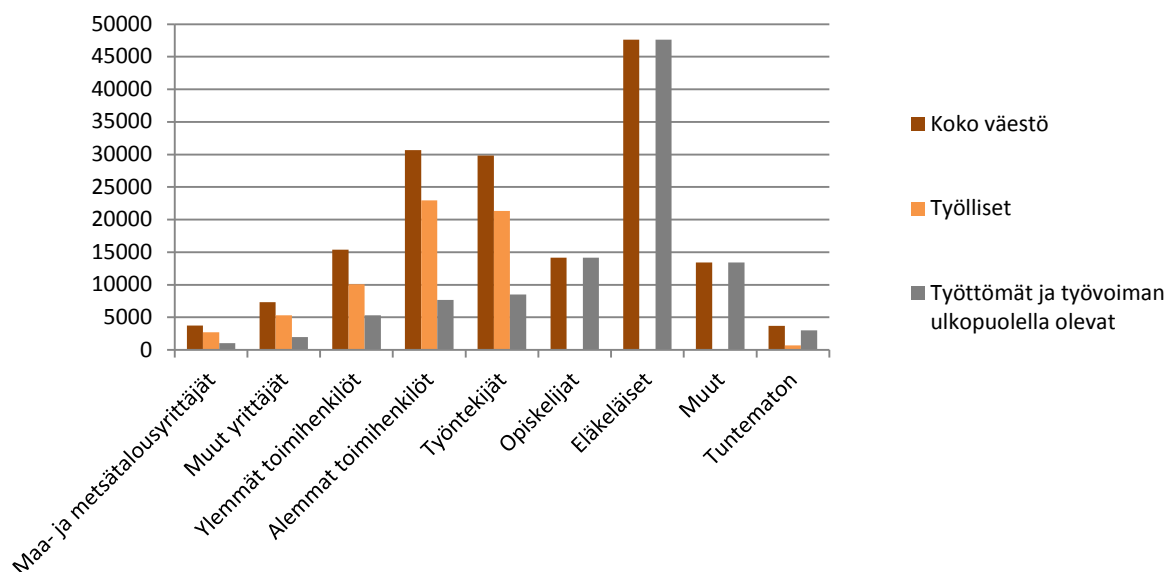
Työllisyysaste oli Pohjois-Karjalassa useita prosenttiyksikköjä koko maan keskimääräistä alhaisempi. Työllisyysaste on työllisten prosenttiosuus väestöstä. Virallinen työllisyysaste lasketaan 15-64-vuotiaiden työllisten prosenttiosuutena samanikäisestä väestöstä. Vuonna 2010 koko maan työllisyysaste oli 67,8, kun Pohjois-Karjalassa se oli 61,6 (Tilastokeskus 2014b). Kaikista maakunnista työllisyysaste oli Pohjois-Karjalan työllisyysastetta huonompi ainoastaan Lapissa. Korkean työttömyyden lisäksi

tähän vaikuttaa työvoimaan kuulumattoman työikäisen väestön suhteellisen suuri osuus. Pohjois-Karjalan koko väestöstä, jonka lukumäärä vuonna 2010 oli 165 866, työllisiä oli 63 146 ja työttömiä ja työvoiman ulkopuolella olevia 102 720.

Pohjois-Karjalan työttömyysaste oli korkea; vuonna 2010 se oli 12,5 %, kun mukana ovat 15-74-vuotiaat henkilöt (Tilastokeskus 2014b). Koko maan keskimääräinen työttömyysaste oli vuonna 2010 8,4 %. Työttömyysaste on työttömien prosenttiosuus saman ikäisestä työvoimasta. Virallinen työttömyysaste lasketaan 15-74-vuotiaiden työttömien prosenttiosuutena saman ikäisestä työvoimasta. Pohjois-Karjalan työttömyysaste oli kaikista maakunnista korkein. Pienimmät työttömyysasteet olivat Ahvenanmaalla (3,1 %), Uudellamaalla (6,4 %) sekä Pohjanmaalla (6,6 %).

Pohjois-Karjalassa oli vuonna 2010 alle 15-vuotiaita 24 936 henkilöä ja 15–64-vuotiaita 108 268 henkilöä. 65 vuotta täyttäneitä oli 32 710 henkilöä. Väestöllinen huoltosuhde, eli alle 15-vuotiaiden ja 65 vuotta täyttäneiden määrä 100 työikäistä kohden, oli Pohjois-Karjalassa 53,2 vuonna 2010. Väestöllinen huoltosuhde pohjautuu pelkästään väestön ikärakenteeseen eikä se ota huomioon työllisyyttä. Kansainvälisissä vertailuissa lapsiin luetaan yleensä 0–14-vuotiaat ja eläkeikäisiin 65 vuotta täyttäneet. Näin työikäisiä ovat 15–64-vuotiaat. Suomessa kuitenkin suurin osa 15–17-vuotiaista on vielä opiskelemassa ja asuu vanhempiensa kanssa.

Pohjois-Karjalan taloudellinen huoltosuhde oli 162 vuonna 2010. Taloudellinen huoltosuhde kuvaa sitä, kuinka monta työtöntä sekä työvoiman ulkopuolella olevaa, kuten muassa lapset, opiskelijat, eläkeläiset, on 100 työllistä kohden. Taloudellisen huoltosuhteen laskua pidetään positiivisena ja tavoiteltavana ilmiönä ja nousua negatiivisena. Taloudelliseen huoltosuhteeseen vaikuttavat taloudellisten suhdanteiden ja työllisyyskehityksen vaihtelujen lisäksi muun muassa syntyvyys, väestön ikääntyminen ja muuttoliike.

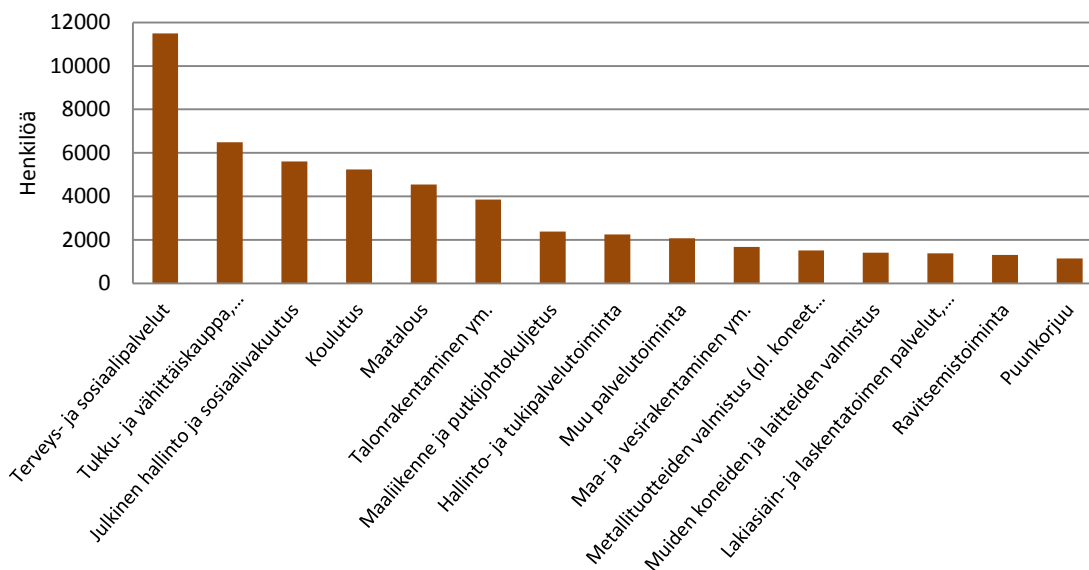


Kuva 59. Pääasiallisen toiminnan ryhmät ja ryhmiin kuuluvan väestön lukumäärä jaettuna työllisiin ja työttömiin.

Pääasiallisen toiminnan mukaan jaettuna Pohjois-Karjalan väestön kokonaismäärästä suurin osa on eläkeläisiä (kuva 59). Eläkeläisten osuus koko väestöstä oli 28 %. Seuraavaksi eniten oli alempia toimihenkilöitä ja työntekijöitä, joita molempia oli 18 % koko väestöstä. Maa- ja metsätalousyrittäjiä oli 2,2 %, muita yrittäjiä 4,4 % ja ylempiä toimihenkilöitä 9,3 % koko väestöstä. Työllisten osuus oli suurin alempien toimihenkilöiden kesken. Alemmista toimihenkilöistä työllisiä oli 75 % ja työttömiä 25 %. Maa- ja metsätalousyrittäjien, muiden yrittäjien ja työntekijöiden pääasiallisen toiminnan ryhmissä työllisiä oli kaikissa noin 72 % ja työttömiä 28 %. Heikointa työllisyys oli ylempillä toimihenkilöillä; heistä 34 % oli työttömiä tai työvoiman ulkopuolella olevia.

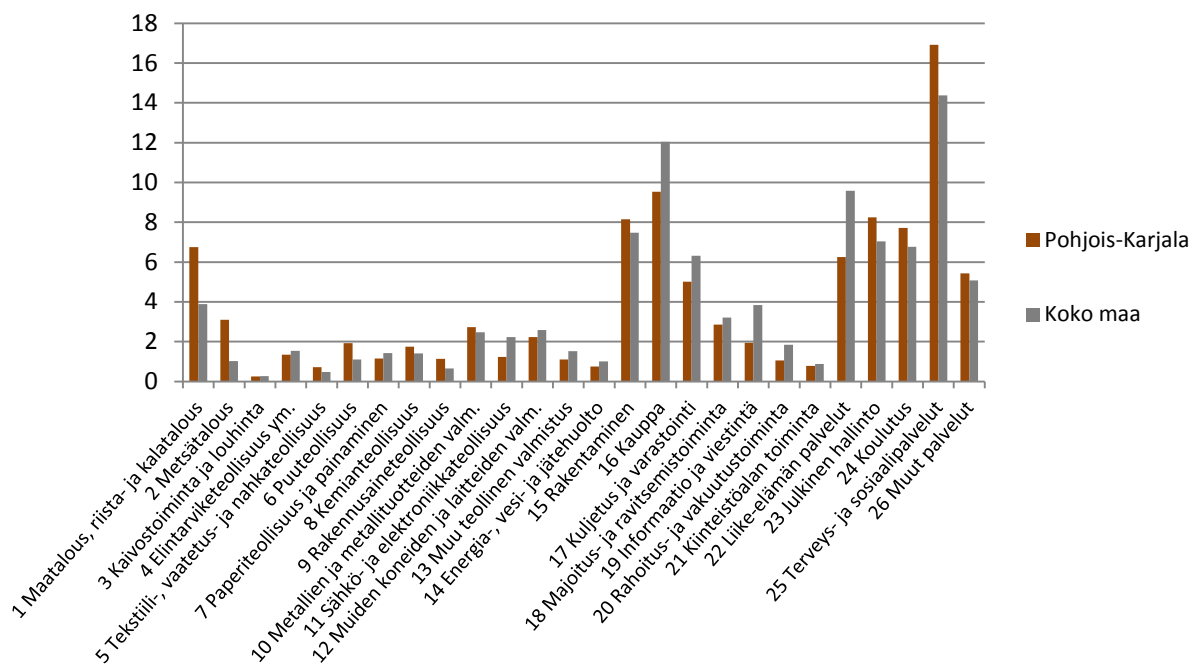
Pohjois-Karjalan suurin työllistäjä oli terveys- ja sosiaalipalvelut (kuva 60). Väestön vanhetessa terveys- ja sosiaalipalveluiden toimialalle on oletettavissa vielä lisää työvoiman tarvetta. Terveys- ja sosiaalipalvelut työllistivät Pohjois-Karjalassa 11 500 henkilöä eli 17 % kaikista työllisistä. Seuraavaksi

eniten työllisti tukku- ja vähittäiskauppa, moottoriajoneuvojen ja moottoripyörien korjaus. Työllisten määrä toimialalla oli 6 485 eli 9,5 %. Julkinen hallinto ja sosiaalivakuutus työllisti 5 602 henkilöä (8,2 %), koulutus 5 241 henkilöä (7,7 %) ja maatalous 4 547 henkilöä eli 6,7 % kaikista työllisistä.



Kuva 60. Pohjois-Karjalan 15 suurinta työllistäjätoimialaa.

Koko maan keskimääräisiin prosentuaalisiin työllisyyslukuihin verrattuna Pohjois-Karjalassa julkinen hallinto, koulutus sekä terveys- ja sosiaalipalvelut työllistävät enemmän kuin koko maassa keskimäärin. Myös alkutuotanto eli maatalous, riista- ja kalatalous sekä metsänhoito työllistävät suhteellisesti enemmän kuin koko maassa keskimäärin. Erityisesti liike-elämän palvelut, kauppa, informaatio ja viestintä sekä kuljetus ja varastointi työllistävät Pohjois-Karjalassa vähemmän ihmisiä kuin koko maassa keskimäärin (kuva 61).



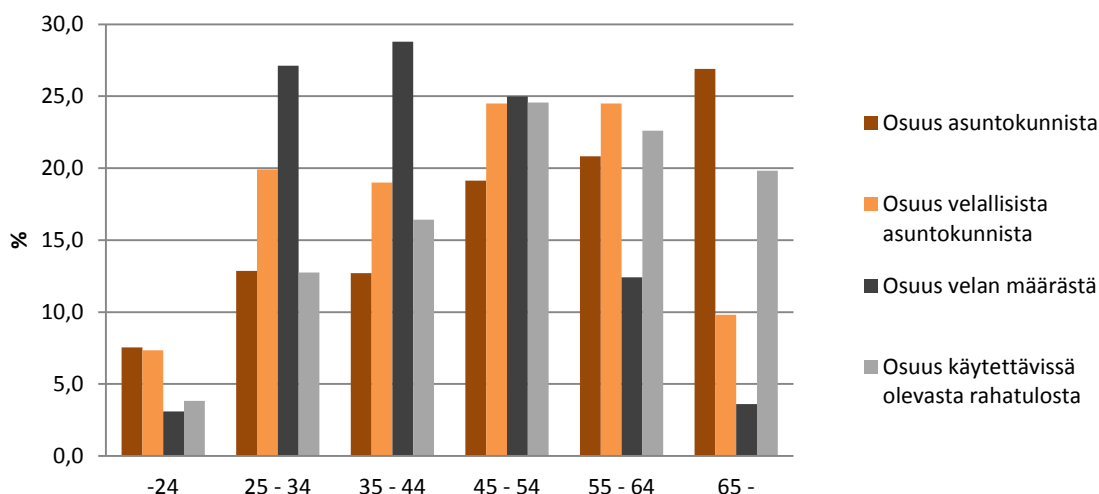
Kuva 61. Prosentuaalinen työllisyys eri toimialoilla (TOL26) Pohjois-Karjalassa ja koko maassa

6.2 Väestön taloudellinen hyvinvointi

Pohjois-Karjalassa oli vuonna 2010 80 823 asutokuntaa (Tilastokeskus 2014b). Asutokuntien keski-
koko oli 2,01 henkilöä ja kulutusyksiköitä oli keskimäärin 1,45. Kulutusyksikköä kohti lasketuilla tu-
loilla ja kulutusmenoilla voidaan verrata kooltaan ja rakenteeltaan erilaisia kotitalouksia toisiinsa. Kulu-
tussyksiköiden laskutapoja on useita erilaisia. Tulonjakotilastossa ja kulutustutkimuksessa on käytetty
vuodesta 2002 lähtien Euroopan unionin tilastoviraston Eurostatin suosittamaa OECD:n ns. muunnettua
kulutusyksikköasteikkoa, jossa kotitalouden ensimmäinen aikuinen saa painon 1, muut yli 13-vuotiaat
saavat painon 0,5 ja 0-13-vuotiaat lapset saavat painon 0,3 (Tilastokeskus 2015a). Pohjois-Karjalan
asutokuntien yhteenlaskettu käytettävissä oleva rahatulo oli vuonna 2010 2,67 miljardia €. Asunto-
kuntien keskimääräinen käytettävissä oleva rahatulo oli 33 043 €. Asutokuntien käytettävissä olevien
rahatulojen mediaani oli 27 002 €. Kulutusyksikköä kohden asutokuntien keskimääräinen käytettävissä
oleva rahatulo oli 2 1910 € ja mediaani 19 450€. Henkilöä kohden käytettävissä oleva rahatulo oli Poh-
jois-Karjalassa noin 16 101 €.

Pohjois-Karjalan asutokuntien velkojen kokonaismäärä oli vuonna 2010 noin 2,37 miljardia €. Ve-
lallisia asutokuntia oli yhteensä 41 232, siten velallisten asutokuntien osuus kaikista asutokunnista
oli 51 %. Suurimmalla osalla velallisista asutokunnista oli asutovelkaa; asutovelkaisia asutokuntia
oli 23 002 eli 56 % kaikista asutokunnista.

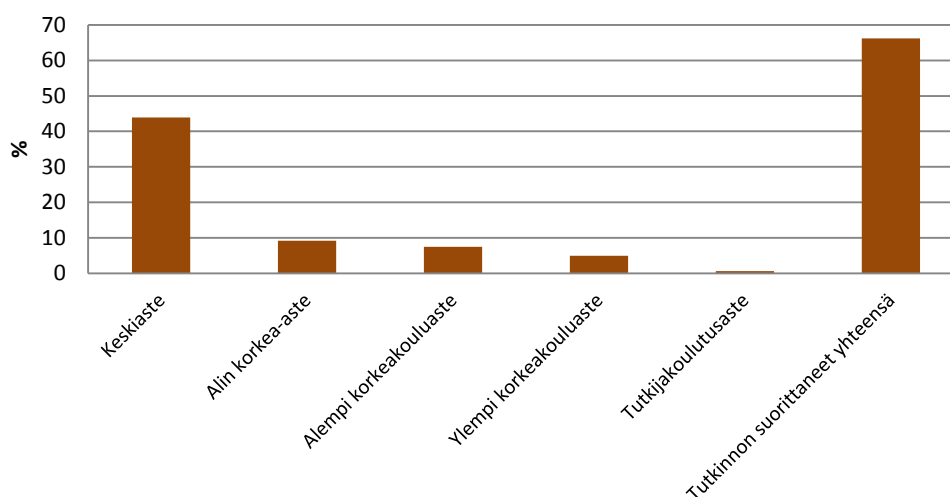
Viitehenkilön iän mukaan yli 65-vuotiaiden muodostamien asutokuntien osuus oli suurin kaikista
asutokunnista (kuva 62). Yli 65-vuotiaiden muodostamia asutokuntia oli 21 751 eli 27 % kaikista
asutokunnista. 55-64-vuotiaiden muodostamia asutokuntia oli 16 382 eli 21 % kaikista asutokunnis-
ta. Tässäkin nähdään, että Pohjois-Karjalan väestörakennetta luonnehtii suurten ikäluokkien ja seniori-
väestön korkea väestönsuus. Toisaalta näiden asutokuntien osuus käytettävissä olevasta rahatulosta
oli suuri; 55-64-vuotiaiden muodostamien asutokuntien käytettävissä oleva rahatulo asutokuntaa koh-
den oli keskimäärin 24 346 € oli ja yli 65-vuotiaiden muodostamien asutokuntien 35 866 €. Yli 65-
vuotiaiden muodostamat asutokunnat ovat enemmässä määrin yhden henkilön muodostavia asutokun-
tia, kuin viitehenkilön iän mukaan sitä nuoremmat asutokunnat. Keskimääräinen käytettävissä oleva
rahatulo asutokuntaa kohden oli suurin 45-54-vuotiaiden muodostamissa asutokunnissa. Viitehenki-
lön iän mukaan 45-54-vuotiaiden ja 55-64-vuotiaiden muodostamissa asutokunnissa velallisten asu-
tokuntien määrä oli suurin. Osuus velan määrästä oli kuitenkin suurin lapsiperheikäisillä asutokunnilla
eli 25-34-vuotiaiden ja 35-44-vuotiaiden muodostamissa asutokunnissa. Vastaavasti näiden asutokun-
tien osuus käytettävissä olevasta rahatulosta oli huomattavasti pienempi verrattuna vanhempien henki-
löiden muodostamiin asutokuntiin.



Kuva 62. Pohjois-Karjalan eri-ikäisten asutokuntien osuus kaikista asutokunnista, osuus velallisista asutokun-
nista, osuus velan määrästä sekä käytettävissä olevasta rahatulosta asutokunnan viitehenkilön iän mukaan.

6.3 Koulutus

Pohjois-Karjala on koulutusmaakunta ja Joensuu yliopistokaupunki. Maakunnassa koulutetaan osaajia paitsi omalle alueelle niin tietyillä aloilla myös koko maan tarpeisiin ja aina kansainvälisesti. Opiskelijoiden väestöosuus onkin keskimääräistä suurempi. Haasteena on, että opiskelijat saataisiin jäämään maakuntaan opintojen päätyttyä. Väestön ikärakenteesta johtuen maakunnan aikuisväestön koulutustaso on matalampi kuin maassa keskimäärin (Varis, 2010). Vuonna 2010 maakunnan 141 079 yli 15-vuotiaista jonkin asteisen tutkinnon suorittaneita oli 93 394 eli 66 % kaikista 15-vuotta täyttäneistä henkilöistä. Keskiasteen tutkinnon oli suorittanut 61 934 eli 44 %, alimman korkea-asteen 12 940 eli 9 %, alemman korkeakouluasteen 10 563 eli 7 %, ylemmän korkeakouluasteen 7 050 eli 5 % ja tutkijakoulutusasteen 907 eli 0,6 % yli 15-vuotiaista asukkaista (kuva 63).



Kuva 63. Eri asteisen tutkinnon suorittaneiden osuus kaikista yli 15-vuotiaista Pohjois-Karjalassa vuonna 2010.

6.4 Pohjois-Karjalan vetovoimaisuus

6.4.1 Muuttoliike

Pohjois-Karjalan väestötappio kertyy tätä nykyä suurelta osin luonnollisesta väestönmuutoksesta eli kuolleisuudesta ja syntyvyydestä. Vuonna 2010 luonnollinen väestönlisäys -385 henkilöä. Muuttoliikkeen huomioiden väestötappio oli kuitenkin vain 98 henkilöä. Alhainen syntyvyys on Pohjois-Karjalan kaltaiselle maakunnalle tyypillinen ongelma. Kuntien välinen tulomuutto Pohjois-Karjalaan oli 8 501 henkilöä ja kuntien välinen lähtömuutto 8 620 henkilöä. Kuntien välinen nettomuutto oli siten -119 henkilöä. Suomen eri maakunnista Pohjois-Karjalaan muutti eniten asukkaita Uudenmaan maakunnasta (28 %), Pohjois-Savosta (17 %) sekä Etelä-Savosta (9 %). Toisaalta samoihin maakuntiin muutti eniten pohjoiskarjalaisia. Eri maakuntiin lähteneistä pohjoiskarjalaisista Uudenmaan maakuntaan muutti 25 %, Pohjois-Savoon 19 % ja Etelä-Savoon 10 %.

Pohjois-Karjalan kokonaisnettomuutto oli kuitenkin positiivinen. Vuonna 2010 kokonaisnettomuutto oli 287 henkilöä. Tämä johtui lähinnä maahanmuuttajista. Pohjois-Karjalaan muutti ulkomailta vuonna 2010 559 henkilöä. Vastaavasti Pohjois-Karjalasta lähti ulkomaille 153 henkilöä. Luonnollisen väestömuutoksen ja muuttoliikkeen huomioiden väestötappio oli vain 98 henkilöä.

6.4.2. Matkailu

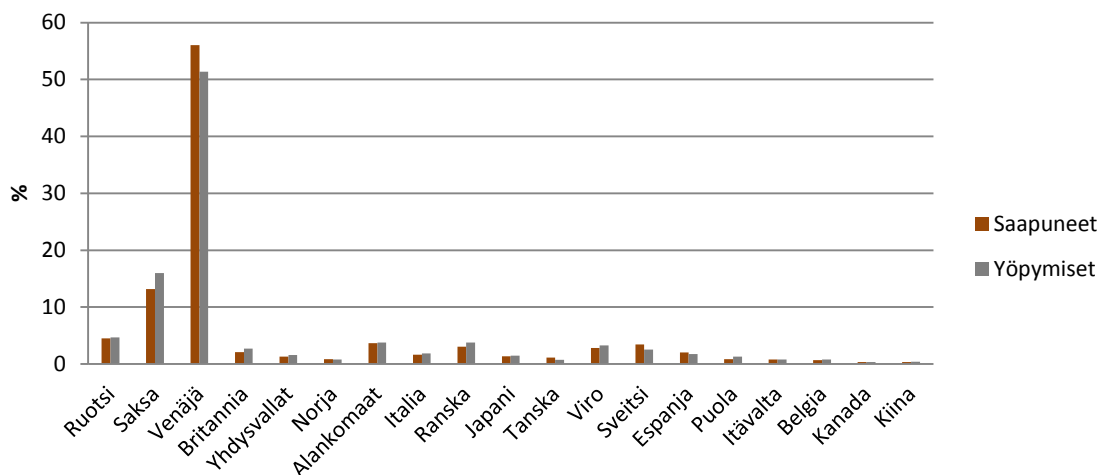
Suomen matkailun vetovoimaisimmat tekijät, runsasluminen talvi ja kesäinen järvimaisema, ovat molemmat parhaimmillaan edustettuna juuri Pohjois-Karjalassa, joten perusedellytykset maakunnan matkailun kehittämiseksi ovat hyvät. Pohjois-Karjalan matkailun keskeinen ongelma on pääomien, investointien ja resurssien vähäisyys sekä pirstaloitunut matkailutarjonta (Varis 2010). Pohjois-Karjalan

vetovoimatekijöihin kuuluu rikas, puhdas ja monimuotoinen luonnonympäristö laajoine vesistöalueineen, joka luovat hyvät mahdollisuudet erilaiselle virkistyskäytölle ja vapaa-ajan vieton. Pohjois-Karjalasta löytyy omaleimaisia ja ainutlaatuisia kulttuuriympäristöjä, joilla on vetovoimaa matkailun alueina. Maakunnan maisemakuva jakautuu Pohjois-Karjalan järviseuutuun, joka on järvien vallitsemaa kumpuilevaa aluetta ja Vaara-Karjalaan, jonka maisemaa hallitsevat jylhät vaarat (Huikuri 2014). Pohjois-Karjalan matkailualueen menestymisen edellytyksenä on kehittää Kolista kansainvälisesti ja kansallisesti merkittävä ympärivuotinen matkailukeskus. Koli matkailukeskuksena on selkeästi vetovoimaisin kohde Pohjois-Karjalassa. Luontomatkaileu käsittää useamman vuorokauden mittaisen luonnon virkistyskäytön, jonka ensisijainen tarkoitus on luonto- ja ulkoiluharrastukset. Luontomatkan aikana yövytään tyypillisesti vapaa-ajan asunnossa tai matkailupalveluyritysten tarjoamissa majoituksissa (Huikuri 2014).

Pohjois-Karjalaan suuntautuva matkailu voidaan jakaa vapaa-ajanmatkailuun, työmatkailuun ja mökkeilyyn. Matkailun tuotosta, arvonlisäystä ja työllisyyttä on vaikea arvioida, koska se jakautuu usealle toimialalle. Majoitustoiminnan tuotos oli Pohjois-Karjalassa vuonna 2010 44 miljoonaa euroa, ja arvonlisäys 19,4 miljoonaa euroa. Majoitustoiminta työllisti yhteensä 623 henkilöä. Majoitustoimialan tuototase jakautui 44 miljoonan euron tuotokseen, 6,2 miljoonan € tuontiin ja 13,3 miljoonan € vientiin.

Pohjois-Karjalassa oli majoitusliikkeitä vuonna 2010 yhteensä 47, joiden huonekapasiteetti oli yhteensä 1 699 huonetta ja vuodekapasiteetti 4 167 vuodetta. Huoneiden käyttöaste oli 38,5 % ja vuoteiden 28 %. Kapasiteetista siis suurin osa jäi käyttämättä. Huoneen keskihinta oli 78 € ja yöpymisen 40 € (Tilastokeskus 2014b). Pohjois-Karjalassa kävi vuonna 2010 matkailijoita yhteensä 267 349, ja yöpymisiä oli 468 454, Pohjois-Karjalaan saapui eniten matkailijoita muualta Suomesta. Vuonna 2010 suomalaisia matkailijoita kävi 238 205 eli 89 % kaikista matkailijoista. Suomalaisten yöpymisten lukumäärä oli 406 086 eli 87 % kaikista yöpymisistä.

Ulkomailta tulleita matkailijoita oli vuonna 2010 yhteensä 29 144, joiden yöpymisten lukumäärä oli 62 368 vuonna 2010. Eniten ulkomaalaisia saapui muualta Euroopasta (52,6 %). EU-maiden matkailijoiden osuus oli 34,5 %, Skandinavian 5,7 % ja Euroopan ulkopuolisten matkailijoiden 5,3 % kaikista ulkomailta saapuneista matkailijoista. Yöpymisten osuudet olivat vastaavasti 47 %, 38,5 %, 5,3 % sekä 7,8 %. Yliivoimaisesti eniten matkailijoita saapui ja yöpyi Venäjältä (kuva 64). Venäjältä saapui matkailijoita 14 154 eli 56 % kaikista ulkomailta tulleista matkailijoista. Venäläiset yöpyivät Pohjois-Karjalassa 27 126 kertaa, ja osuus kaikista ulkomaalaisten yöpymisistä oli 51 %. Seuraavaksi eniten matkailijoita saapui Saksasta. Saksalaisia saapui Pohjois-Karjalaan 3 331 (13,3 %) ja yöpymisiä heille kertyi 8 456 (16 %). Ruotsalaisia matkailijoita kävi 1 134 (4,5 %), joille yöpymisiä kertyi 2 463 (4,7 %). Alankomaista ja Sveitsistä saapui molemmista noin 900 matkailijaa (3,7 % ja 3,4 %).



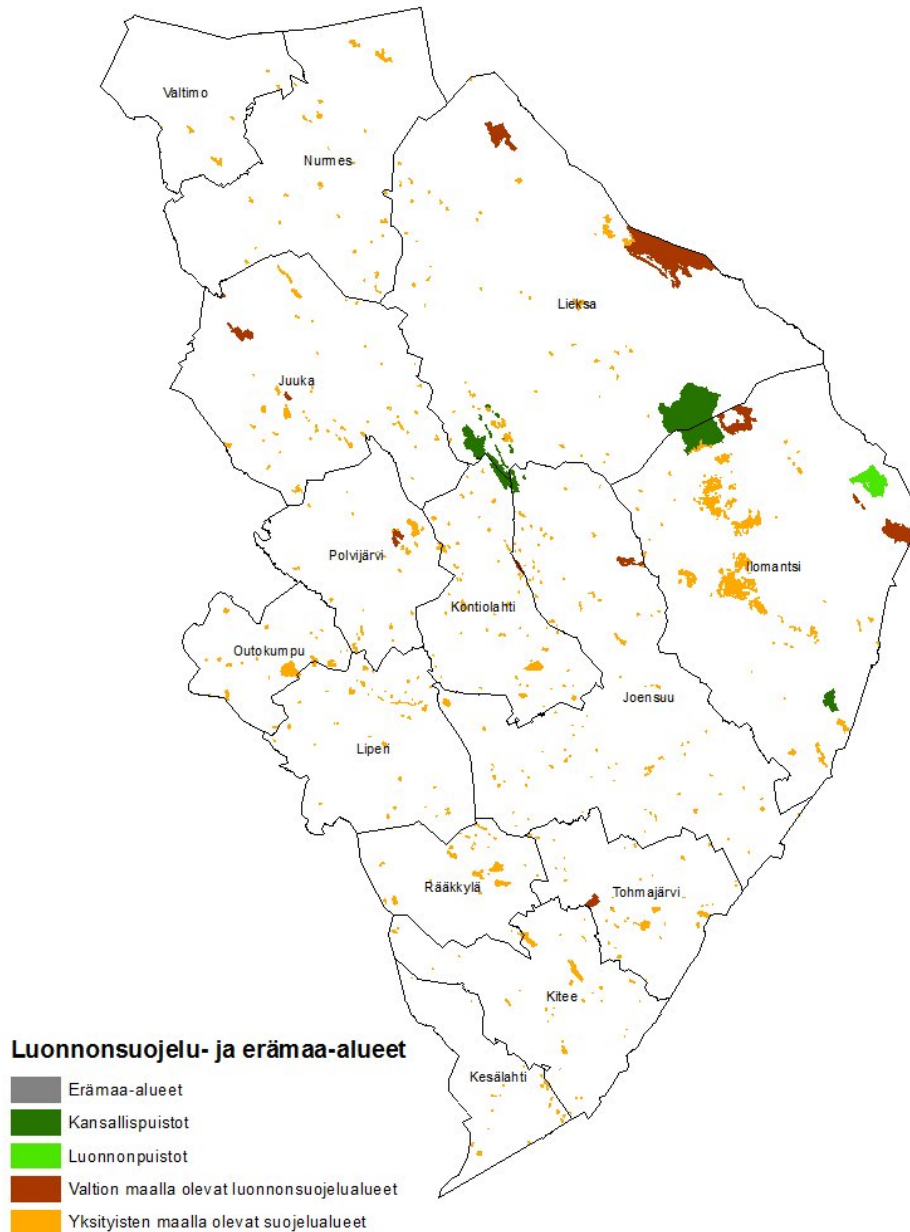
Kuva 64. Eri maista tulleiden matkailijoiden osuus saapuneista matkailijoista ja yöpymisistä Pohjois-Karjalassa vuonna 2010.

Kärmeniemi ym. (2014) ovat keränneet tietoa Pohjois-Karjalan ekotehokkaista matkailuyrittäjistä. Myös matkailu aiheuttaa ympäristöongelmia sekä uusiutumattomien luonnonvarojen hupenemista. Yhtenä ratkaisuna olisi matkailuyritysten sekä matkustajien kannustaminen ekotehokkuuteen. Samoin kuin mo-

nilla muilla toimialoilla, matkailu on ekotehokasta, kun mahdollisimman pienillä materiaali- ja energia-panoksilla saadaan mahdollisimman suuri tuotos. Samat palvelut saadaan siis vähemmällä kulutuksella. Ekotehokkuuden käsitteeseen kuuluvat matkailun sarallakin muun muassa materiaalin tarpeen vähentäminen tuotteissa ja palveluissa, energiantarpeen vähentäminen tuotettaessa tuotteita ja palveluja, myrkyllisten materiaalien vähentäminen, parannettu kierrätettävyys, jätemäärän vähentäminen, maksimaalinen uusioraaka-aineiden käyttö, tuotteiden parempi kestävyys ja palvelun osuuden lisääminen tuotettaessa palveluita ja tavaroita. Ekotehokkaita käytäntöjä toteuttavia matkailuyrityksiä ja -kohteita löytyi useita kohdealueena toimineen Siniseen Tien ja sen ympäristöstä Pohjois-Karjalasta Karjalan Tasavaltaan saakka (Kärmeniemi ym. 2014).

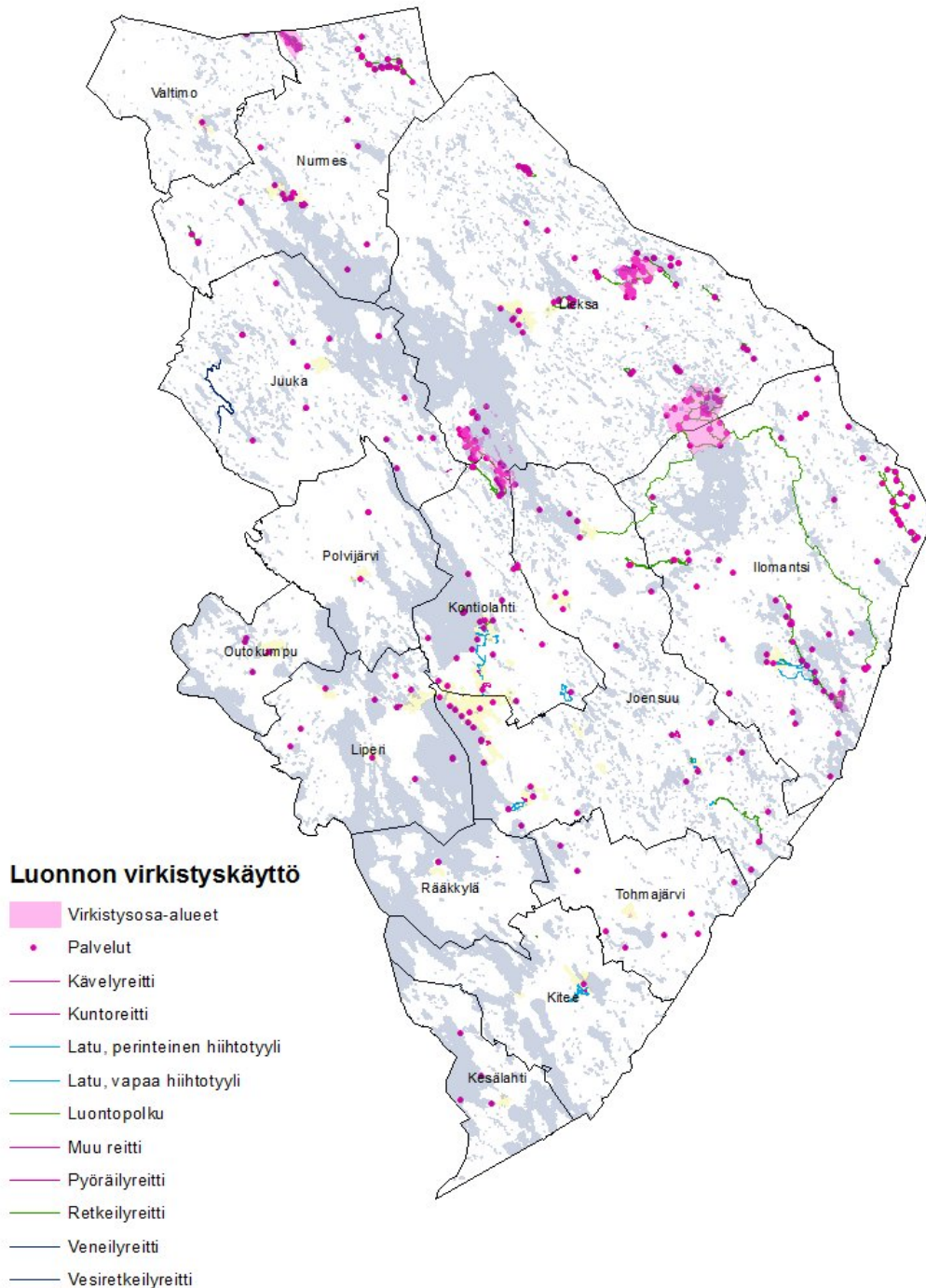
6.4.3 Kansallispuistot ja luontokohteet

Pohjois-Karjalan vahvuuksia ovat monimuotoinen luonto ja runsaat luonnonvarat, rikas kulttuuri- ja luonnonperintö sekä omaleimaiset ja arvokkaat maisema-alueet. Pohjois-Karjalassa oli lakisääteisiä luonnonsuojelu- ja erämaa-alueita yhteensä 282 km² (kuva 65) Kansallispuistojen pinta-ala oli 128 km², luonnonpuistojen 22 km², soidensuojelualueiden 51 km², vanhojen metsien suojelualueiden 11 km², sekä muiden luonnonsuojelualueiden 70 km² (Metsätilastollinen vuosikirja 2011). Pohjois-Karjalan kansallispuistoja ovat Koli Lieksassa ja Petkeljärvi Ilomantsissa.



Kuva 65. Pohjois-Karjalan luonnonsuojelu- ja erämaa-alueet.

Kolilla kävi vuonna 2010 139 000 matkailijaa ja Petkeljärvellä 21 000. Koko maan kansallispuistoissa kävi vuonna 2010 yhteensä 1 959 000 matkailijaa. Ruunaan retkeilyalueella Lieksassa kävi 88 000 matkailijaa. Koko maan Metsähallituksen retkeilyalueilla vieraili 364 000 ihmistä. Ukko-Luontokeskuksessa vieraili 52 000 matkailijaa vuonna 2010, kun koko maan luontokeskuksien- ja talojen arvioitu käyntimäärä oli 728 000. Koko Suomessa kansallispuistoja oli 35, retkeilyalueita 7 ja luontokeskuksia tai -taloja 24 kappaletta vuonna 2010 (Metsätalustollinen vuosikirja 2011). Näissä kaikissa vieraili yhteensä 3 051 000 matkailijaa. Pohjois-Karjalan osuus koko Suomen kansallispuistojen sekä Metsähallituksen retkeilyalueiden ja luontokeskusten arvioituista käyntimääristä oli 9,8 % eli noin 300 000 vierailijaa.



Kuva 66. Pohjois-Karjalan luonnon virkistyskäyttöön tarkoitettuja palveluita, alueita ja reittejä

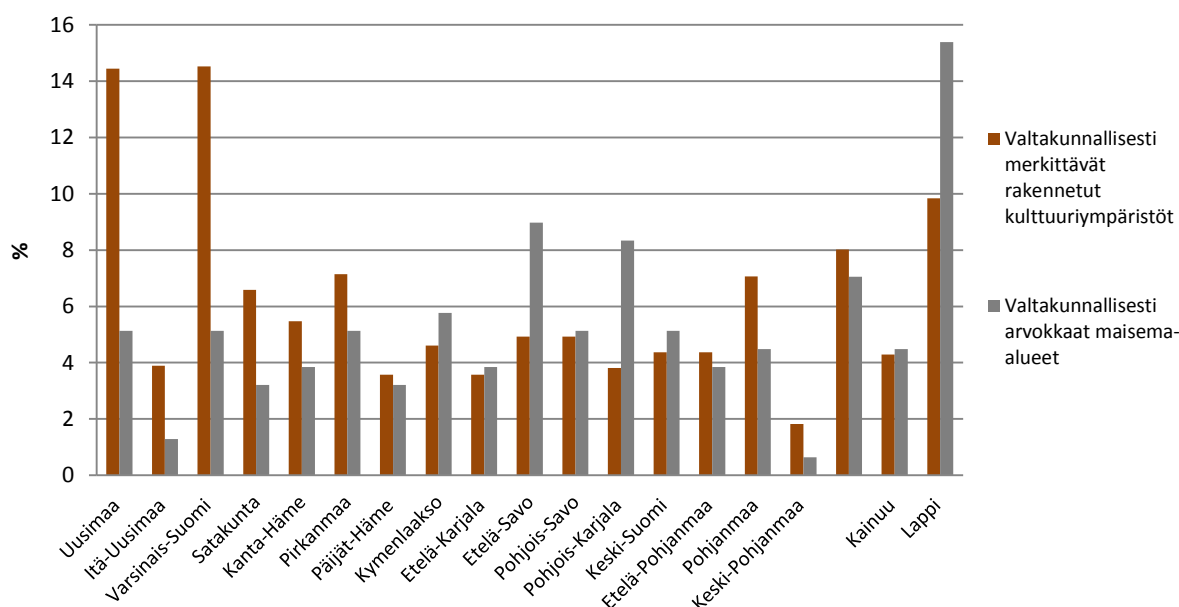
Luonnon virkistyskäytöllä tarkoitetaan vapaa-aikana virkistäytymistarkoituksessa tapahtuvaa liikkumista ja oleskelua luonnonympäristössä. Luonnon virkistyskäyttö käsitteellä painotetaan luonnonvarojen kuten metsien ja vesistöjen käyttämistä virkistykseen. Virkistysympäristöä löytyy kaikkialta, missä on jokamiehenoikeuden nojalla käytettäviä luonnonympäristöjä. Virkistäytyminen tapahtuu useimmiten asumisen läheisillä luonto- ja ulkoilualueilla tai retkeily- ja luonnonsuojelualueilla sekä vesistöalueilla. Vapaa-aikana tapahtuva luonnossa ulkoilu antaa voimakkaita elpymiskokemuksia ja keskellä (Huikuri 2014). Erityisesti asuinalueiden läheisyydessä sijaitsevilla kävely-, kunto- ja luontoreiteillä on tärkeä merkitys asukkaiden hyvinvoinnin kannalta.

Virkistysalueet ovat erityisesti virkistyskäyttöä varten varattuja alueita, jonne on rakennettu virkistyspalveluja. Virkistyskäyttäjät voivat olla niin paikalliset asukkaat kuin matkailijat. Maakuntakaavassa

virkestysaluemerkinnällä on osoitettu vähintään seudullisesti merkittäviä ulkoilu-, retkeily-, urheilu- ja virkestysalueita. Virkestysalueet ovat pinta-alaltaan ja sijainniltaan merkittäviä, maa-kunnallisen viherverkoston tai taajamien viherverkon kannalta erityisen tärkeitä aluekokonaisuuksia. Virkestyskohdemerkinnällä on osoitettu vähintään seudullisesti merkittäviä, vetovoimaiseen luonnonympäristöön perustuvia, olemassa olevia tai suunniteltuja virkestyksen ja/tai luontomatkojen kohteita (Huikuri 2014).

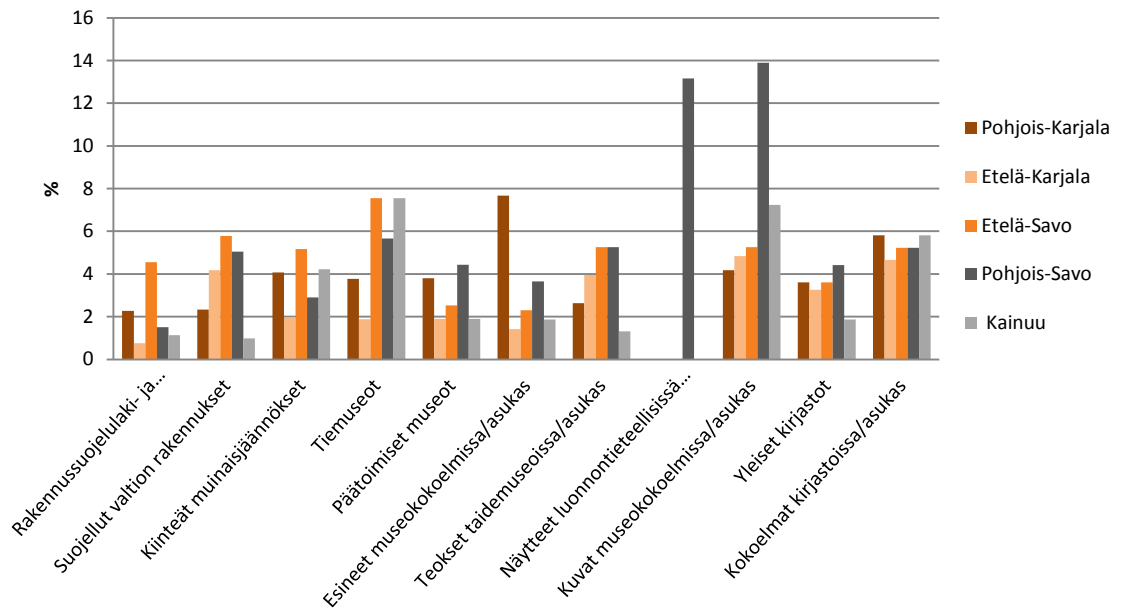
6.4.5 Kulttuurin tarjonta

Virkestysmahdollisuuksien lisäksi tutkimus- ja kehittämistoiminnalla sekä kulttuurin tarjonnalla on merkitystä resurssitehokkuuden kannalta. Kulttuurin alueellinen saatavuus tukee siirtymistä kulutusyhteiskunnasta palveluyhteiskunnasta, lisää alueen vetovoimaisuutta matkailukohteena sekä parantaa aluetaloutta ja työllisyyttä. Tutkimus- ja kehittämistoiminnalla tarkoitetaan systemaattista toimintaa tiedon lisäämiseksi ja tiedon käyttämistä uusien sovellusten löytämiseksi. Kriteerinä on, että toiminnan tavoitteena on jotain oleellisesti uutta. Tutkimus- ja kehittämistoimintaan sisällytetään perustutkimus, soveltava tutkimus sekä kehittämistyö. Tutkimustiedon merkitys yhteiskunnan ja talouden kehittämisessä on jatkuvasti kasvanut. Tämä osaltaan lisää yhteistyön ja verkottumisen merkitystä niin julkisen ja yksityisen sektorin välillä kuin sektorien sisällä. Tieto ja osaaminen eri muodoissaan ovat tulleet talouden globaalistumisen ja kansainvälistymiskehityksen myötä yhteiskuntien kehityksen avaintekijöiksi, mikä osaltaan heijastuu tutkimuspanostusten johdonmukaisena kasvuna. Taloudellisen kasvun lisäksi toimiva ja tehokas innovaatiojärjestelmä nähdään yhä keskeisempänä tekijänä myös sosiaalisen hyvinvoinnin luomisessa. Yhteiskunnallisten ongelmien monialaisuus edellyttää nykyään monitieteistä ja tieteiden välistä tutkimusta. Tutkimus- ja innovaatiotoiminnan tavoitteena on turvata kestävä ja tasapainoinen yhteiskunnallinen ja taloudellinen kehitys (Tilastokeskus 2015a). Pohjois-Karjalan kulttuuri- ja tutkimustoiminnan menot olivat vuonna 2010 82,2 miljoonaa €. Suurimmat kulttuuri- ja tutkimustoiminnan menot olivat Uudellamaalla 2,97 miljardia € ja pienimmät Ahvenmaata lukuun ottamatta Keski-Pohjanmaalla, jossa kulttuuri- ja tutkimustoiminnan menot olivat 16,4 miljoonaa €.



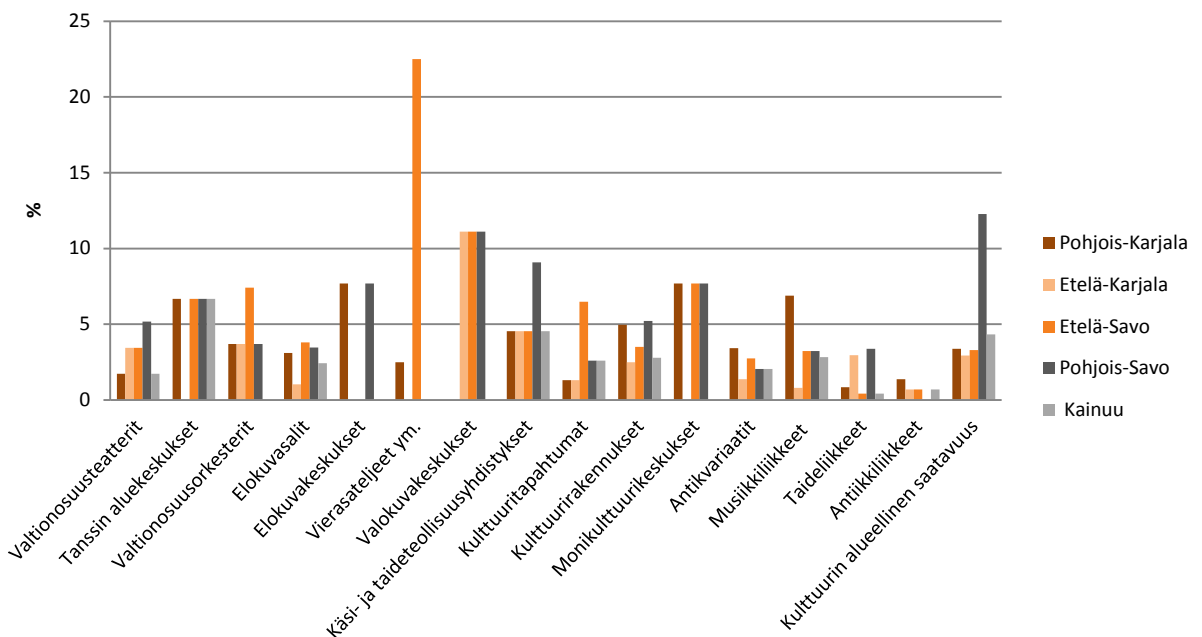
Kuva 67. Valtakunnallisesti merkittävien rakennettujen kulttuuriympäristöjen ja arvokkaiden maisema-alueiden osuus eri maakunnissa kaikkien maakuntien yhteenlasketusta määrästä.

Valtakunnallisesti merkittäviä rakennettuja kulttuuriympäristöjä Pohjois-Karjalassa oli 48 ja arvokkaita maisema-alueita 13. Rakennettujen kulttuuriympäristöjen osuus koko maan vastaavista oli 3,8 % ja maisema-alueiden 8,3 %. Rakennettujen kulttuuriympäristöjen määrässä Pohjois-Karjala on keskimääräinen eri maakuntien joukossa, mutta valtakunnallisesti merkittäviä maisema-alueita Pohjois-Karjalassa on kolmanneksi eniten kaikista maakunnista (kuva 67).



Kuva 68. Pohjois-Karjalan ja sen vierusmaakuntien rakennusperintökohteet, suojellut rakennukset, kiinteät muinaisjäännökset, museot ja kirjastot sekä kokoelmat museoissa ja kirjastoissa osuuksina kaikkien maakuntien vastaavasta tarjonnasta.

Pohjois-Karjalalla on vahvat perinteet kulttuurimaakuntana. Pohjoiskarjalaisuus osana karjalaista kulttuuria on merkittävä osa suomalaista kulttuuri-identiteettiä, josta myös nykykulttuuri ja -taide ammentavat (Varis, 2010). Pohjois-Karjalan vierusmaakuntiin verrattuna Pohjois-Karjalassa on suhteellisesti eniten esineitä museokokoelmista asukasta kohden sekä kokoelmia kirjastoissa asukasta kohden. Päätoimisia museoita sekä yleisiä kirjastoja oli kuitenkin hieman enemmän Pohjois-Savossa (kuva 68). Etelä-Savossa oli lähimaakunnista eniten rakennusperintökohteita, suojeltuja rakennuksia, kiinteitä muinaisjäännöksiä sekä tiemuseoita.



Kuva 69. Pohjois-Karjalan ja sen vierusmaakuntien teatterit, kulttuurikeskukset ja -tapahtumat, kulttuuriin liittyvät liikkeet sekä kulttuurin alueellinen saatavuus osuuksina kaikkien maakuntien vastaavasta tarjonnasta.

Kulttuurin alueellinen saatavuus oli Pohjois-Karjalan vierusmaakunnista paras Pohjois-Savossa (kuva 69). Etelä- ja Pohjois-Savo näyttäytyvätkin vierusmaakuntien joukosta eniten kulttuuria tarjoavina maakuntina. Pohjois-Karjalassa kulttuurin tarjonta oli paras musiikkiliikkeiden, antikvariaattien sekä elokuvakeskusten osalta.

7 Pohjois-Karjalan resurssitehokkuus

7.1 Resurssitehokkuuden teemat ja indikaattorit

Hankkeessa luotiin Pohjois-Karjalan resurssitehokkuuden kuvaamiseksi indikaattoreita mittaamaan kokonaisresurssitehokkuutta, ympäristövaikutuksia, taloudellisia vaikutuksia sekä sosiaalis-kulttuurisia vaikutuksia. Indikaattorien valinnassa käytettiin hyväksi kirjallisuudesta löytyneitä resurssitehokkuutta kuvaavia indikaattoreita (Melanen ym. 2004, European Commission 2011b, European Commission 2012). Myös Pohjois-Karjalan ilmasto- ja energiaohjelmaan on kirjattu lähes kolmekymmentä seuranta-indikaattoria teemoittain. Teemoja ovat kasvihuonekaasupäästöt, energiankäyttö ja -tuotanto, liikenne, kaavoitus, rakentaminen, jätehuolto, metsätalous ja maatalous. Ohjelmassa on sekä vähintään neljän vuoden välein että vuosittain seurattavia indikaattoreita. Seurattavaksi ehdotettuja asioita ovat muun muassa energiatase, taajamaväestön osuus, valmistuneiden puukerrostalojen määrä, metsähakkeen käyttö, jätteen määrä jätejakeittain, tuotetun ja hyödynnetyn biokaasun määrä, suomen biokaasulaitosrekisteri, maatilojen lukumäärä, luomutilojen lukumäärä ja tuotantoala sekä kasvihuonekaasupäästöt (Lohilahti ja Pitkänen 2011).

7.1.1 Kokonaisresurssitehokkuuden indikaattorit

Pohjois-Karjalan kokonaisresurssitehokkuutta kuvaaviksi indikaattoreiksi valittiin tuotantolähtöinen raaka-aineiden käyttö suhteutettuna bruttokansantuotteeseen (RMI/BKT), joka ottaa huomioon alueen oman suoran käytetyn oton, tuonnin käytetyn oton sekä tuonninkäytetyn oton raaka-aine-ekvivalentit. Tuotantolähtöinen raaka-ainekäyttö suhteessa bruttokansantuotteeseen oli 3 kg/€. Toiseksi kokonaisresurssitehokkuutta mittaavaksi indikaattoriksi valittiin kulutuslähtöinen raaka-ainekäyttö suhteutettuna väentiheyteen (RMC/asukas). Kulutuslähtöinen raaka-ainekäyttö oli Pohjois-Karjalassa vuonna 2010 väentiheyteen suhteutettuna 39 221 kg/asukas. Kulutuslähtöinen raaka-aineen käyttö lasketaan vähentämällä vienti ja viennin käytetyn oton raaka-aine-ekvivalentit tuotantolähtöisestä raaka-aineiden käytöstä. Bruttokansantuotteeseen ja väentiheyteen suhteutetut indikaattorit helpottavat vertailuja eri alueiden välillä.

7.1.2 Ympäristövaikutusten teemat ja indikaattorit

Ympäristövaikutusten teemoiksi valittiin kasvihuonekaasupäästöt, happamoituminen, muu kuormitus ilmaan, ilman laatu, rehevöityminen, muu kuormitus vesiin, jätteiden kierrätys, mädätys, kompostointi ja poltto, ongelmajätteet, paikalliset luonnonvarat, energia, liikenne sekä maankäyttö (taulukko 23). Kunkin teeman alla on useampia indikaattoreita mittaamassa ympäristövaikutusta. Happamoitumisella tarkoitetaan luonnon vastustuskyvyn heikkenemistä happamoittavaa laskeumaa vastaan. Maaperän puskurikyky happamoitumista vastaan vaihtelee muun muassa alueen geologisten olojen mukaan. Happamoituminen vaikuttaa metsien kasvuun sekä vesiekosysteemien pH-tasoon (Melanen ym. 2004). Muuta ilmakuormitusta ja ekotoksisuutta aiheuttavat muun muassa teollisuuden ja energianhuollon raskasmetallipäästöt sekä polyaromaattisten hiilivetyjen (POP) päästöt (Ympäristö 2014). Ilman laatuun vaikuttavat ennen kaikkea hiukkaset. Pienhiukkaset ja hengitettävät hiukkaset voivat aiheuttaa vaaraa ihmisten terveydelle. Veden rehevöitymisellä tarkoitetaan vesiekosysteemin häiriintymisestä johtuvaa vedeneliöstön lisääntynyttä kasvunopeutta ja kasviplanktonin sekä vesikasvien lisääntymistä. Rehevöitymisen seurauksena kuolleitten eliöiden hajoamiseen kuluu yhä enemmän happea. Rehevöitymisen vaikutukset aiheuttavat haittaa vesien virkistyskäytölle ja pintavesien talousvesikäytölle (Melanen ym. 2004).

Jätteiden kierrätys, mädätys, kompostointi ja poltto kuvaavat materiaalihäviöiden ja luonnonvarojen vähenemisen ehkäisemistä, uuden jätelainsäädännön etusijajärjestystä sekä näiden tavoitteiden edistymistä. Valtakunnallisen jättesuunnitelman mukaan jätteen syntymistä täytyy ehkäistä materiaalitehokkuutta parantamalla ja kierrätystä tehostamalla. Jätteiden poltto on toissijainen vaihtoehto kierrätykselle. Myös vaarallisten aineiden hallintaa täytyy edistää ja syntymistä välttää. Biohajoavaa jätettä ei saisi

sijoittaa kaatopaikoille ja biohajoavan jätteen mädätyksen ja metaanin talteenoton tulisi olla ensisijainen vaihtoehto ympäristölle haitallisten ilmastovaikutusten vähentämiseksi (Finlex 2015b, Kautto ym. 2016).

Paikallisia luonnonvaroja tulisi käyttää kestävästi ja mahdollisuuksien mukaan korvata kierrätysmaa-aineksilla, jotta ehkäistään monimuotoisuuden, maiseman ja virkistysmahdollisuuksien heikkenemistä sekä uusiutumattomien luonnonvarojen vähenemistä. Samoin maankäytön tulisi perustua luonnon monimuotoisuuden ja luonnonvaraisten ympäristöjen heikkenemisen välttämiseen. Energian tuotannossa ja kulutuksessa tulisi edistää uusiutuvien energialähteiden ja polttoaineiden käyttöä sekä maakunnan omaa energiaomavaraisuutta. Liikennejärjestelyjen tulisi turvata tehokasta liikkumista ja palveluiden saatavuutta (esim. Mattila 2011, Kiertotalouden mahdollisuudet Suomelle 2014).

7.1.3 Taloudellisten vaikutusten teemat ja indikaattorit

Resurssitehokkuuden taloudelliset teemat ja indikaattorit tukevat resurssitehokkuuden ajatusta siitä, että alueet pystyisivät samanaikaisesti sekä vähentämään alueen talouden toiminnan ympäristölle aiheuttamia haitallisia vaikutuksia, ilmastopäästöjä, jätettä ja luonnonvarojen käyttöä, että vahvistamaan aluetaloutta, työllisyyttä ja yritysten kilpailukykyä. Alueellisen resurssien käytön tehostamisen hyötyjen tulisi näkyä myös taloudellisen ja alueen väestön sosiaalisen hyvinvoinnin paranemisena. Alueellisen resurssien tehostamisen seurauksena paikallistalous voi kohentua ja alueen omavaraisuus kasvaa niin energianhuollon kuin muiden toimialojen osalta. Pyrkimys resurssien tehokkaaseen käyttöön voi luoda uusia mahdollisuuksia ja innovaatioita sekä keinoja elinvoimaisuuden ja hyvinvoinnin vahvistamiseen luonnonvarojen käytön pitkäjänteisellä suunnittelulla, kehittämisellä ja seurannalla. Taloudelliset teemat liittyvät alueen ja sen toimijoiden talouden ja kilpailukykyyn turvaamiseen. Taloudellisten vaikutusten teemoiksi valittiin bruttokansantuote sekä tuotos. Indikaattoreina ovat alueen bruttokansantuote kokonaisuudessaan, bruttokansantuote asukasta kohti, eri toimialojen arvonlisäys sekä eri toimialojen tuotos (taulukko 23).

7.1.4 Sosiaalis-kulttuuriset indikaattorit

Sosiaalis-kulttuuristen teemojen ja indikaattoreiden ensisijainen tarkoitus on turvata alueen väestön taloudellinen ja sosiaalinen hyvinvointi. Lisäksi sosiaalis-kulttuuriseen resurssitehokkuuteen liittyy yhteiskunnan muutos kulutusyhteiskunnasta palveluyhteiskunnaksi, joka on nostettu yhdeksi resurssitehokkuuden teemoista (esim. European Commission 2011a). Palvelut eivät suoraan korvaa kaikkia materiaaleja, eivätkä palvelujen lisääntyminen välttämättä vähennä materiaalien käyttöä. Kuitenkin muutos kulutuskeskeisestä yhteiskunnasta palvelukeskeiseksi yhteiskunnaksi, jossa hyödynnetään muun muassa tavaroiden korjaus-, lainaus-, ja kierrätyspalveluita, ostetaan palveluita uusien hyödykkeiden sijaan sekä suositaan esimerkiksi luonto- ja kulttuurielämyksiä tukevat resurssitehokkuutta (esim. European Commission 2011a, Kiertotalouden mahdollisuudet Suomelle 2014). Palveluliiketoiminnan ja -yrittäjyyden tukeminen saattaa edistää materiaalikeskeisen kulutuksen vähentämistä. Alueen vetovoimaisuus matkailukohteena sekä kilpailukyky niin innovaatio-, tutkimus-, kuin koulutusmaakuntana voi myös parantaa asukkaiden hyvinvointia. Sosiaalis-kulttuuriset vaikutukset on jaettu teemoihin väestö, työllisyys, väestön taloudellinen hyvinvointi, väestön koulutus, luontopalvelu- ja kulttuurikohteet sekä alueen vetovoimaisuus matkailukohteena.

7.2 Pohjois-Karjalan resurssitehokkuuden kokonaiskuva

Taulukkoon 23 on koottu kaikki Pohjois-karjalan resurssitehokkuutta kuvaavat teemat ja indikaattorit sekä niiden arvot. Taulukossa on myös teemojen liittyminen resurssitehokkuuteen. Indikaattoreiden arvot on saatu hankkeessa toteutettujen analyysien ja tiedonkeruun perusteella. Indikaattoreista ja niiden taustoista löytyy tarkempaa tietoa edellä olevista kappaleista.

Taulukko 23. Pohjois-Karjalan resurssitehokkuuden kokonaiskuva valittujen resurssitehokkuuden kokonaisindikaattoreiden, ympäristövaikutusten indikaattoreiden, taloudellisten vaikutusten indikaattoreiden sekä sosiaalis-kulttuuristen vaikutusten indikaattoreiden arvoina sekä teemojen ja indikaattoreiden liittyminen resurssitehokkuuteen.

ALUEELLISEN RESURSSITEHOKKUUDEN KOKONAISINDIKAATTORIT	
Raaka-aineiden käyttö/BKT, kg/€	3
Raaka-aineiden kulutus/asukas, kg/asukas	39221

YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET			
Teema	Indikaattori	Indikaattorin arvo	Liittyminen resurssitehokkuuteen
KHK-päästöt	Alueen omat tuotantolähtöiset loppukäytön KHK päästöt, Milj.kg hiilidioksidiekvivalenttia	3388	Ilmastonmuutos ja sen torjuminen
	Alueen omat kulutuslähtöiset loppukäytön KHK päästöt, Milj.kg hiilidioksidiekvivalenttia	2146	
Happamoituminen	Teollisuuden ja energiantuotannon rikkidioksidipäästöt, tonnia	1085	Happamoitumisen estäminen ja puhtaan ilman turvaaminen
	Teollisuuden ja energiantuotannon typenoksidipäästöt, tonnia	1741	
Muu kuormitus ilmaan	Teollisuuden ja energiantuotannon raskasmetallilaskeuma, kg	335	Ekotoksisuus ja sen torjuminen
	Polyaromaattisten hiilivetyjen päästöt, kg	697	
Ilman laatu	Hengitettävät hiukkaset, tonnia 1000 asukasta kohti	14	Puhtaan ilman turvaaminen
	Pienhiukkaset, tonnia 1000 asukasta kohti	10	
Rehevöityminen	Typpekuormitus vesiin mukaan lukien metsämaa ja maatalous, tonnia	5314	Rehevöitymisen ja vesivarojen pilaantumisen ehkäiseminen
	Fosforikuormitus vesiin mukaan lukien metsämaa ja maatalous, tonnia	272	
Muu kuormitus vesiin	Kiintoainekuormitus vesiin mukaan lukien metsämaa ja maatalous, tonnia	229265	
	Jätevesimäärä, tonnia	47620	

Jätteiden kierrätys, mädätys, kompostointi ja poltto	Alueen kaatopaikoille loppusijoitettun jätteen määrä tulevasta/käsitellystä jätevirrasta, tonnia	222076	Materiaalihäviöiden ja luonnonvarojen vähenemisen ehkäiseminen
	Kompostoitavien jätteiden määrä tulevasta/käsitellystä jätevirrasta, tonnia	37172	
	Kierrätyspolttoaineiden valmistus tulevasta/käsitellystä jätevirrasta, tonnia	6172	
	Jätteiden poltto teollisuudessa käsitellystä/tulevasta jätevirrasta, tonnia	253445	
	Pohjois-Karjalassa syntyvä tai muualta tuleva tavanomainen ylijäämämaa, petihiekka, lentotuhka, pohjatuhka ja tavanomainen sivukivi, tonnia	1332776	
	Pohjois-Karjalassa syntyvä muualle Suomeen toimitettava sekä Pohjois-Karjalaan vastaanotettava sekalaisen rakennusjätteen määrä	10144	
Ongelmajätteet	Ongelmajätteiden osuus alueella syntyvästä/lähtevästä jätevirrasta, %	0,4	
Paikalliset luonnonvarat	Puuston määrän kehitys (keskikasvu/poistuma)	1,52	Monimuotoisuuden, maiseman ja virkistysmahdollisuuksien heikkene- misen ehkäiseminen
	Otetun soran ja kallion määrä, Milj. kg	4003	Uusiutumattomien luonnonvarojen vähenemisen ehkäiseminen ja maamassojen hyötykäytön edistäminen
Energia	Sähköntuotannon omavaraisuusaste, %	61,3	Uusiutuvien energialähteiden ja polttoaineiden suosiminen sekä maakunnan energiaomavaraisuus
	Uusiutuvien energialähteiden osuus kokonaisenergiankäytöstä, %	68,0	
	Uusiutumattomien energialähteiden osuus kokonaisenergiankäytöstä, %	32,0	
Liikenne	Maanteiden liikennesuorite, Milj. autokilometriä	1261	Tehokkaan liikkumisen ja palveluiden saatavuuden turvaaminen
	Enintään 1000 m päässä linja-autopysäkeistä asuvien asukkaiden osuus, %	73,9	
	2 tai useamman auton omistavien asuunkuntien osuus, %	30	
	Yli 20 km pitkien työmatkojen osuus, %	18	
	Taajamissa asuvien osuus, %	69,3	

Maankäyttö	Rakennetun alueen osuus maapinta-alasta mukaan lukien kaivosalueet, %	2,7	Monimuotoisuuden ja luonnonvaraisen ympäristöjen heikkenemisen ehkäiseminen
	NDI	7102	

TALOUDELLISET VAIKUTUKSET			
Teema	Indikaattori	Indikaattorin arvo	Liittyminen resurssitehokkuuteen
Bruttokansantuote	Bruttokansantuote, Milj. €	4100	Alueen ja sen toimijoiden talouden ja kilpailukyvyn turvaaminen
	Bruttokansantuote asukasta kohti, €	24712	
	Eri toimialojen arvonlisäys, Milj. €	3520	
Tuotos	Eri toimialojen tuotos, Milj. €	7516	

SOSIAALIS-KULTTUURISET VAIKUTUKSET			
Teema	Indikaattori	Indikaattorin arvo	Liittyminen resurssitehokkuuteen
Väestö	Nettomuutto	287	Alueen vetovoimaisuus ja asukkaiden hyvinvoinnin parantaminen
Työllisyys	Eri toimialojen työllisyys	67989	
	Majoitus- ja ravitsemistoiminnan, liikelämän ja muiden palvelujen osuus työllisistä, %	14,5	Palveluliiketoiminnan edistäminen materiaalikeskeisen kulutuksen vähentämiseksi
	Huoltosuhte	163	Alueen asukkaiden hyvinvoinnin parantaminen
	Työttömyysaste, %	8,8	
Väestön taloudellinen hyvinvointi	Asuntokuntien käytettävissä oleva rahatulo keskimäärin asuntokuntaa kohden, €	33043	Alueen asukkaiden hyvinvoinnin parantaminen
	Velallisten asuntokuntien osuus kaikista asuntokunnista, %	51,0	
Väestön koulutus	Keski- ja korkea-asteen tutkinnon suorittaneiden osuus, %	66,2	Alueen asukkaiden hyvinvoinnin parantaminen ja tutkimuksen tukeminen
	Tutkimus- ja kehittämistoiminnan menot, Milj. €	82,2	
Luontopalvelu- ja kulttuurikohteet	Valtakunnallisesti merkittävät rakennetut kulttuuriympäristöt osuus koko maan kannasta, %	3,8	Kulutusyhteiskunnasta palveluyhteiskunnaksi

	Valtakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet osuus koko maan kannasta, %	8,3	
	Kulttuurin alueellinen saatavuus verrattuna koko maahan, %	3,4	
	Kansallispuistojen sekä Metsähallituksen retkeilyalueiden ja luontokeskusten käyntimäärien osuus koko maan vastaavien käyntimääristä, %	9,8	
Alueen vetovoimaisuus matkailukohteena	Kesämökkien suhteellinen osuus koko maan kesämökkikannasta	4,9	Alueen kilpailukyky ja palveluliiketoiminnan edistäminen
	Majoitustoiminnan tuotos, Milj. €	44	
	Majoitustoiminnan työllisyys, hlöä	623	
	Saapuneiden matkailijoiden lukumäärä, hlöä	267349	
	Yöpymisten lukumäärä, hlöä	468454	

7.3 Resurssitehokkuuden edistämiskeinot

7.3.1 Yleistä resurssien käytön tehostamiskeinoista

Vilkaana ja tuotteliaana käyvä kehitys- ja tutkimustyö resurssitehokkuuden ja kiertotalouden ympärillä luo raamit resurssien tehostamiskeinoille. Tutkimus- ja kehitystyötä tehdään monilla tasoilla lähtien globaaleista hankkeista EU:n aloitteisiin aina kunta- ja toimijatasoihin asti. Tutkimus- ja kehitystyötä tekevät myös monenlaiset erilaiset toimijat kansainvälisistä tutkimusyhteistyöverkostoista konsultointiyrityksiin. Erilaiset tutkimus- ja kehityshankkeet ovat synnyttäneet laajan joukon teemoja ja indikaattoreita resurssitehokkuuden alle. Resurssitehokkuus ja kiertotalous ovat myös muokanneet strategioita ja lainsäädäntöä niin EU-tasolla kuin kansallisella tasolla. Resurssitehokkuuden parantamiseksi laadittavaa keinovalikoimaa tarkasteltaessa on otettava huomioon nämä kansainväliset ja kansalliset strategiat ja lainsäädäntöuudistukset, kuten uusi jätelaki, mutta myös maakunnan omat strategiat ja omat erityispiirteet, jotta löydetään maakunnalle sopivat resurssientehostamiskeinot. Hankkeessa pyrittiin tunnistamaan Pohjois-Karjalalle resurssitehokkuuden kannalta heikompia toimialoja, joiden resurssien käytön intensiteetti oli huono, jossa olisi parantamisen varaa tai niiden resurssien käyttö aiheutti kuormitusta ympäristöön. Hankkeessa myös pyrittiin tunnistamaan resurssitehokkuuden kannalta sellaisia materiaalivirtoja, joiden käyttöä pystyttäisiin tehostamaan. Maakunnalle sopivimpien resurssientehostamiskeinojen tiivistäminen muutamaan päätavoitteeseen riippuu ylemmän tason tavoitteiden lisäksi myös maakunnan omista tavoitteista. Halutaanko maakunnaan olevan energiaomavarainen, vähähiilinen ja uusiutuvaan energiaan perustuva, jossa fossiiliset polttoaineet on korvattu uusiutuvilla? Tämä vähentää tuotanto- ja kulutuslähtöisiä kasvihuonekaasupäästöjä, mutta lisää maakunnan omaa metsävarojen käyttöä ja mahdollisesti investointeihin kuluvaan materiaalien käyttöä. Vai halutaanko maakunnassa vähentää neitseellisten maa-ainesten ottoa? Tällöin uusiomaarakentamista eli rakennusjätteiden, sivukivien ja tuhkien hyötykäyttöä tulisi edistää. Vai halutaanko maakunnassa vähentää sen omia suorina kasvihuonekaasupäästöjä? Tähän tavoitteeseen pääsemiseksi tulisi karjavaltaisen maatalouden aiheuttamia päästöjä vähentää muun muassa edistämällä maatilojen hajautettujen biokaasulaitosten syntymistä sekä opastaa vähemmän ympäristölle haittoja aiheuttavaan ruokintaan. Resurssit ovat hyvin moninaisia, joten myös niiden käytön tehostamiskeinojen kirjo on laaja.

Pohjois-Karjalan maakuntaohjelma toteuttaa maakuntasuunnitelmaa lyhyemmällä neljän vuoden aikajaksolla (Varis, 2014). Maakuntaohjelma kokoaa maakuntaan kansalliselta ja Euroopan unionin tasolta tulevat strategiat ja ohjelmat yhdistäen ne maakunnan kannalta relevantteihin ja valikoituihin painopisteisiin ja nostaen tästä kokonaisuudesta kehittämisen painopisteet maakunnalle. Painopisteet ovat yhteinen tahdonilmaus siitä, mitkä ovat maakunnan mahdollisuudet ja tarpeet luoda Pohjois-Karjalaan työtä hyvinvointia ja elinvoimaa. Ne ovat valikoituneet pitkäjänteisinä prosesseina, joissa on tunnistettu kehittämistarpeet sekä niihin käytettävissä olevat resurssit. Eurooppa 2020- strategian painopisteet ovat älykäs, kestävä ja osallistava kasvu. Strategiaa noudattaen Pohjois-Karjalan maakuntaohjelman POKAT 2017 kärjet ovat älykäs erikoistuminen - älykäs kasvu, öljyvapaa maakunta - kestävä kasvu sekä elinikäinen osallisuus - osallistava kasvu. Näiden kärkien mukaisesti Pohjois-Karjalassa panostetaan valikoituihin tuotannollisiin aloihin. Erityisesti haetaan yritysten ja osaamisen kansainvälisen tason kilpailukykyä. Voimistuvan biotalouden ja ilmastonmuutoksen huomioimisen odotetaan antavan hyvät mahdollisuudet Pohjois-Karjalassa resurssiviisaaseen toimintaan. Fossiilisista öljyistä vapaa maakunta on otettu yhdeksi päätavoitteista. Maakunnan ikääntyvän väestörakenteen katsotaan olevan alueelle paitsi haaste, mutta myös mahdollisuus. Maakuntasuunnitelman mukaan aktivoimalla eri-ikäisiä ihmisiä pyritään maakunta koettavan kaikenikäisten kotimaakuntana (Varis 2014).

Yleisiä resurssitehokkuuden tehostamiskeinoja raaka-aineiden kokonaiskäytölle, talouden ja tuotantotoiminnan aiheuttamille ympäristövaikutuksille, taloudellisille vaikutuksille sekä sosiaalis-kulttuurisille vaikutuksille on kerätty taulukkoon 24. Resurssitehokkuuden tehostamiskeinot on jaoteltu niin resurssitehokkuuden kokonaisindikaattoreiden kuin eri vaikutusten alle sekä teemoittain. Useimmat keinot kuitenkin vaikuttavat moneen asiaan yhtäaikaaisesti. Esimerkiksi teolliset symbioosit, jossa toisen jäte on toisen raaka-aine, voivat edistää sekä kokonaisresurssitehokkuutta, vähentää jätteen syntyä ja ympäristövaikutuksia sekä parantavaa toimijan tuotosta. Kiertotaloutta noudattavassa yhteiskunnassa luonnonvarojen ja materiaalien hukkaaminen ja jätteen syntyminen on minimoitu. Kiertotaloudessa raaka-aineet kiertävät, uusiutumattomia luonnonvaroja korvataan uusiutuvilla ja tuotteet ovat sellaisia, että ne voidaan kierrättää tai käyttää uudelleen. Ruoka, asuminen ja liikkuminen on monissa yhteyksissä tunnistettu tärkeimmiksi kulutuksen ympäristövaikutuksia aiheuttaviksi tekijöiksi, ja haitallisia vaikutuksia pienennettäessä näihin osa-alueisiin kannattaa keskittyä (Mattinen ym. 2014a). Jätteen muuntaminen resurssiksi on osa kierron sulkemista kiertotalousjärjestelmissä. Euroopan lainsäädännössä asetetut tavoitteet ovat olleet keskeisiä tekijöitä jätehuollon parantamisessa; niillä vauhditetaan innovointia kierrätyksessä ja uudelleenkäytössä, rajoitetaan sijoittamista kaatopaikoille, vähennetään resurssien hävikkiä ja luodaan kannustimia käyttäytymisen muutoksille. Euroopan unioni on tehnyt poliittisen sitoumuksen, jonka mukaan vähennetään jätteen syntymistä, kierrätetään jäte siten, että siitä tulee raaka-aineiden merkittävä ja luotettava lähde, rajoitetaan jätteen hyödyntäminen energiana kierrätettäväksi kelpaamattomiin materiaaleihin ja lopetetaan jätteen sijoittaminen kaatopaikoille käytännöllisesti katsoen kokonaan. Viemällä jätepolitiikkaa eteenpäin saavutetaan merkittäviä etuja kasvulle ja työllisyydelle suhteellisen alhaisin kustannuksin tai ilman kustannuksia ja edistetään samalla ympäristön tilan parantamista (European Commission 2014).

Taulukko 24. Yleisiä resurssitehokkuuden tehostamiskeinoja raaka-aineiden käytölle, talouden ja tuotantotoiminnan aiheuttamille ympäristövaikutuksille, taloudellisille vaikutuksille sekä sosiaalis-kulttuurisille vaikutuksille.

ALUEELLISEN RESURSSITEHOKKUUDEN KOKONAISINDIKAATTORIT	
Raaka-aineiden käyttö/BKT, kg/€	<p>Kiertotalous (tehokas kierto ja jätteen synnyn ehkäisy)</p> <p>Teolliset symbioosit (toisen jäte tai sivuvirta toisen raaka-aine)</p> <p>Tuotesuunnittelussa huomio tuotteiden kierrätettävyyteen ja muunneltavuuteen</p> <p>End of Waste – menettely helpottamaan kierrätystä</p> <p>Luomumaatalous – viljelykierto vähentää lannoitusta ja kemikaaleja</p> <p>Kriittisten raaka-aineiden (harvinaiset metallit) kierrätys</p>
Raaka-aineiden kulutus/asukas, kg/asukas	<p>Palveluliiketoiminnan edistäminen - materiaalikeskeinen kulutus vähenemään</p> <p>Tuote palveluna "lainatalous"</p> <p>Kotitalouksien välinen jakamistalous</p> <p>Kasvisperäisten elintarvikkeiden käyttö</p>

YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET	
Teemat	Resurssitehostamiskeinot
KHK-päästöt	Fossiilisten polttoaineiden käytön vähentäminen
Happamoituminen	Uusiutuvien energianlähteiden käyttö
Muu kuormitus ilmaan	Energiatehokkuuden parantaminen
Ilman laatu	Rakennusten lämmitysenergian ja sähkön kulutus
Rehevöityminen	Kiinteistöjen käyttöasteen tehostaminen
Muu kuormitus vesiin	Infrastruktuurin yllä- ja kunnossapidon energiankulutus
Jätteiden kierrätys, mädätys, kompostointi ja poltto	Lannan mädätys/käsittely (energia, lannoitteet)
Ongelmajätteet	Mädätys biokaasuksi vähentää lannan ammoniakkipäästöjä
Paikalliset luonnonvarat	Sivutuotteiden ja jätteiden hyötykäytön edistäminen
Energia	Maa-ainesten hyötykäytön edistäminen
Liikenne	Rakennus- ja purkujätteen kierrätyksen edistäminen
Maankäyttö	Rakentamisen suunnittelussa purkamisvaihe huomioon: helposti purettavia, lajiteltavia ja kierrätettäviä
	Muovi- ja elektroniikkajätteen kierrätyksen kehittäminen
	Yhdyskuntien sekajätteen käsittelyssä kierrätyksen suosiminen ennen polttoa
	Muovin ja puun kierrätyksen suosiminen kierrätyspolttoaineiden valmistuksen sijaan
	Haja-asutusalueiden jätehuollon kehittäminen ja neuvonta
	Kuluttajien pakkaus- ja kierrätysmateriaalien keräykseen toimittamisen parantaminen ja neuvonta
	Jätteiden energiahyötykäytön lisääminen

	<p>Biohajoavien jätteiden käsittelyn kehittäminen ja neuvonta</p> <p>Biohajoavan jätteen mädätys, jalostus biopolttoaineiksi (biokaasua, lannoitetta, kompostointi)</p> <p>Metsien puuvarantojen säilyttäminen</p> <p>Luonnontilaisten alueiden säilyttäminen</p> <p>Asuinalueiden tiivistäminen</p> <p>Korjaus- ja täydennysrakentamisen edistäminen</p> <p>Materiaalien käytön huomioiminen maankäytön suunnittelussa</p> <p>Palvelujen helppo ja tehokas saavutettavuus</p> <p>Arkiliikkumisen määrän tehostaminen</p> <p>Joukkoliikenteen käyttöasteen lisääminen</p>
--	---

TALOUDELLISET VAIKUTUKSET	
Teema	Resurssientehostamiskeinot
Bruttokansantuote	Talousjärjestelmään oikeita kannustimia tuottajille ja kuluttajille
Tuotos	<p>Suuremmat markkinat resurssitehokkaille tuotteille ja palveluille</p> <p>Paikallisten tuotteiden ja raaka-aineiden käytön suosiminen ja venyttäminen</p> <p>Tuotteiden jalostusarvon nosto ilman fyysisten raaka-aineiden käytön lisäystä</p> <p>Tuotteiden arvonlisäyksen nosto käyttämällä vähemmän välituotteisiin</p> <p>Teolliset symbioosit ja yhteistyöverkostot</p>

SOSIAALIS-KULTTUURISET VAIKUTUKSET	
Teema	Resurssientehostamiskeinot
Väestö	Yrittäjyyden ja työllistämisen tukeminen kiertotalouden ympärille
Työllisyys	Palveluyrittäjyyden tukeminen
Väestön taloudellinen hyvinvointi	Lähiruoan tuotannon ja saannin edistäminen
Luontopalvelu- ja kulttuurikohteet	Oman maakunnan tuotteiden käyttäminen
Alueen vetovoimaisuus matkailukoh- teena	<p>Luonto- ja kulttuurikohteiden käytön lisääminen kuluttamisen sijaan</p> <p>Ekotehokkaiden matkailuyrittäjien tukeminen ja ekotehokkaan matkailun suosiminen</p> <p>Matkailu- ja elämyspalveluyrittäjyyden tukeminen</p>

7.3.2 Energiantuotanto

Kasvihuonekaasujen päästön hillintään sekä uusiutuvien energianlähteiden käyttöön fossiilisten polttoaineiden sijaan Pohjois-Karjalassa on jo selkeät suuntaviivat muun muassa POKAT 2017-maakuntaohjelmassa (Varis 2014), Pohjois-Karjalan ilmasto- ja energiaohjelmassa (Lohilahti ja Pitkänen 2011) sekä Itä-Suomen bioenergiaohjelmassa (Itä-Suomi uusiutuu 2011). Ilmastovaikutukset ja kasvihuonekaasupäästöt eivät kuitenkaan rajoitu vain yhden kunnan alueelle. Valtioneuvosto edellyttää maakuntia ja kaupunkiseutuja laatimaan omat ilmasto- ja energiastrategiansa sekä niiden toteutusohjelmat valtakunnallisen ilmasto- ja energiastrategian pohjalta. Fossiilisista öljyistä vapaa maakunta on otettu tavoitteiksi kaikissa Pohjois-Karjalaa koskevissa ohjelmissa (Lohilahti ja Pitkänen 2011). Ohjelmien mukaan puu- ja kasviperäisten polttoaineiden saatavuus ja hinta sekä turpeen asema lämmön ja sähkön tuotannossa tulevaisuudessa määrittävät maakunnan energiasektorin kasvihuonekaasupäästöjä (Varis, 2014). Ennen kaikkea metsäbioenergian käytön eri muodoissaan ja biojätteen mädätyksen biokaasuksi oletetaan kasvavan tulevaisuudessa.

Uusiin energiamuotoihin siirtyminen vaatii kuitenkin aina investointeja. Resurssitehokkuuden näkökulmasta kannattavinta olisikin ensisijaisesti tukea niiden energiamuotojen käyttöönottoa, jotka eivät vaadi suuria investointeja vaan voivat hyödyntää jo olemassa olevaa rakennuskantaa ja olemassa olevia laitoksia. Laitosten tuotantopotentiaalin kasvattamisen lisäksi tähän kuuluvat muun muassa olemassa olevien raskasta polttoöljyä käyttävien lämpökeskusten ja kaupunkivoimalaitosten muuntaminen esimerkiksi metsähaketta käyttäviksi pienen kokoluokan lämmön ja -sähkön yhteistuotantolaitoksiksi eli niin sanotuiksi pien-CHP-laitoksiksi tai bioöljyllä toimiviksi laitoksiksi.

Hajautetulla energiantuotannolla on monia merkittäviä työllisyyttä, omavaraisuutta, huoltovarmuutta ja energiankulutushuippuja tasaavia vaikutuksia. Energiantuotannon päästöjen vähentämistä tulisikin nopeuttaa lisäämällä rakennuksiin uusiutuviin, paikallisiin energianlähteisiin perustuvaa energiantuotantoa esimerkiksi maalämpöä, aurinko- tai tuulisähköä. Hajautettu sähköntuotanto syrjäyttää markkinoilta yleensä erillislauhdetuotantoa, joka aiheuttaa suurimmat kasvihuonekaasupäästöt ja jonka muuttuvat kustannukset ovat suurimmat. Tuotantomuotona hajautettu tuotanto on keskitettyä tuotantoa tukevaa ja parantaa osaltaan energiaomavaraisuutta ja huoltovarmuutta (Lohilahti ja Pitkänen 2011). Hajautetun tuotannon yhteydessä hyödynnetään keskitettyjen järjestelmien kautta luontaisesti tapahtuvaa kulutushuippujen tasaantumista. Yksi keskeisimmistä energia-alan ongelmista on huippukuormituksen aikainen tuotantokapasiteetin riittävyys. Sähkön- ja kaukolämmön yhteistuotannon kilpailukyky muihin lämmitysmuotoihin verrattuna tulee varmistaa, mikä tukee kaukolämmön käyttöä ja CHP-tuotannon edellytyksiä. Suurien voimalaitosten lisäksi tulisi kasvattaa eri kokoluokan pien-CHP-laitosten osuutta sähkön- ja lämmöntuotannossa. Pien-CHP-laitokset voivat korvata niin raskasta polttoöljyä käyttäviä kaupunkivoimalaitoksia kuin pienempiä lämpökeskuksia julkisten rakennusten ja rivi- ja kerrostaloyhtiöiden yhteydessä. Nykyisten lämpölaitosten muuttaminen yhdistetyn lämmön- ja sähköntuotannon laitoksiksi lisää osaltaan paikallisen uudistuvan metsähakkeen nykyistä käyttöä.

Liikenteen polttoaineita tuottavien laitteistojen pilotoiminen ja vahva käyttöönotto alueellisissa lämpölaitoksissa ja esimerkiksi suurimmilla maatiloilla on ilmasto- ja energiaohjelman mukaisten tavoitteita eteenpäin vievä suunta (Lohilahti ja Pitkänen 2011). Kunnat ovat keskeisessä asemassa liikennebiokaasun käyttöönotossa. Tarvittavaa teknologisen infrastruktuurin muutosta ei voida käynnistää ilman kuntien aktiivista panosta. Liikenne on vaikein raakaöljyn käyttöalue korvattavaksi uusiutuvilla energiamuodoilla. Metaanin käyttöönotto on helpointa silloin, kun useilla ajoneuvoilla on oma yhteinen polttoainehuolto kuten esimerkiksi paikallisbussiyhtiöillä. Muita ensikäyttäjiksi sopivia tahoja ovat sellaiset, joilla on useampia paikallisliikenteessä käytettäviä ajoneuvoja tai työkoneita. Näitä ovat muun muassa kunnat, jäteyritykset, posti, poliisi, taksit ja elintarviketeollisuus. Kun näiden tahojen toteuttamat tankkauspaikat saatetaan myös yksityisten käyttöön, saadaan alkusysäys laajemman kysynnän ja tarjonnan synnylle (Lampinen 2003).

Biokaasu liikennepolttoaineena on 100-prosenttisesti uusiutuvaa ja sillä voidaan korvata fossiilisia polttoaineita. Jäteperäistä liikennebiokaasua voidaan valmistaa kaatopaikkakaasusta, jätevesilietteestä, biojätteestä, lannasta ja muusta orgaanisesta jätteestä. Biokaasun tuotanto ja sen käyttö ajoneuvopolttoaineena on erittäin kustannustehokas tapa vähentää kasvihuonekaasupäästöjä. Liikennebiokaasu vähentää öljyriippuvuutta ja kasvihuonekaasupäästöjä. Alueellisella uusiutuvan liikennepolttoaineen tuotannolla ja käytöllä voitaisiin luoda uusia paikallisia liiketoimintamahdollisuuksia ja parantaa aluetaloutta.

Koska biokaasu on halvempaa kuin fossiiliset polttoaineet, julkisen kulutuksen ryhmät, kuten kunnat, voisivat hyötyä sen käytöstä omissa ajoneuvoissaan (Lampinen 2009).

Uudet teknologiset ratkaisut mahdollistavat jatkossa myös yksityistalouksien valjastamisen energian tuottajiksi. Biokaasu on tutkimuksissa osoitettu parhaaksi bioenergiamuodoksi elinkaarenaikaisten kasvihuonekaasupäästöjen osalta. Fossiilisten polttoaineiden korvaamisen lisäksi biokaasun valmistuksessa käytettävän lannan sisältämä metaani muuttuu hiilidioksidiksi, joka on 20–60 kertaa metaania heikompi kasvihuonekaasu. Biokaasua kerätään tällä hetkellä Joensuun Kontiosuon kaatopaikalta ja Joensuun Kuhasalon jätevedenpuhdistamon lietteistä. Biokaasua on hyödynnetty lämmöksi ja sähköksi näissä kohteissa vuositasolla noin 14 GWh. Lisäksi Kiteen Biokymppi tuottaa tällä hetkellä sähköä noin 2,6 GWh ja lämpöä noin 3,2 GWh eli yhteensä noin 6 GWh vuodessa (Lohilahti ja Pitkänen 2011).

7.3.3 Maatalous

Pohjois-Karjalassa ei ole yhtään maatilan hajautettua biokaasulaitosta, vaikka Pohjois-Karjala on karjalautaloustalouden maakunta. Pohjois-Karjalan suurista kasvihuonekaasuista suurin osa aiheutui maataloudesta. Monet maatalouden kasvihuonekaasupäästöjen vähentämismahdollisuuksista liittyy bioenergian lisääntyvään käyttöön. Uusien teknologioiden ja viljelymenetelmien omaksumista sekä maatalouden monipuolistamista on tarpeen tukea. Ilmastonmuutoksen negatiivisia vaikutuksia maaperään voidaan pienentää kehittämällä viljelytapoja. Esimerkiksi ravinteiden huuhtoutumista maaperästä voidaan estää monivuotisten kasvien viljelyllä, peltojen talviaikaisella kasvipeitteisyydellä, kerääjäkasveilla sekä suojavyöhykkeillä. Maan rakennetta voidaan parantaa kyntämällä oljet maahan, keventämällä muokkausta ja suorakylvöllä. Peltoenergian tuotannolla voidaan korvata fossiilisten polttoaineiden käyttöä.

Maatalous aiheuttaa huomattavan osan Suomen kasvihuonekaasupäästöistä ja rehevöitymistä edistävistä typpi- ja fosforipäästöistä. Kasvihuonekaasuista merkittävin on karjan tuottama metaani. Karjan tuottamaa metaania voidaan vähentää useilla keinoilla, mm. ruokinnalla, jalostuksella ja pidentämällä karjan käyttöikä (Huhtanen ja Ramin 2012). Lanta ja sen käsittely ovat toinen merkittävä maatalouden päästölähde. Kotieläintuotannon yksiköt ovat paitsi kasvaneet myös vahvasti keskittyneitä, minkä vuoksi myös lannan sijoittuminen on epätasaista. Tällöin lähialueella ei usein ole riittävästi peltoja, joille lannan voisi levittää. Toisaalta alueilla joilla peltoja on, ei usein ole riittävästi lantaa levitettäväksi, ja joudutaan turvautumaan mineraalilannoitteisiin. Lannan kuljettaminen on usein kallista, joten sitä ei kannata kuljettaa pitkiä matkoja. Parantamalla lannan lannoitusominaisuuksia voidaan lannan kuljettaminen tehdä entistä kannattavammaksi. Parantamalla lannoitteen typpi/fosfori-suhdetta, lisäämällä liukoisen typen osuutta ja separoimalla lannasta kuiva-aine voidaan edistää lannan kuljetuksen kannattavuutta (Luostarinen ym. 2011).

Lantaa voidaan hyödyntää myös biokaasutuksessa ja hyödyntää mädätysjäätös lannoitteena. Lanta on erinomainen mädätykseen sopiva jätevirta, sillä mädätykseen parhaiten sopivat jätteet ovat sellaisia, joille ei pääsääntöisesti löydy muuta kierrätysmahdollisuutta kuin lannoitusainekäyttö. Jätteiden kompostointiin verrattuna mädätys on parempi ratkaisu suurten jätemäärien käsittelyssä, koska kompostoinnissa kulutetaan energiaa ilmastukseen ja sekoitukseen ja osa ravinteista karkaa. Mädättämällä lanta biokaasuksi voidaan tuottaa sähkö- ja lämpöenergiaa maatilan omiin tarpeisiin. Oma energiantuotanto lisäksi vähentää riippuvuutta uusiutumattomista energialähteistä. Lannan käsittelyn päästöt voidaan lähes kokonaan poistaa biokaasuteknologialla. Tällöin paitsi estetään metaanin pääsy ilmakehään, myös muunnetaan energiakäytön yhteydessä metaani huomattavasti heikommaksi kasvihuonekaasuksi hiilidioksidiksi. Tämän vuoksi tällaisen biokaasun elinkaaren aikaiset kasvihuonekaasupäästöt liikennekäytössä ovat peräti negatiiviset ja bensiiniin verrattuna päästövähennys on jopa 200 %. Eläinsuojelusyypit kuitenkin asettavat rajoituksia. Käytännössä lietelanta saadaan hyvin talteen navetoista, mutta ei laitumilta. Tämän teknologian käyttö ei saa johtaa laiduntamisen vähentämiseen. Se on eräs biokaasun kestävyyden ehto, vaikka kotieläinten hyvinvointi ei perinteisiin kestävyyden määritelmiin sisällykään (Lampinen 2009).

Maatalousmaiden typpioksiduulipäästöt ovat vaikein ongelma. Niiden pääsyyntä ovat kemialliset typpilannoitteet. Ongelma vähenee biokaasureaktorista saatavan orgaanisen lannoitteen eli mädätysjäätöksen avulla. Biokaasureaktorissa mädätettävän resurssin koko lannoitearvo, mukaan lukien typpi, säilyy energiakäytöstä huolimatta ja on lähes hajuttomana mädätysjäätöksenä käytettävissä. Kaikkien muiden hyötyjen ohella se siis myös vähentää lannan suoran levityksen aiheuttamia sosiaalisia haittoja.

Ilmastonmuutoksen negatiivisia vaikutuksia maaperään voidaan pienentää kehittämällä viljelytapoja. Esimerkiksi ravinteiden huuhtoutumista maaperästä voidaan estää monivuotisten kasvien viljelyllä, peltojen talviaikaisella kasvipeitteisyydellä, kerääjäkasveilla sekä suojavyöhykkeillä. Peltoenergian tuotannolla voidaan korvata fossiilisten polttoaineiden käyttöä. Maatalouden kasvinviljelyn resurssitehokkuutta voidaan lisätä ja samalla vähentää sen ympäristövaikutuksia täsmälannoittamalla kasvin tarpeen mukaan ja myös viljelyalan ravinnepitoisuus huomioiden. Myös luomuviljelyn avulla voidaan vähentää kemiallisten torjunta-aineiden käyttöä.

Ottaen huomioon EU:n 2020 tavoitteet ja Suomen velvoitteet lisätä uusiutuvan energian käyttöä, hajautettujen ja olemassa olevien energialähteiden hyödyntäminen olisi tärkeää. Nykyisin kotieläintuotannossa syntyvästä bioenergiasta vain pieni murto-osa tulee hyödynnetyksi, koska tuotanto ei ole kannattavaa kuin erityistapauksissa (Pyykkönen ym. 2013). Lisäksi nykyiset investointituet eivät riitä kattamaan kustannuksia, vaan tarvitaan politiikan muutosta ja todennäköisesti myös uusia instrumentteja, kuten esimerkiksi lisäämällä pienet maatilakokoluokan laitokset sähkön takuuhinnan piiriin (Pyykkönen ym. 2013). Maatilat omistavat useimmat uusiutuvan energian resursseista, mutta olisi erittäin tärkeää saada näitä resursseja markkinoille. Energiatohokkuuden lisääminen pelkästään maatilojen omavaraisuudella on jo itsessään resurssientehostamiskeino, mutta energiantuotannon tuloista voisi myös tulla yksi maataloussektorin tulonlähteistä. Sähkön tuotannossa metaanilla voidaan saavuttaa korkeampi hyötysuhde kuin millään nestemäisellä tai kiinteällä polttoaineella. Sähköä ja lämpöä tulisi tuottaa ainakin maatalouden tai muiden tuotantolaitosten omavaraisuuden verran, mutta myös sähkön yliomavaraisuutta olisi tavoiteltava muun muassa sähköntuotannon kriisivalmiussyistä. Karjatalousvaltaiseen maatalouden siirtyminen muun muassa korkeiden kasvihuonekaasupäästöjen aiheuttajasta tuottavaksi resurssien lähteeksi vaatii kuitenkin monenlaisia poliittisia toimenpiteitä. Maatilojen hajautettujen biokaasulaitosten, joko yhden maatilain tai muutaman maatilain yhteisen, syntyminen edistämällä voitaisiin saavuttaa useita etuja. Biokaasua voidaan tuottaa jätelähteiden luona, joten tuotanto on luonnollisesti hajautettua, mutta biokaasumetaania voidaan siirtää maakaasuputkiston kautta tai säiliöissä. Sähkön tuotannossa metaanilla voidaan saavuttaa korkeampi hyötysuhde kuin millään nestemäisellä tai kiinteällä polttoaineella. Julkisen talouden kannalta metaanin tuotantopotentiaali kannattaisi hyödyntää, koska sen avulla voidaan parantaa kauppatasetta, luoda työpaikkoja, parantaa energiaomavaraisuutta, vähentää kriisihäviöitä sekä päästöjen aiheuttamia terveys- ja ympäristöongelmia (Lampinen 2003).

7.3.4 Ruokatalous

Ruokatalous on yksi EU:n resurssitehokkuuden painopistealueista. Ruokatalous on globaali ongelma, jonka oletetaan vielä kasvavan väestön määrän lisääntyessä sekä kulutuksen siirtyessä väestömäärältään suuriin maihin. Tulevaisuudessa ihmiskunnan suurimmat haasteet ovat noin 9-10 miljardin ihmisen ruokatarpeen tyydyttäminen vuoteen 2050 mennessä ja samalla estää ilmastonmuutoksen eteneminen. Molempiin haasteisiin tulisi vastata samanaikaisesti vähentäen niiden vaikutuksia ekosysteemipalveluihin. Teollisuusmainen maatalous on haitallista sekä ihmisille, eläimille että koko maapallolle (UNEP 2010). Kotieläintuotanto tuottaa enemmän kasvihuonekaasupäästöjä kuin liikenne. Se myös kuluttaa eniten vettä ja aiheuttaa maaperän eroosiota. Teollisuusmainen karjatalous on yksi vakavimmista ympäristöongelmista (Steinfeld ym. 2006). Kestävä maatalous edellyttää maltillisempaa lihan kulutusta ja inhimillisempiä ja kestäviä tuotantomenetelmiä (CIWF 2008). Kestävä karjankasvatus edellyttää rajoitusten luomista teollisuusmaisen tuotannon laajenemisen estämiseen (Steinfeld ym. 2006). Vaikka teollisuusmainen karjankasvatus ei olekaan Pohjois-Karjalan suurimpia luonnonvarojen kuluttajia, karjatalousvaltainen maatalous aiheutti suurimmat suorat kasvihuonepäästöt Pohjois-Karjalassakin. Siten myös täällä ruoka- ja karjatalous ovat tärkeitä resurssien tehostamisen ja ympäristövaikutusten vähentämisen suhteen. Maatalousneuvonnassa tulisikin panostaa ennen kaikkea karjatalouden toimijoiden neuvontaan ja kannustamiseen lannan käsittelyyn ja mädätykseen pellolle levittämisen sijaan.

Siirtymällä entistä enemmän kasvispitoisempaan ruokavalioon voidaan saavuttaa huomattavia ympäristöhyötyjä. Lihan- ja maidonkulutuksen vähentämisellä voidaan vähentää karjan määrää, ja siten myös niiden aiheuttamia päästöjä. Tällä hetkellä suuri osa kasvintuotannosta menee lihakarjan tuotantoon, ja lihan tuotantoon vaadittava pinta-ala on moninkertainen kasvisruokavalioon nähden. Lisäksi karjantuotanto edistää huomattavasti enemmän ilmastonmuutosta ja happamoitumista kasviruokaan nähden, sillä karjan ruuansulatuksen tuottama metaani ja lannan ammoniakkipäästöt ovat suuria. Poh-

jois-Karjala on huomattavan lihakarjavaltaisen, mikä osaltaan kasvattaa Pohjois-Karjalan hiilijalanjälkeä. Ruokatuotannon energiatehokkuuden jatkuva heikkeneminen on eräs nykyisen kehityksen lieveilmiö, jota voidaan osittain parantaa. Perinteisessä maataloudessa tuotetun ruoan energiasisältö oli 10-30-kertainen teollisuusmaisen ruoan tuotantoon tarvittavaan energiapanokseen verrattuna. Modernissa maataloudessa tuo suhdeluku on kasvintuotannossakin alle 10 ja karjataloudessa vain 0,05-0,4, Lihansyönin osuuden kasvu siis alentaa merkittävästi ruoantuotannon energiatehokkuutta. Lisäksi karjataloudessa vaaditaan 5-50-kertainen maankäyttö verrattuna saman ruokaenergiamäärän tuotantoon kasvinviljelyn keinoin (Lampinen 2009).

Ravitsemistoiminta kuluttaa Pohjois-Karjalassakin paljon julkisia resursseja. Ruokahävikin pienentämisellä, kasvisruoan sekä lähiruoan suosimisella voidaan saavuttaa edellä mainittuja etuja myös maakunnan tasolla. Ruokahävikin pienentäminen ja ruoan kulutuksen järjeistäminen pienentäminen auttaa myös kotitalouksien ruokaan liittyvien menojen vähenemistä sekä resurssihukkaa koko ruokaketjussa. Kasvisruoan suosimisella voi myös olla positiivisia terveysvaikutuksia ja sen myötä myös positiivisia vaikutuksia julkisen terveydenhuollon resursseihin. Suosimalla niin yksityisessä kulutuksessa kuin julkisissa hankinnoissa Pohjois-Karjalassa tuotettua lähiruokaa voidaan edesauttaa paikallisten ruoantuottajien kilpailukykyä sekä pitää rahan kierrossa omissa maakunnassa.

7.3.5 Jätehuolto ja kierrätys

Jätehuollon toimintaympäristö on muutoksessa. Jätelainsäädännön kokonaisuudistuksen myötä jätteen tuottajille ja jätehuollon toimijoille on asetettu uusia vaatimuksia ja tavoitteita (Finlex 2015b). Jätteen sijoittamista kaatopaikoille rajoitetaan kasvihuonekaasujen syntymisen sekä mahdollisten ympäristö- ja terveysriskien vuoksi. Lisäksi kaatopaikkasijoittamisen sijaan voidaan säästää luonnonvaroja kun uusien tuotteiden valmistamisessa voidaan käyttää raaka-aineena kierrätysmateriaaleja. Muutosta alueelliseen jätehuoltoon ovat viime vuosina tuoneet kuntien jätehuoltoyhteistyön tiivistyminen ja yhdyskuntajätekaatopaikkojen vähentyminen. Jäteveron nousun myötä yritysten jätemaksut ovat kasvaneet. Teollisuuden jätemääriin ja jätehuoltoon ovat vaikuttaneet myös tuotannossa tapahtuneet, taloudellisten suhdanteiden ja teknologioiden muutokset. Kun hyödyntämisen ja kierrätyksen tavoitetasot ovat jääneet saavuttamatta, ovat paineet jätteiden hyödyntämiseen lisääntyneet. Yhdyskuntajätteen kierrätystä ei ole onnistuttu viime vuosina tehostamaan merkittävästi. Yhdyskuntajätteen kierrätysaste on jo pitkään pysynyt Suomessa 30 %:n tuntumassa (Moliis ym. 2009). Kulutuksen ympäristövaikutukset ovat kasvussa, vaikka tuotteiden energia- ja materiaalitehokkuus onkin monilta osin parantunut. Kulutuksen ympäristövaikutukset kytkeytyvät moniin laajempiin kehityskulkuihin kuten elämäntapojen ja yhdyskuntarakenteen muutoksiin. Tuotekehitys ei riitä kompensoimaan volyymiltaan kasvavan kulutuksen vaikutuksia. Lisäksi yhä suurempi osa suomalaisten ostamista kulutustavaroista valmistetaan ulkomailla, ja tuonnin piilovirtojen osuus luonnonvarojen käytöstä on kasvanut merkittävästi (Kautto ym. 2006).

EU:n jätedirektiivin ja kansallisen jätesuunnitelman tavoite on nostaa kierrätysaste 50 prosenttiin vuoteen 2016 mennessä. Jätelain tavoitteeksi on asetettu ”tukea kestävästä kehityksestä edistämällä luonnonvarojen järkevää käyttöä sekä ehkäisemällä ja torjumalla jätteistä aiheutuvaa vaaraa ja haittaa terveydelle ja ympäristölle”. Kestävästä kehityksestä edistävää luonnonvarojen järkevää käyttöä lienee laajalti hyväksytty ja varsin yleinen tavoite. Nykyisen jätėsääntelyn ensisijaisena tavoitteena onkin pidettävä EY:n jätedirektiivissä ilmaistun hierarkian toteuttamista eli jätteen synnyn ehkäisyn ensisijaisuutta verrattuna jätteen hyödyntämiseen (materiaalina tai energiana) ja turvalliseen loppukäsittelyyn (Kautto ym. 2006).

Pohjois-Karjalassa syntyy maa- ja vesirakentamisen sekä kaivuutoiminnan seurauksena suuri määrä ylijäämämaa-aineksia ja sivukiveä. Mineraalivirrat ovat painavimpia ja hallitsevimpia jäteviroja ja määrällisesti niiden uusiokäytöllä saataisiin suurin muutos kierrätysprosentteihin. Erilaiset teollisuuden tuottamat kaatopaikkajätteet ovat ylipäänsä määrällisesti suuria potentiaalisia kierrätysmateriaalilähteitä, sillä valtakunnallisista jätemääristä 3 % on yhdyskuntajätteitä ja loput teollisuuden jätteitä. Uuden kaatopaikka-asetuksen tavoitteena on vähentää jätteen aiheuttamia kasvihuonekaasupäästöjä ja kaatopaikkojen vesistökuormitusta sekä edistää luonnonvarojen säästävää käyttöä. Biohajoavan ja muun orgaanisen jätteen sijoittamista kaatopaikalle rajoitetaan 2016 alkaen. Rajoitukset koskevat yli 10 prosenttia orgaanista ainesta sisältävää jätettä. Valtakunnallisen jätesuunnitelman ja Itä-Suomen alueellisen jätesuunnitelman mukaisesti yhdyskuntajätteistä hyödynnetään energiana noin 30 % (Lohilahti ja Pitkänen 2011). Biohajoava ja muu orgaaninen jäte kannattaa ensisijaisesti mädättää tai jalostaa biopoltoaineiksi,

jolloin saadaan talteen biokaasua energiaksi. Tuotetulla biokaasulla voidaan korvata fossiilisia polttoaineita. Kompostointi on toimiva mädätetyn tavaran jälkikäsittelymenetelmä. Jätteiden energiakäytössä olisi myös otettava huomioon uuden jätelainsäädännön etusijajärjestys. Kierrätyspoltoaineiden valmistuksen sijaan siihen käytettävien energiajakeiden materiaalit voitaisiin todennäköisesti kierrättää helposti. Yhdyskuntien sekajätteen käsittely tulisi polton sijaan olla ensisijaisesti kierrätystä, mikäli raaka-aineille on ottajia, sillä ratkaisu jäteongelmiin ei ole jätteenpolto vaan kiertotalous. Jätteiden poltossa puolestaan myös menetetään biokaasun tuotannon lannoitusarvo, aiheutetaan vaikeita ilmansuojeluongelmia, energian tuoton hyötysuhde on alhainen ja tuotettu energia ei ole yhtä arvokasta kuin esimerkiksi biokaasu liikennepolttoaineena (Lampinen 2003, Lampinen 2012a, Lampinen 2012b, Lampinen ja Laakkonen 2010).

Jätteisiin liittyvien kierrätyspotentiaalien ja lisäliiketoimintapotentiaalien arviointi pitää sisällään sen oletuksen, että niille löytyy markkinat eli joku on valmis maksamaan tai ottamaan vastaan materiaalit ja valmistamaan niistä uusiomateriaaleja. Perinteisesti jätehuollon prosessit ovat olleet sellaisia, että jätteiden käsittelystä on maksettava, koska niillä ei ole markkina-arvoa tai jätteiden kaatopaikkasijoituksesta maksettava korvaus on pienempi kuin kierrätykseen ja prosessointiin kuluvat menot. Uuden jätelainsäädännön etusijajärjestys kuitenkin sitoo ammattimaisia toimijoita kuten jätteen tuottajia, käsittelijöitä ja kerääjiä sekä kunnallisia toimijoita. Kierrätyksen ja resurssien käytön tehostamiseksi tulisi yhteistyöverkostoja kehittää ja tukea uusiomaarakentamisen lisäksi myös kierrätyksen osalta. Kierrätyksen ja uusiokäytön toimialalla on vielä runsaasti kehittämismahdollisuuksia (Työ- ja elinkeinoministeriö 2013). Jotta kiertotalouteen saadaan lisää vauhtia, tarvitaan systeemistä muutosta, jossa jätehuoltoyritysten lisäksi teollisuuden, palveluntuottajien ja kuluttajien valinnoilla on ratkaiseva merkitys. Yritykset ja kuluttajat ovat keskeisiä toimijoita siirtymisessä kohti resurssitehokasta taloutta. Arvoketjun alku- ja loppuvaiheen päätökset on liitettävä toisiinsa paremmin, jotta voidaan tarjota johdonmukaisia kannustimia tuottajien, investoijien, jakelijoiden, kuluttajien ja kierrättäjien välillä ja varmistaa kustannusten ja hyötyjen tasapuolinen jakautuminen. Markkinamekanismeja on käytettävä resurssien mahdollisimman tehokkaan jakamisen ja käytön varmistamiseksi, ja mikäli esiintyy markkinoiden häiriöitä tai innovaation pullonkauloja, näihin on puututtava. Lisäksi on kehitettävä toimivat uusiomateriaalimarkkinat. Erittäin olisi kiinnitettävä huomiota siihen, että yrittäjät pääsevät markkinoille, ja varmistettava, että työmarkkinoiden käytettävissä on tarvittava osaamis pohja. Kuluttajien olisi pystyttävä tekemään tietoisia valintoja eri tuotteiden ympäristövaikutuksia koskevan tiedon perusteella (European Commission 2014).

EU:n jätedirektiivin ja valtakunnallisen jätesuunnitelman tavoite on, että rakennus- ja purkujätteestä 70 prosenttia saadaan kierrätettyä materiaalina vuoteen 2020 mennessä, näin edistäen luonnonvarojen säästävää käyttöä. Korjausrakentaminen ja etenkin sen yhteydessä tapahtuva purkaminen tuottaa nykyisellään valtaosan talonrakentamisen jätteistä. Korjaamisessa syntyvien rakennusjätteiden määrä on lisäksi jatkuvasti kasvussa. Sekä ympäristön että kiinteistön omistajan talouden näkökulmasta turhan rakennusjätteen syntymistä korjaushankkeessa on syytä välttää. Toisaalta, jos purkamaan joudutaan, tulisi huolehtia siitä, että purkumateriaali lajitellaan ja toimitetaan asianmukaisesti kierrätykseen, jotta se voidaan jatkossa hyödyntää. Nämä ovat materiaalitehokkaan korjaamisen pääperiaatteet. Materiaalitehokkuuden näkökulmasta remontti on syytä tehdä vasta, kun korjauksen tarve on todellinen. Käyttökelpoisia ja hyväkuntoisia rakennusosia ja materiaaleja ei kannata uusia pelkästään muodin muuttumisen takia. Suunnitteluun ja rakentajien ammattitaitoon panostaminen on tärkeää. Säästävissä korjauksessa otetaan huomioon rakennusperintöarvojen säilyttäminen sekä korjausrakentamisen ympäristövaikutukset ja taloudellisuus kiinnittäen huomiota materiaali- ja energiatehokkuuteen. Työmaan materiaalitehokkuudella tarkoitetaan niitä toimenpiteitä, joilla ehkäistään materiaalihävikkiä eli vähennetään syntyvän jätteen määrää. Materiaalitehokkuuteen kuuluu myös käyttökelpoisten rakennusosien ja materiaalien vieminen rakennusmateriaalien kierrätyskeskukseen.

Uuden jätelainsäädännön vuoksi Pohjois-Karjalan haja-asutusalueiden jätehuoltoa sekä biojätteiden keräystä tai kompostointia tulisi kehittää. Kuluttajien pakkaus- ja kierrätysmateriaalien keräykseen toimittamisen parantamiseen tulisi myös kiinnittää huomiota. Jäteneuvonta on kuntien lakisääteinen tehtävä, jonka tavoitteena on muun muassa luonnonvarojen käytön vähentäminen, loppukäsittelyyn päätyvän jätteen määrän ja haitallisuuden vähentäminen sekä ihmisten arvoihin, asenteisiin ja käyttäytymistottumuksiin vaikuttaminen. Jäteneuvonnalla pyritään vaikuttamaan ihmisten asenteisiin, sillä etenkin kotitalousjätteiden syntypaikkalajittelu riippuu asukkaiden viitseliäisyydestä ja tietotasosta. Kuitenkin biojät-

teen lajittelun osalta kotona tehdyillä valinnoilla on suora yhteys syntyviin metaanipäästöjäriin (Lohilahti ja Pitkänen 2011). Kansalaisaktiivisuuttakin tarvitaan ja kestävästä elämäntavoista, materiaalien kierrosta ja energiatehokkuudesta täytyisi tulla osa jokaisen kansalaisen arkea. Hyötyjätteiden laajamittainen kierrätys onnistuu vain jos se on tehty helpoksi. Hyötyjätteiden keräyspisteitä voisi suunnitella myös kauempana palveluista ja jo olemassa olevista keräyspisteistä sijaitseville asuinalueille. Pohjois-karjalaisena esimerkkinä tällaisesta alueesta voisi olla Niittylahdenrannan asuinalue. Asuinalueen kimp-pakeräyspisteillä, joihin hyötyjätteet voisi viedä helposti kävellen, lisäisivät kierrätystä, koska kaikkien kotitalouksissa syntyvien hyötyjätteiden varastointi on monelle kynnykskysymys. Muutenkin on tarpeen kehittää jätetalouksia ja jakamistalouteen liittyviä palveluita sellaisille asuinalueille, jotka mahdollistavat kaupunkimaisen elämäntavan lähellä joukkoliikennepalveluja, mutta ovat samalla asukkaiden toiveita vastaten luonnonläheisiä ja mahdollistavat oman aktiivisen toiminnan lähiympäristössä (Lahti ja Halonen 2006).

Kiviainesala on suurin maaperän raaka-aineiden hyödyntäjä Pohjois-Karjalassa. Kiviainesten hyödyntämisessä on tärkeää huomioida ottoalueiden maisemalliset ja suojelulliset vaikutukset sekä näiden alueiden muu käyttö, mutta myös kaivuun sivuvirrat. Suurin osa kiviaineksestä käytetään maa- ja vesirakentamiseen. Talonrakennukseen käytetään n. 15 % kaikesta jalostetusta kiviaineksestä. Kiviaineksille on otettu käyttöön enenevässä määrin laatuvaatimuksia, joita säädellään EU-standardeilla ja kansallisilla määräyksillä. Tämä on jo johtanut ja johtaa enenevässä määrin kallioaineksen käyttöön. Harjuainesvarannot ovat ehtymässä monissa paikoin valtakunnan alueella kuten myös osissa Pohjois-Karjalan maakuntaa. Kalliokiviaineksen korvaava käyttö betoniteollisuudessa on perinteistä laadukasta harjuainesta kalliimpaa ja laadukkaiden betonituotteiden tuotanto kallioaineksista edellyttää joka tapauksessa harjuaineksen sekoittamista kalliomurskeeseen. Tämän vuoksi raaka-ainevarojen kestävä käyttö edellyttäisi jäljellä olevien soravarantojen käyttämistä ensisijaisesti betoniteollisuuden tarpeisiin. Kalliokiviainesten käyttöä voidaan edistää osoittamalla laadukkaita kalliokiviainesten ottopaikkoja läheltä käyttökohteita. Käyttöön otetut laatustandardit ovat myös omiaan lisäämään kallioaineksen käyttöä muun muassa tienrakennuskohteissa (Pohjois-Karjalan maakuntaliitto 2014a). Neitseellisten kalliokiviainesten käytön lisäksi myös uusiomaarakentamista pitäisi edistää. Pohjois-Karjalassa suurin raaka-aineiden otto kohdistui rakennusmineraaleihin, joita käytettiin maa- ja vesirakentamiseen sekä soran, hiekan ja saven ottoon. Pohjois-Karjalan sähkön- ja kaukolämmön yhteistuotannosta syntyy myös vuosittain suuri määrä turpeen ja puuperäisen aineksen polton lento- ja pohjatuhkaa.

Uudessa jätelaisissa on määritelty milloin aine tai esine voidaan luokitella jätteen sijaan sivutuotteeksi. Sivutuotteen määritelmä täytyy, mikäli aineen tai esineen jatkokäyttö on varmaa, ainetta tai esinettä voidaan käyttää suoraan ilman muuta kuin tavalliseksi katsottavaa teollista lisäkäsitelyä, aine tai esine syntyy olennaisena osana tuotantoprosessia ja jatkokäyttö on laillista eikä se aiheuta haitallisia kokonaisvaikutuksia ympäristölle tai ihmisten terveydelle. Laissa määritellään myös jätteeksi luokittelun päätyminen eli End Of Waste-kriteerit. Jäte lakkaa olemasta jätettä, mikäli ainetta tai esinettä käytetään yleisesti tiettyihin tarkoituksiin, aineelle tai esineelle on olemassa markkinat tai kysyntää, aine tai esine täyttää käyttötarkoitukselleen esitetyt tekniset vaatimukset ja on tuotteisiin sovellettavien olemassa olevien säännösten ja standardien mukainen ja aineen tai esineen käyttäminen ei aiheuta haitallisia kokonaisvaikutuksia ympäristölle tai ihmisten terveydelle.

Uuden jätelain mukaisesti voimalaitosten tuhkiakin voidaan luokitella jätteen sijasta sivutuotteeksi, minkä tulisi edistää tuhkien hyötykäyttöä merkittävästi. Valtioneuvoston asetuksessa eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa (ns. MARA-asetus) (591/2006) määritellään edellytykset, joiden täytyessä asetuksessa tarkoitettujen jätteiden käyttöön maa-rakentamisessa ei tarvita ympäristönsuojelulain mukaista ympäristölupaa. Asetuksen tavoitteena on edistää jätteiden hyötykäyttöä. Asetuksessa määritellään asetuksen soveltamisalaan kuuluvat jätteet sekä niiden sisältämien haitallisten aineiden pitoisuudet ja liukoisuuksien raja-arvot. MARA-asetukseen piiriin kuuluvat myös kivihiekin, turpeen ja puuperäisen aineksen polton lento- ja pohjatuhkien hyödyntäminen. Tämä koskee tapauksia jolloin jäte hyödynnetään yleisillä pysäköintialueilla, teillä ja kaduilla, urheilukentillä sekä erilaisten alueiden varastointikentillä ja teillä (Valtion ympäristöhallinto 2010c). Ilmoitusmenettelyssä jätteen laadunhallinta ja hyödyntäminen tulee järjestää ja toiminnasta ilmoitetaan ympäristönsuojelun tietojärjestelmään merkitsemistä varten asetuksen mukaisesti. Jätteen luovuttaminen ja hyödyntäminen voidaan aloittaa, kun toiminta on merkitty ympäristönsuojelun tietojärjestelmään. Näin ollen esimerkiksi puun poltosta synty-

nyttä tuhkaa voi olla mahdollista hyötykäyttää asetuksen määrittelemissä kohteissa pelkän ilmoitusmenettelyn nojalla (Finlex 2015a).

Teollisuus jo nykyisellään hyödyntää monia jätteitä ja sivuvirtoja. Esimerkiksi sellu- ja paperiteollisuuden jätteitä käytetään laitosten energiantuotannossa, ja myös useita kemikaaleja otetaan prosessissa talteen. Sellutehtailla on useita suljettuja kiertoja, kuten esimerkiksi lipeän ja kalkin kierrätys. Vastavalmilaisia toimintatapoja tulisi kehittää lisää ja entistä ennakkoluulottomammin. Teollisissa symbiooseissa yritykset tuottavat toisilleen lisäarvoa hyödyntämällä tehokkaasti toistensa sivuvirtoja, teknologiaa, osaamista tai palveluja. Toisen jäte tai tuotannon sivuvirta voi olla toisen yrityksen raaka-ainetta ja päinvastoin (Eskola ja Lempiäinen 2013). Näin kustannuseräksi koettu jäte tai tuotannon sivuvirta muuttuu rahanarvoiseksi tuotannon tekijäksi. Samalla säästetään luonnon materiaaleja, energiaa, kaatopaikkatilaa ja vähennetään haitallisia ympäristövaikutuksia. Esimerkiksi CHP-laitoksilla muodostuvaa tuhkaa voidaan hyödyntää lannoiteteollisuudessa. Teollisten symbioosien muodostumista ohjaavat paitsi taloudelliset kannustimet, mutta myös erilaiset ohjaukset. Lisäksi lupamenettelyjen nopeuttaminen ja yksinkertaistaminen edistävät teollisten symbioosien muodostumista (Eskola ja Lempiäinen 2013).

Materiaalien ekologinen hyödyntäminen edellyttää liiketoiminta-ajattelun uudistamista. Jätteet ja tällä hetkellä hyödyntämättömät sivuvirrat voivat olla raaka-aineita, joilla on arvoa. Jätteiden ja sivuvirtojen hyödyntäminen edellyttää usein toimialarajojen ylittämistä. Materiaalitehokkuuden edistämistoimenpiteitä voidaan tarkastella myös alueellisesti, mikä usein parantaa sekä yritysten että koko alueen kilpailukykyä ja ekotehokkuutta. Teollisissa symbiooseissa on valtavasti mahdollisuuksia. Vaikka joillakin toimialoilla kierrätysaste onkin jo tällä hetkellä melko korkea, edelleen merkittävää osaa teollisuuden ja palveluiden sivuvirroista ei käytetä riittävässä määrin hyödyksi. Kaatopaikoille tai polttoon päätyy sellaista materiaalia, jota voitaisiin hyödyntää materiaalina ja käyttää uudelleen. Kierrättämällä voidaan myös säästää mm. alentuneiden raaka-ainekustannusten ja jätemaksujen myötä. Suomessa on jo tällä hetkellä järjestäytyntä kierrätystoimintaa, mikä luo hyvät edellytykset symbioosien edistämiseksi (esim. Eskola ja Lempiäinen 2013, Kiertotalouden mahdollisuudet Suomelle 2014).

7.3.6 Yhdyskuntarakenne ja maankäyttö

Maanteiden liikennesuoritteiden määrä on voimakkaasti kasvanut vuodesta 2000. Joukkoliikenteen suosio Pohjois-Karjalassa on sen sijaan hiipunut muun muassa heikon palvelutason tai muiden syiden vuoksi. Tämä taas on lisännyt yksityisautoilua, jolloin joukkoliikenteen kannattavuus on käynyt yhä heikommaksi. Joensuun seudun yleiskaava pyrkii osaltaan vastaamaan kyseiseen ongelmaan. Yleiskaavan yhtenä tavoitteena onkin tukea toimenpiteitä, joilla liikenteen tarpeetonta kasvua hillitään ja kevyen liikenteen sekä joukkoliikenteen asemaa vahvistetaan. Yhdyskuntarakenteen tehokkuus, mitattiinpa sitä asukastiheydellä tai rakentamistehokkuudella, lyhentävät etäisyyksiä ja synnyttävät samalla riittävän asiakaspohjan kaupungissa tarjottaville palveluille. Tiheys lisää palvelujen kannattavuutta, tehostaa infrastruktuurin käyttöä, kuten energia- ja vesihuoltoa sekä tarjoaa myös joukkoliikenteen ja kevyen liikenteen vaihtoehtoja. Nämä merkitsevät monipuolista ja palveluvarustukseltaan runsasta asumismuotoa, mutta samalla myös yhdyskuntarakenteen resurssitehokkuuden kasvua. Asuinympäristön, liikkumisen ja palveluiden saatavuuden resurssitehokkuuden lisääminen tai sen vähenemisen hidastaminen edellyttää yhdyskuntarakenteen eheyttämistä. Tämä merkitsee sitä, että uusien rakennuspaikkojen valintaa ohjataan entistä tiukemmin eli rajoitetaan sijoittumista etäälle valmiista yhdyskuntainfrastruktuurista ja suositaan täydentävää rakentamista lähelle nykyisiä teknisiä ja sosiaalisia palveluja. Näin säästetään sekä kertaluonteisesti investointivaiheessa että jatkuvasti käytön aikana (Lahti ja Halonen 2006).

Kaavoituksella ja maankäytön suunnittelun avulla luodaan edellytyksiä kasvihuonekaasupäästöjen minimointiin. Ilmastonmuutoksen hillinnän ja asumisen näkökulmasta tärkein kysymys on, kuinka paljon rakennuskanta ja liikenne kuluttavat fossiilista energiaa ja sen myötä aiheuttavat kasvihuonekaasupäästöjä. Yhdyskuntarakenteen eheyttäminen ja lähiympäristön laatuvaatimukset, kuten toimiva joukkoliikenne, pyöräily- ja kävelymahdollisuudet ja lähipalvelut ovat tärkeitä kehittämisen kohteita vastattaessa ilmastonmuutoksen haasteisiin (Wahlgren 2009). Asuinympäristön resurssitehokkuuteen vaikuttavat voimakkaimmin asumisväljyyden muutos ja kaupungistuminen, yhdyskuntarakenteen leviäminen ja hajautuminen, kaupunkimaisten pientaloratkaisujen yleistymisnopeus ja asumistapaan liittyvien innovatiivisten ja ekotehokkaiden teknologioiden ja käytäntöjen leviäminen (Lahti ja Halonen 2006). Asumisväljyyden muutokseen on vaikea vaikuttaa kasvavan elintason ja muuttuvan elinkeinora-

kenteen olosuhteissa. Lisätulot ja varallisuus käytetään todennäköisesti myös asumistason parantamiseen. Yhdyskuntarakenteen leviämiseen ja hajautumiseen sekä kaupunkimaisten pientaloratkaisujen yleistymiseen voidaan vaikuttaa muun muassa kuntien harjoittaman maa- ja kaavoituspolitiikan kautta sekä kehittämällä entistä houkuttelevampia kaupunkimaisia pientalo- ja kortteliratkaisuja. Resurssitehokkaiden teknologioiden ja käytäntöjen leviämiseen voidaan vaikuttaa investoimalla innovatiivisia teknologioita ja niiden käyttöön ottoa edistäviin toimenpiteisiin, tiedonjakeluun, hyviä ratkaisuja edistäviin kannustimiin ja rajoituksiin (Lahti ja Halonen 2006).

Asumisen aiheuttamiin ympäristövaikutuksiin ja energiankulutukseen voidaan tehokkaimmin vaikuttaa asuntojen lämmityksen energiatehokkuutta parantamalla. Haaste on kuitenkin suuri johtuen siitä, että asumisväljyys ja asuntojen kokonaispinta-ala kasvavat koko ajan myös tulevaisuudessa. Nykykehityksen jatkuessa asumisväljyys kasvaa edelleen. Uudisrakentamisessa sovelletaan aikaisempaa energiatehokkaampia rakenneratkaisuja jo kiristyneiden rakentamismääräystenkin takia, mutta rakennuskannan keskimääräisiksi ominaisuuksiksi ne siirtyvät hitaasti. Teknologinen kehitys on jo pitkään mahdollistanut matalaenergiatalojen rakentamisen. Pienillä lisäkustannuksilla tai jopa ilman lisäkustannuksia voidaan ottaa käyttöön rakennusten energiatehokkuutta huomattavasti lisääviä ratkaisuja. Syystä tai toisesta näiden keinojen käyttöön otto on ollut kovin hidasta. Rakennusten pitkästä käyttöiästä johtuen vanhentuneiden eli energiatehokkuudeltaan alhaisten rakenneratkaisujen, teknologioiden ja käytäntöjen jatkuva soveltaminen lisää entisestään rakenteellisia esteitä energiatehokkuuden parantamiseen. Toisaalta kun rakennukset ovat entistä energiapihimpiä, niin muut vaikutukset, kuten rakennuksissa käytettävät materiaalit ja materiaalien purku tulevat olennaisiksi. Rakennusmateriaalien ja –tuotteiden valmistuksessa tulisi huomioida mahdollisten kierrätysmateriaalien käyttö uusiomateriaalien sijaan. Jo rakennusvaiheessa tulisi miettiä, kuinka tehokkaasti rakennukset saadaan purettua ja materiaalit uusiokäyttöön. Rakennus- ja purkujätteen kierrätyksen edistämisen tulisi siis alkaa jo rakennuksia suunniteltaessa.

7.3.7 Kulutusyhteiskunnasta palveluyhteiskunnaksi

Resurssitehokkuuteen liittyy vahvasti myös yhteiskunnan muutos kulutusyhteiskunnasta palveluyhteiskunnaksi. Kuluttajia tulisi kannustaa materiaalin kuluttamisen sijaan kuluttamaan enemmän palveluita, kuten siivous-, hyvinvointi-, terveys- ja sosiaalipalveluita. Palveluyritysten menestys on ratkaisevasti kiinni siitä, miten hyvin niiden tarjoamat tuotteet vastaavat kotitalouksien todellisia tarpeita. Haasteena on myös kehittää palvelusektoria niin, että palveluiden käytön esteet perheissä vähenisivät. Kotitalouksien ja perheiden hyvinvoinnin voidaan nähdä hyödyttävän koko yhteiskunnan toimintakykyä ja elämänlaatua (Varjonen ym. 2005). Pohjois-Karjalaankin kohdistuu samoja hyvinvoinnin haasteita kuin monin osin Suomea. Väestön hyvinvoinnille sekä terveys- ja sosiaalipalveluille kohdistuvia haasteita ovat muun muassa väestön ikääntyminen, sosiaali- ja terveydenhuollon kustannusten nousu, laadukkaampia ja kattavampia palveluita halutaan vähenevällä rahoituksella sekä alueelliset ja väestöryhmittäiset tasa-arvotavoitteet.

Eläkkeelle juuri siirtyneillä tai pian eläkkeelle siirtyvällä väestönosalla on kuitenkin enenemissä määrin rahaa käytettävissä hyvinvointi-, sosiaali- ja terveyspalveluihin ja asiakkaiden ostovoima kasvaa. Asiakkaiden tarve- ja kulutustottumusten muutoksiin tulisi valmistautua ja niitä pitäisi myös edistää palvelujen järjestämis- ja tuotantotapojen muutoksilla. Hyvinvointiyrittäjyydellä vähennettäisiin julkisen kulutuksen menoja sekä lisättäisiin yksityisyrittäjyyttä ja luotaisi työmahdollisuuksia. Hyvinvointiyrittäjyys voidaan määritellä yritystoiminnaksi, joka kuuluu sosiaali- ja terveydenhuoltoalalle ja käsittää eri ikä- ja väestöryhmien hoivan, huolenpidon ja hoidon. Useissa luokitteluissa sisältää kaiken julkisen sosiaali- ja terveystoimen ulkopuolella olevan kaupallisen pienyritystoiminnan ja yhdistyspohjaisen palvelutoiminnan (Hänninen 2008).

Vanhusten terveys- ja sosiaalipalveluiden lisäksi työelämässä tapahtuneet muutokset ovat asettaneet uusia haasteita perheiden arkeen. Ristimäki ym. (2012) tekemän tutkimuksen mukaan kiire ja ylityöt olivat tunnusomaisia piirteitä lapsiperheiden työyhteisöissä. Työn ja perheen ristiriitatilanteissa työ haittaa enemmän perhe-elämää kuin toisinpäin. Moni koki ansiotyön vähentäneen perheen yhteistä aikaa enemmän kuin he olisivat toivoneet. Erityisesti lapsiperheillä oli tunne, että aika ei riittänyt kaiken tarpeellisen tekemiseen. Yksi tapa lisätä käytettävissä olevaa aikaa on ostaa kotitalouspalveluja. Ristimäen ym. (2008) mukaan eniten kiinnostivat siivous-, kodin remontti- ja lastenhoitopalvelut. Erityisesti kausi-

luonteiset palvelut kuten suursiivous, ikkunoiden pesu, juhlien pitopalvelu, kodin huolto- ja korjaustyöt kiinnostivat. Lapsiperheet olivat muita kiinnostuneempia palveluista.

Vaikka suuri osa oli kiinnostunut kotitalouspalveluista, harva oli ostanut niitä. Usea koki, että hyvän ja luotettavan palveluntarjoajan löytäminen on hankalaa tai että palvelut ovat liian kalliita (Ristimäki ym. 2008). Lapsiperheiden käytettävissä oleva rahatulo on kaikista asutokunnista suhteellisesti pienin ja toisaalta heillä on eniten velkaa. Lapsiperheissä kotitalouksien menot menevät välttämättömyys- hyödykkeisiin eikä rahaa palveluiden käyttämiseen jää. Lapsiperheikäiset ovat kuitenkin yleensä juuri niitä eniten työssä kuormittuneita ja palveluiden tarpeessa olevia.

Palvelujen kysyntä on kasvanut 2000-luvulla ja kasvun arvioidaan lisääntyvän myös tulevaisuudessa. Tämän seurauksena palvelujen tukeminen tulee todennäköisesti lisääntymään myös osana organisaatioiden työn ja perheen yhteensovittamiskäytäntöjä. Työnantajien pitäisi kuitenkin olla kiinnostuneita tukemaan työntekijöiden palvelujen käyttöä. Työnantajien tukemia palvelumalleja voidaan toteuttaa monella eri tavalla riippuen siitä, millä tasolla työnantaja osallistuu palvelujen järjestämiseen ja kustannuksiin. Yksi vaihtoehto olisi esimerkiksi palveluseteli, joka toimisi jo käytössä olevan lounas- ja liikuntasetelin tavoin. Tällöin työnantaja tukisi palvelujen käyttöä taloudellisesti ja työntekijä hoitaisi palvelun organisoimisen itse. Nykyinen verotuskäytäntö ei kuitenkaan tue kotitalouspalvelujen hankkimista työntekijöille työsuhde-etuna. Palvelumallista olisi suuri hyöty myös kuntasektorilla esimerkiksi sosiaali- ja terveysalalla. Näillä naisvaltaisilla ja matalapalkkaisilla aloilla työnantajan tuki palvelujen käyttöön helpottaisi useiden työntekijöiden arjen hallintaa (Ristimäki ym. 2008).

Myös muutokset kotitalousvähennyksessä edistäisivät palvelujen käyttöä ja samalla kotitalouspalveluyrittäjyyttä ja toisi lisää työpaikkoja. Kotitalousvähennyksen omavastuun laskeminen lisäisi erityisesti pieni- ja keskituloisten kiinnostusta ja kynnystä käyttää palveluja. Myönteisten käyttökokemusten johdosta palvelujen käyttö todennäköisesti lisääntyisi myös jatkossa. Tällä tavalla palveluja käyttävien osuus veronmaksajista kasvaisi. Kotitalousvähennyksen enimmäismäärän korotus puolestaan todennäköisesti lisäisi palveluja jo käyttävien palvelujen käyttöä (Ristimäki ym. 2008).

Hyvinvointi-, sosiaali ja terveyspalvelujen käytön edistäminen edellyttää tiedon lisäämistä ja yhteistyökulttuurin edistämistä niin kuntasektorin kuin yrittäjien, työnantajien ja käyttäjien kesken. Hyvinvointi-, sosiaali- ja terveyspalveluiden käytön ja yrittäjyyden edellytyksiä ovat, että viranhaltijat hyväksyvät uudet hoitokäytännöt ja ne ovat lakisääteisesti hyväksytyä. Palveluille täytyy olla markkinat sekä kehittynyt toimintamalli. Palvelujen käytön edistämiseen tarvitaan tietoa verotuskäytännöistä, siivous- ja hoitopalvelusta, sosiaali- ja terveyspalveluista sekä palveluntarjoajista. Harvalla oli tietoa palveluntarjoajista tai siitä, mistä palveluja olisi voinut lähteä etsimään (Ristimäki ym. 2008). Kotitalouspalvelujen käytön monimutkaisuus herättää paljon kritiikkiä. Kotitalouksien toimintaa työnantajana pitäisi helpottaa, erityisesti sen vaatimaa paperityön määrää (Varjonen ym. 2005). Yrityksille ja yksityisille käyttäjille tulisi jakaa tietoa myös palveluja välittävistä toimijoista, joiden avulla on mahdollista tavoittaa ja vertailla useita tuotteistettuja palveluja. Kotitalouspalvelujen käytön kulmakivenä on luottamus sekä palveluyrityksiin että palvelutyöntekijöihin. Markkinoiden haasteena on markkinointiviestintään panostaminen, erityisesti luottamusta herättävän markkinoinnin kehittäminen. Yritykset voisivat tehdä yhteistyötä muun muassa maakunnallisten TE-keskusten kanssa. Yritysten vertailua varten tulisi kehittää arviointityökaluja, esimerkiksi sertifiointia tai laatuluokitusta (Varjonen ym. 2005).

Hyvinvointiyrityksille on jo löytynyt potentiaalia sosiaali- ja terveydenhuollon palvelukentässä, mutta silti markkinat ovat vielä kehittymättömiä. Toistaiseksi markkinat ovat nuoret ja suhteellisen pienet. Uusia yrityksiä syntyy jatkuvasti erityisesti siivous- ja remonttipalveluihin. Palvelujen tarpeettomuus, kalleus, ostovoiman puute ja toisaalta halu tehdä itse ovat nousseet tärkeimmiksi ulkoistamisen esteiksi. Markkinoilta hankittavien palvelujen on myös kilpailtava julkisen sektorin palvelutuotannon kanssa. Julkisten palvelujen käyttöä pidetään oikeutettuna, koska niiden saamiseksi on maksettu veroja. Asenteiden muutokseen ei merkitse kaikkien kotitöiden siirtymistä markkinoille. Palvelut, jotka ovat institutionalisoituneet, kuten subjektiivinen oikeus päivähoitoon tai työpaikkaruokailuun, muuttuvat nopeasti osaksi arkea. Tulevaisuus näyttää, muuttuvatko siivouspalvelut tai vanhusten hoivapalvelut osaksi arkea (Varjonen 2005).

Hyvinvointipalvelujen edistämisen lisäksi aluetalouden sekä alueen vetovoiman kannalta tärkeässä roolissa ovat myös matkailupalvelut. Luonnossa virkistäytyminen on suomalaisille yhä enemmän niin fyysisen kuin henkisen terveyden ja hyvinvoinnin ylläpitämistä ja tukemista. Vapaa-aikana tapahtuva luonnossa ulkoilu antaa voimakkaita elpymiskokemuksia ja emotionaalista hyvinvointia kiireisen arjen

keskellä. Luontoympäristöjen hyödyntäminen entistä enemmän stressin hallinnassa korostuu jatkuvasti ja niihin perustuvien hyvinvointipalvelujen kehittämiseksi on kasvava tarve (Huikuri 2014). Kuntien tulisi pyrkiä ohjaamaan yrityksiä ympäristöystävällisiin käytäntöihin ja edistämään resurssitehokasta matkailuyrittäjyyttä. Kärmeniemi ym. (2014) ovat keränneet tietoa Pohjois-Karjalan ekotehokkaista matkailuyrittäjistä. Matkailupalveluissa resurssitehokkuus sisältää muun muassa materiaalin tarpeen vähentäminen tuotteissa ja palveluissa, energiantarpeen vähentäminen tuotettaessa tuotteita ja palveluja, myrkyllisten materiaalien vähentäminen, parannettu kierrätettävyys, jätemäärän vähentäminen, maksimaalinen uusioraaka-aineiden käyttö, tuotteiden parempi kestävyys ja palvelun osuuden lisääminen tuotettaessa palveluita ja tavaroita. Matkailun resurssi- tai ekotehokkuus on tärkeä tekijä niin kunnan, yrittäjien kuin kuntalaistenkin toiminnassa. Ympäristöystävälliset yritykset houkuttelevat enemmän asiakkaita positiivisella imagollaan, koska ympäristöarvot ovat erittäin tärkeitä monelle asiakkaalle, ja ympäristöystävällisyys voi olla yksi tärkeimmistä valintaperusteista. Ympäristöystävällisiä innovaatioita käyttävillä yrityksillä onkin kilpailuetu muihin yrityksiin nähden. Edelläkävijät erottuvat positiivisesti ympäristöystävällisyytensä ansiosta. Resurssi- ja ekotehokkuus eivät rajoitu pelkästään matkailuyrittäjiin, vaan myös itse matkustajat voivat noudattaa ympäristön ja resurssien kannalta säästeliäitä käytäntöjä ja tehdä ympäristöystävällisiä valintoja. Resurssi- tai ekotehokkuus on avainasemassa kun pyritään kehittämään miellyttävä, puhdas ja kestävä ympäristö, joka antaa niin turisteille kuin paikallisille asukkaille ja yrittäjille positiivisia kokemuksia ja tyytyväisyyttä (Kärmeniemi ym. 2014).

Kansalaisilla on tärkeä rooli resurssitehokkuuden edistämässä. Kulutustottumuksia voidaan ohjalla esimerkiksi erilaisilla asetuksilla ja verotuksella, mutta lopulta kuluttajien omat kulutustottumukset vaikuttavat miten resurssitehokkuus konkretisoituu. Tästä syystä resurssitehokkuusajattelua tulisi edistää koulutuksessa ja kasvatuksessa jo varhaisessa vaiheessa. Käyttäjien kulutusvalintoihin on ja laadittu useita ohjeita, joilla resurssitehokkuutta voidaan parantaa ja ympäristövaikutuksia vähentää. Esimerkiksi suosimalla kimpakyytejä ja etätyötä lisäämällä voidaan vähentää liikenteestä aiheutuvia päästöjä ja vähentää polttoaineenkulutusta ja liikennettä. Samalla pienennetään matkustamiseen meneviä kustannuksia.

Kulutustottumukset vaikuttavat hyvin monella eri tavalla henkilön materiaalikulutukseen. Suomessa ei ole pulaa juomavedestä, mutta vastuullinen kuluttaja ajattelee etenkin lämpimän veden käytön energiakustannuksia. Kotitalouden vedenkulutuksesta yli 40 prosenttia kuluu peseytymiseen. Lyhyet suihkut, täydet pesukoneet ja nykyaikaiset, vettä säästävät kodinkoneet ovat vastuullisen kuluttajan arkipäivää. Jokainen voi omalta osaltaan vaikuttaa vedenkulutukseen. Vedenkulutus on kerrostaloissa keskimäärin suurempaa kuin rivitaloissa ja omakotitaloissa. Omakotitaloissa keskimääräinen vedenkulutus on 135 litraa asukasta kohden vuorokaudessa ja rivitaloissa 150 litraa. Vettä on helppo säästää monilla pienillä keinoilla, joista kasvaa iso puro. Kaukomatkailun sijaan kuluttaja voi valita resurssitehokkaampia ja ympäristöä säästäviä vaihtoehtoja. Kaukomatkailla kuluttaa tyypillisesti huomattavasti enemmän luonnonvaroja kuin kotimaanmatkailla. Liikenteessä henkilöauton käyttö polkupyörän tai joukkoliikenteen sijaan edistää erityisesti ilmastonmuutosta. Jokapäiväiset kulutusvalinnat suosien esimerkiksi laadukkaita, pitkäkestoisia tuotteita ja välttämällä tarpeettomia ostopäätöksiä vähentävät yksittäisen kuluttajan aiheuttamaa ekologista jalanjälkeä. Jakamistalous ja kulutustavaroiden uudelleenikäyttö ovat myös pitkälti kuluttajien asenteesta kiinni, ja toistaiseksi nämä eivät ole jakamistalous ei ole Suomessa saanut suurta suosiota muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta. Second-hand-markkinat ovat kuitenkin tasaisesti kasvaneet erityisesti uusien nettihuutokauppojen myötä (Kiertotalouden mahdollisuudet...2014). Jakamistalouden edistäminen hyötyisi muutoksesta kuluttajien asenteissa ja kehittyvästä logistiikasta ja digitalisaatiosta (Kiertotalouden mahdollisuudet...2014).

8 Resurssientehostamispolku ja tapaustutkimus

8.1 Resurssientehostamispolku

Pohjois-Karjalassa on jo strategiatasolla hyvin vahvasti varauduttu etenkin Euroopan unionin asettamiin ja kansallisiin ilmastotavoitteisiin. Fossiilisista öljyistä vapaa maakunta on otettu tavoitteiksi niin PO-KAT 2017-maakuntaohjelmassa (Varis 2014) kuin Pohjois-Karjalan ilmasto ja energiaohjelmassa (Lohilahti ja Pitkänen 2011) sekä Itä-Suomen bioenergiaohjelmassa (Itä-Suomi uusiutuu 2011). Pohjois-Karjalan maakunnan konkreettisessa sitoumuksessa "Heipat fossiiliselle öljylle" tavoitteeksi on asetettu päästä kokonaan eroon fossiilisen öljyn käytöstä. Lämmitysenergian lähteenä fossiilista öljyä ei enää käytetä vuoden 2020 jälkeen, liikenteen polttoaineena fossiilinen öljy korvautuu vaihtoehtoisilla uusiutuville energialähteillä vuoteen 2030 mennessä. Pohjois-Karjalan ilmasto- ja energiaohjelmassa esitetään, miten Euroopan unionin ja kansalliset ilmastotavoitteet toteutetaan alueellisesti. Ohjelman yleistavoitteena on, että kasvihuonekaasupäästöjä on vähennetty EU:n 20 %:n ilmastotavoitteita enemmän vuoteen 2020 mennessä. Kasvihuonekaasujen vähentämistavoitteet tulisi saavuttaa Pohjois-Karjalan ilmasto- ja energiaohjelmassa esitettyjen toimialakohtaisten tavoitteiden ja toimenpide-ehdotusten avulla. Pohjois-Karjalassa myös toteutettiin Pohjois-Karjalan liikennebiokaasuverkoston kehityshanke, jonka tavoitteena oli luoda edellytykset vähintään kahdelle liikennebiokaasun tuotantopaikalle ja vähintään neljälle tankkauspaikalle, biokaasuautojen käyttöön ottamiselle sekä verkoston laajenemiselle maakunnassa ja maakunnan ulkopuolella. Hanke ei kuitenkaan johtanut liikennebiokaasun tuotantoon.

Näiden Pohjois-Karjalan strategioiden ideoimana hankkeessa päätettiin kokeilla niin sanottua resurssientehostamispolkua, jossa testattiin ohjelmissa asetettujen energia- ja polttoaineidenkäyttötavoitteiden vaikutuksia. Näiden lisäksi resurssientehostamispolkuun valittiin toimenpiteitä hankkeessa saatujen raaka-aineintensiteeteiltään heikoimpien toimialojen raaka-ainekäytön tehostamiseksi sekä julkisen kulutuksen raaka-ainekäytön vähentämiseksi. Resurssientehostamispolussa ei voitu ottaa uusien energiamuotojen käyttöönoton vaatimia investointeja huomioon, koska niiden kysynnän ja siitä aiheutuvan raaka-ainekäytön ja ympäristövaikutusten jakautumista eri toimialoille ei hankkeen puitteissa pystytty määrittelemään.

Resurssientehostamispolussa oli mukana energianhuoltoon ja Pohjois-Karjalan ilmasto- ja energiaohjelmaan liittyvistä toimenpiteistä raskaan polttoöljyn korvaaminen energiantuotannossa, turpeen käytön vähentäminen, pyrolyysiöljyn tuotanto, metsähaketta käyttävät pien-CHP-laitokset, muiden uusiutuvien polttoaineiden käytön lisääminen, kaukolämmön ja -kylmän jakelupalveluiden tehostaminen, biokaasulaitokset, kotitalouksien sähkönkulutuksen pienentäminen erilaisilla lämpöpumpuilla, tuulivoiman käyttöönotto sekä liikennebiokaasulaitokset. Näiden lisäksi yksityisautoilun päästöjen oletettiin vähenevän sekä edistämällä joukkoliikennettä että biokaasulla toimivien autojen määrää. Jätteestä resurssiksi teeman alle sopivat niin maatalojen hajautetut biokaasulaitokset kuin maa-ainesten kierrätys, vaikka etenkin maatalouden hajautetuilla biokaasulaitoksilla voidaan vähentää niin metaani- kuin ammoniakkipäästöjä kuin ravinteiden huuhtoutumista, tuottaa tehostettua lannoitetta ja energiaa niin maatalouden kuin omaan käyttöön. Julkisen kulutuksen menoja pyrittiin vähentämään paperittomien palveluiden kehittämisellä ja hävikin vähentämisellä, julkisen palvelujen käyttämien ravitsemispalveluiden ruokahävikin vähentämisellä, kasvisruoan ja oman alueen tuotannon suosimisella. Alueen oman tuotannon ja kasvisruoan suosimiseen ruokataloudessa ja ruokahävikin vähentämisen ulotettiin koskemaan myös kotitalouksia.

Pohjois-Karjalan ilmasto- ja energiaohjelman mukaiset tavoitteet eri energialajien kulutukselle, jotka otettiin resurssientehostamispolun tavoitteiksi, on esitetty taulukossa 25. Niiden saavuttamiseksi vaativia toimenpiteitä ja investointeja muun muassa eri kokoluokan pien-CHP-laitoksiin ja biokaasulaitoksiin etsittiin kirjallisuudesta. Biokaasulaitoksen esimerkkinä käytettiin muun muassa Kiteen Biokymppi Oy:n tuotantotietoja. Biokymppi Oy saa käsitellä vuositasolla 19 000 tonnia jätteitä, joista se tuottaa vuosittain noin 1 000 000 m³ metaaniksi muutettua biokaasua. Biokymppin vuosituotanto täyden kapasiteetin tilanteessa mahdollistaa noin 8,5 GWh lämpö- ja sähköenergian myynnin (Varis 2014). Liikennebiokaasun tuotannossa oletettiin Pohjois-Karjalan liikennebiokaasuverkoston kehityshankkeen ja bio-

kaasuvaltatie-6:n mukaisten visioiden toteutumisen, joiden tavoitteena olisi 3 liikennebiokaasulaitosta ja jakeluasemaa Kiteelle, Kontiolahteen ja Nurmekseen.

Taulukko 25. Paikallisesti, uusiutuvasti ja vietävän tehokkaasti – Pohjois-Karjalan ilmasto ja energiaohjelman tavoitteet eri energialajien käytölle vuodelle 2020.

Energiälaji	Tilanne 2010	Tavoitteet 2020		Muutos GWh
	Tuotanto GWh	Tuotanto GWh	Vientiin GWh	
Puunjalostusteollisuuden jätehiemet	2743	2500		-243
Teollisuuden puutähteet	1144	1500		356
Metsähake	926	1500		574
Polttopuu	981	720	80	-181
Pelletti	13	150	550	687
Nestemäiset biopolttoaineet (lämmitys/liikenne)	15	100	400	485
Peltobiomassat	0	50		50
Turve	567	400		-167
Biokaasu	10	100		90
Jäte	29	150		121
Lämpöpumput	82	400		318
Tuulivoima	0	150		150
Raskas polttoöljy (lämmitys)	374	0		-374
Kevyt polttoöljy (lämmitys)	31	0		-31
Muut fossiiliset polttoaineet (lämmitys)	1	0		-1
Aurinkoenergia	0,4	20		20
Vesivoima	670	1000		330
Fossiiliset polttoaineet (liikenne)	1789	1400		-389
Sähkön tuonti	962	0		-962

Tuulivoimapuistojen mahdollisuudet selvitettiin muun muassa maakuntakaavasta. Pohjois-Karjalassa ei ole toistaiseksi tuulivoimatuotantoa isossa mittakaavassa. Sen sijaan alustavia eri toimijoiden tekemiä suunnitelmia teollisen mittakaavan tuulivoimapuistoista on ollut vireillä muun muassa Ilomantsin, Juuan ja Lieksan suunnalla. Pohjois-Karjalan ilmasto- ja energiaohjelmassa on asetettu tavoitteeksi tuottaa tuulivoimalla 150 GWh energiaa vuonna 2020. Käytännössä tavoite tarkoittaa noin 20–25 kpl suuren kokoluokan tuulivoimalan rakentamista maakuntaan. Pohjois-Karjalan maakuntakaavan mukaan maakunnallisilla tuulivoimapuistoilla tarkoitetaan lähtökohtaisesti vähintään kahdeksan (8) suuren kokoluokan voimalan ($a \geq 2$ MW) muodostamia tuulivoimala-alueita. Kuitenkin luonnon- ja kulttuuriympäristön kannalta arvokkaiden alueiden välittömässä läheisyydessä sekä kokonaisuutena Keski-Karjalan seutukunnan alueella maakunnallisilla tuulivoimapuistoilla tarkoitetaan jo vähintään viiden (5) suuren kokoluokan voimalan ($a \geq 2$ MW) muodostamia tuulivoimala-alueita. Tuulivoimapuistojen määrän selvittämiseen tavoitteiden mukaiseen tuotantomäärään käytettiin tuulivoiman tuotantotilastoja. Turkian ja Holttisen (2011) tuulivoiman tuotantotilastojen mukaan koko vuoden toiminnassa olleiden laitosten keskimääräinen huipunkäyttöaika oli noin 2 120 tuntia vuodessa sisältäen suuriakin laitoskohtaisia eroja. Uudet korkeat MW-laitokset tuottavat selvästi paremmin kuin 90-luvun alkupuolella rakennetut tuulivoimalaitokset. Paras laitos ylsi 3 970 h/a huipunkäyttöaikaan. Tuulivoimalaitosten tekninen käytettävyyden vuonna 2011 oli 88,5 %. Maaseudun hajautettujen biokaasulaitosten tuotantomäärien selvittämiseen käytettiin Lannan kestävä hyödyntäminen-hankkeessa käytettyjä tyyppitiloja (taulukko 26) (Luostarinen ym. 2011.)

Pohjois-Karjalassa julkisen kulutuksen raaka-ainekäyttö oli erittäin suurta neljällä toimialalla; julkinen hallinto ja sosiaalivakuutus, maa- ja vesirakentaminen, terveys- ja sosiaalipalvelut sekä koulutus.

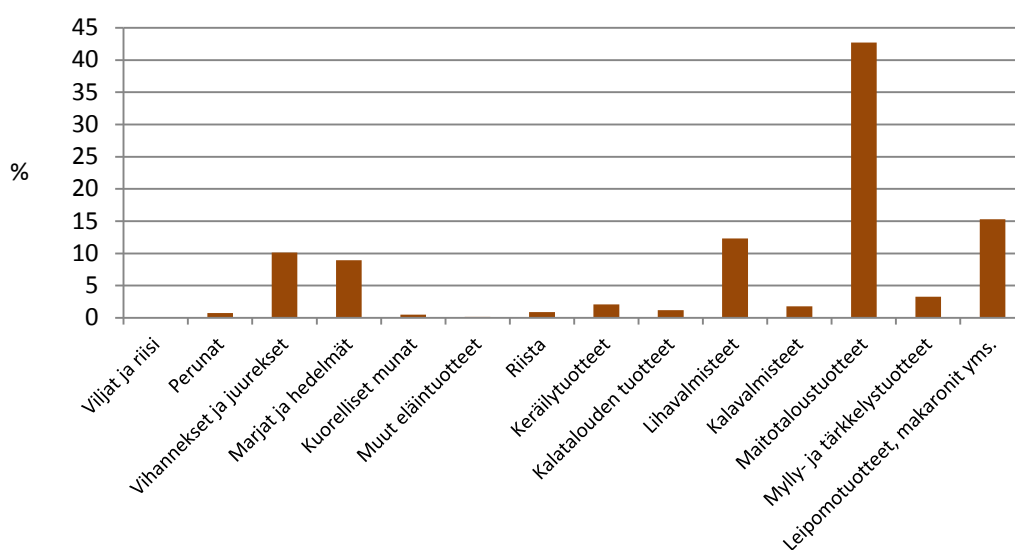
Maa- ja vesirakentamisen raaka-ainekäyttöä pyrittiin pienentämään maa-ainesten kierrätystä edistämällä. Julkisten palveluiden oletettiin myös vähitellen siirtymään liikennebiokaasun käyttöön. Muita julkisten palveluiden raaka-ainekäyttöä vähentäviä toimenpiteitä olivat julkisten palveluiden käyttämien ravitsemuspalveluiden ruokahävikin vähentäminen, kasvisruoan suosiminen sekä maakunnan omien tuotteiden suosiminen. Paperihävikin pienentäminen ja paperittomien palveluiden edistäminen olivat myös yksi keino julkisten palveluiden raaka-ainekäytön pienentämiseksi.

Taulukko 26. Lannan kestävä hyödyntäminen-hankkeen MTT-tyyppitilat, joita käytetty resurssientehostamispolun maaseudun hajautettujen biokaasulaitosten raaka-aineiden käytön ja tuotannon selvittämiseksi.

	Lihasikatila	Maito/nautatila	5 lihasikatilan kokonaisuus	5 nautatilan kokonaisuus
Eläimiä	1500	125	7500	625
Lantaa per eläin, m ³ /vuosi	2	24	2	24
Lantaa yhteensä, m ³ /vuosi	3000	3000	15000	15000
Nestejäte, m ³ /vuosi	2760	2490	2760	2490
Peltoa, ha	45	45	225	225
Raakaliete/ha	66,7	66,7	66,7	66,7
Typpi kg/m ³	2,9	2,1	2,9	2,1
Fosfori kg/m ³	0,9	0,6	0,9	0,6
Raaka-aine lietelanta, tonnia/vuosi	3000	3000	15000	15000
Raaka-aine säilörehu, tonnia/vuosi	300	300	1000	1000
Käsittely	Biokaasulaitos	Biokaasulaitos	Biokaasulaitos	Biokaasulaitos
Metaanituotantopotentiaali säilörehu, m ³ /vuosi	320	200	1600	1000
Metaanituotantopotentiaali lietelanta, m ³ /vuosi	350	350	1750	1750
Energiasäilöntö, MWh/vuosi	620	615	2510	2490
Lämpöenergiankulutus, MWh/vuosi	53,9	53,9	210	210
Sähköenergiankulutus, MWh/vuosi	61	61,5	176	174
Energiankulutuksen osuus energiasäilöstä, %	19	19	15	19
Lopputuotteet				
tTP/v	3300	3000	16000	15000
Ntot, tonnia/vuosi	15,3	10,5	73	52,5
NH ₄ -N, tonnia/vuosi	11,5	7,56	61,1	37,8
Ptot, tonnia/vuosi	2,95	1,8	14,3	9
Bruttoenergia, MWh/vuosi	357	408	1524	1747
Nettoenergia, MWh/vuosi	314	359	1341	1537
Lämpöenergia, MWh/vuosi	163	187	778	892
Sähkö, MWh/vuosi	132	151	563	646
Liukoista typpeä käsittelyjäännöksessä, tonnia/vuosi	5	3	23	17
Fosforia käsittelyjäännöksessä, tonnia/vuosi	2	3	11	14
Typen arvo	4548	3340	22740	16700
Fosforin arvo	4288	3024	21440	15120
Tulo lannoitteista	8836	6364	44180	31820

Silvennoisen ym. (2012) mukaan Suomen koko väestöä kuvaava kotitalouksien vältettävissä oleva ruokahävikki oli vuositasolla 23 kg henkilöä kohti ja 83 kg taloutta kohti vuodessa. Suurin osa poisheitettävistä oli nopeasti pilaantuvaa tuoretavaraa sekä ruoanlaitosta ja ruokailusta ylijäänyttä ruokaa. Vihanneksia heitettiin pois 19 %, perunoita 6 %, maitotuotteita 17 %, leipä- ja muita viljatuotteita 13 %, hedelmiä ja marjoja 13 %, lihaa, kalaa ja kananmunia 7 % sekä valmisruokia 6 % (kuva 70). Ravitse-

muspalveluissa suhteellisesti eniten ruokahävikkiä syntyi päiväkodeissa, vanhustentaloissa ja sairaaloissa. Vähiten hävikkiä syntyi pikaruokapaikoissa. Suurin ruokahävikin syy oli tarjontatapana käytetty ruoan ottaminen linjastosta itse, mihin vaikuttaa sekä lainsäädäntö että ruokamäärän menekin ennustamisen vaikeus. Ruoan kokonaishävikki oli päiväkodeissa 27 %, vanhainkodeissa, lastenkodeissa ja sairaaloissa 26 %, henkilöstö- ja opiskelijaravintoloissa 24 %, kouluissa ja oppilaitoksissa 18 %, anniskeluravintoloissa, hotelleissa, kahviloissa ja huoltoasemilla 19 % sekä pikaruokapaikoissa 9 % (Silvennoinen ym. 2012). Hankkeessa arvioitiin myös Suomen vähittäis- ja tukkukauppojen ruokahävikki. Tämä oli noin 65-75 miljoonaa kiloa vuodessa eli 12-14 kiloa henkilöä kohti. Eniten hävikkiä aiheuttivat tuoretuotteet, hedelmät, vihannekset ja leipä. Hankkeessa tarkastelluilla elintarviketeollisuuden toimialoilla ruokahävikkiä syntyy noin 3 % koko tuotannosta. Osa elintarviketeollisuuden ihmisravinnoksi kelpaavasta ruokahävikistä päätyi jätteeksi, mutta osa edelleen hyötykäyttöön muun muassa eläinten rehuna tai biokaasunvalmistukseen ja kompostointiin. Maitotaloustuotteiden valmistuksen hävikki oli kiloina liha- ja valmisruokateollisuutta sekä leipomotuotteiden valmistusta suurempi, mutta prosentuaalisesti 3 % tuotannon volyymista. Liha- ja valmisruokateollisuuden hävikki oli noin 2-2,5 % ja leipomotuotteiden valmistuksen hävikki 6,5-8 % (Silvennoinen ym. 2012).



Kuva 70. Kotitalouksien ruokahävikin prosentuaalinen jakautuminen eri tuoteryhmiin.

8.1.2 Resurssientehostamispolun askeleet

Resurssientehostamispolku sisältää 3 askelta, joissa kussakin pyritään parantamaan resurssitehokkuutta, korvaamalla tuotteita vähemmän haitallisilla tai saavuttamaan muun muassa edellä mainitut energia- ja polttoaineiden käyttötavoitteet. Taulukossa 27 on kuvattu kunkin resurssien käytön tehostamistoimenpiteen alla, mitä toimenpide sisältää ja mihin kussakin askeleessa pyritään. Resurssientehostamispolun askeleissa käytetyt arvot on saatu edellä mainituista ilmasto- ja energiaohjelman tavoitteista sekä kirjallisuudesta.

Taulukko 27. Resurssientehostamispolku ja sen resurssientehostamisaskeleet.

	Resurssientehostamisaskel 1	Resurssientehostamisaskel 2	Resurssientehostamisaskel 3
Energiantuotanto raskaan polttoöljyn korvaaminen			
	Korvataan energianhuollossa, paperin, paperi- ja kartonkituotteiden valmistuksessa, muussa kiinteistötoiminnassa, koulutuksessa, terveys- ja sosiaalipalveluissa, julkisessa hallinnossa ja sosiaalivakuutuksessa sekä asuntojen vuokrauksessa		
	Korvataan raskaan polttoöljyn käyttö lämmityksessä ja pienkäyttö sekä kocsin käyttö		
	Korvataan raskaan ja kevyen polttoöljyn käyttö lämmityksessä ja pienkäyttö sekä kocsin käyttö		
Raskaan polttoöljyn käytön vähentäminen, GWh	350	408	408
Kevyen polttoöljyn käytön vähentäminen, GWh			306
Kocsin vähentyminen, GWh		0,6	0,6
Turpeen käytön vähentäminen			
	80% 2020 vähennystavoitteen energianhuollossa	2020 vähennystavoite täytetty energianhuollossa	Vähennystavoite ylitetty ja käytön vähentäminen myös muussa kiinteistötoiminnassa, koulutuksessa, terveys- ja sosiaalipalveluissa, julkisessa hallinnossa ja sosiaalivakuutuksessa, asuntojen vuokrauksessa ja maataloudessa
Turpeen käyttö, GWh	437,7	400,0	338,5
Pyrolyysiöljyn tuotanto			
	Lähtötavoite täytetty	Tuotantoa suurennettu 20%	Tuotantoa suurennettu omaan käyttöön
Pyrolyysiöljy Pohjois-Karjalan käyttöön, GWh	3	3,6	12
Pyrolyysiöljy vientiin, GWh	207	248	248
Metsähakkeen kulutus, Milj. kg	111	134	138
Metsähaketta käyttävät pien-CHP-laitokset			
	1 suurempi pien-CHP laitos ja 10 pientä	2 suurempaa pien-CHP laitosta ja 15 pientä	2 suurempaa pien-CHP laitosta ja 30 pientä
Pien-CHP polttoaineteho 150 kW			
Lämpöenergiaa, GWh	4,8	6,7	9,5
Sähköenergiaa, GWh	1,8	2,7	12,9
Metsähakkeen kulutus, Milj. kg	6,5	9,7	19,4
Pien-CHP polttoaineteho 10 MW			
Lämpöenergiaa, GWh	32,2	64,3	64,3
Sähköenergiaa, GWh	7,6	15,1	15,1
Metsähakkeen kulutus, Milj. kg	36,9	73,9	73,9

Muiden uusiutuvien polttoaineiden käytön lisääminen

	50 % tavoite 2020	75 % tavoite 2020	100 % tavoite 2020
Puupelletit ja -briketit	75	112,5	150
Puupelletit ja -briketit vientiin	200	300	400
Metsähake	210	243	325
Teollisuuden puutähteet	178	267	356

Kaukolämmön ja -kylmän jakelupalvelut

	Kaukolämmön tuotannon lisääminen verkkohävikkiä pienentämällä	Kaukolämmön tuotannon lisääminen verkkohävikkiä pienentämällä ja verkkoa laajentamalla	Kaukolämmön tuotannon lisääminen verkkohävikkiä pienentämällä ja verkkoa laajentamalla
Kaukolämmön tuotannon lisäys	4 %	8 %	15 %

Biokaasulaitokset

	26% 2020 tavoitteesta 2 uutta biokaasulaitosta	42% 2020 tavoitteesta biokaasulaitosten kapasiteettia nostettu	2020 tavoite täytetty biokaasulaitosten kapasiteettia nostettu
Jätteen vastaanotto, Milj. kg	38	76	237,5
Lämpöenergian tuotanto, GWh	9	18	56,25
Sähkön tuotanto, GWh	7	14	43,75
Lannoitteiden tuotanto, Milj. kg	20	40	125

Maatilojen hajautetut biokaasulaitokset

Biokaasulaitokseen siirtyneet tilat	10 yhden nautatilan tilaa	20 yhden nautatilan tilaa	50 yhden nautatilan tilaa
	5 viiden nautatilan kokonaisuutta	15 viiden nautatilan kokonaisuutta	20 viiden nautatilan kokonaisuutta
	3 sikatilaa	5 sikatilaa	10 sikatilaa
	1 viiden sikatilan kokonaisuus	1 viiden sikatilan kokonaisuus	1 viiden sikatilan kokonaisuus
Sähköenergiaa, GWh	5,70	13,93	22,35
Lämpöenergiaa, GWh	7,60	18,71	29,60
Säilörehun kulutus lannan lisäksi, Milj. kg	9,90	23,50	39,00
Lannoitemäärä, Milj. kg	0,27	0,64	1,01
Tulo lannoitteista, Milj. €	0,29	0,69	1,09

Kotitalouksien sähkönkulutuksen pienentäminen erilaisilla lämpöpumpuilla

	Säästö lämpöpumpun ansiosta GWh/vuosi	Säästö lämpöpumpun ansiosta GWh/vuosi	Säästö lämpöpumpun ansiosta GWh/vuosi
Uudet pientalot 286 kpl	1,9	2,2	2,9
Uudet vapaa-ajanasunnot 246 kpl	0,3	0,6	0,9
Vanhat sähkölämmitteiset pientalot 20516 kpl	11,9	23,8	47,6
Yhteensä	14,1	26,5	51,4

Tuulivoima

	Puolet tavoitteesta 2020 75 GWh/vuosi	Koko tavoite 2020 150GWh/vuosi	Lisätään tuotantoa 225 GWh/vuosi
16 MW tuulivoimapuistoja (8x2MW)	2	4	6
10 MW tuulivoimapuistoja (5x2MW)	1	2	3
Sähkön tuotto keskimääräisellä kapasiteettikertoimella 0,22	81	162	243

Maa-ainesten kierrätys

	Helposti korvattava 1332 Milj. kg/vuosi	Vähän vaikeammin korvattava 812 Milj. kg/vuosi	Vaikeammin korvattava 449 Milj. kg/vuosi
Seulottua soraa betoni-, kipsi- ja sementtituotteisiin maa- ja vesirakentamisesta	558		
Maa- ja vesirakentamiseen korvattavat maa-ainekset	1125	904	462
Sora, hiekka, murske korvattavat maa-ainekset	1191	1045	

Liikennebiokaasu

Liikennebiokaasun tuotanto	1 liikennebiokaasua tuottava laitos ja jakeluasema	3 liikennebiokaasua tuottavaa laitosta ja jakeluasemaa	Laitosten kapasiteettia lisätty
Energiantuotanto, GWh	50	150	250
Raaka-aineen kulutus, Milj. kg	50	150	250
Linja-autoliikenne	50 GWh (n. 125 linja-auton vuosikulutus)	50% (n. 210 linja-auton vuosikulutus)	50% (n. 300 linja-auton vuosikulutus)
Dieselöljy, kuorma- ja linja-autot	12,34 GWh (3%)	18,48 GWh (5%)	30,81 GWh (8%)
Julkisten palveluiden posti- ja kuriiritoiminnan, julkisen hallinnon, terveys- ja sosiaalipalveluiden siirtyminen liikennebiokaasuun			
Moottoribensiini, henkilöautot posti ja kuriiri		0,114 GWh (0,02%)	0,114 GWh (0,02%)
Dieselöljy, henkilö- ja pakettiautot posti ja kuriiri		0,114 GWh (0,02%)	0,114 GWh (0,02%)
Moottoribensiini, henkilöautot		1,12 GWh (0,2%)	1,41 GWh (0,27%)
Dieselöljy, henkilö- ja pakettiautot		0,71 GWh (0,2%)	0,89 GWh (0,27 %)

Yksityisautoilun päästöjen vähentäminen

	Joukkoliikenteen käyttö ja kimppekyyti lisääntyy 10%	Joukkoliikenteen käyttö ja kimppekyyti lisääntyy 20% ja liikennebiokaasun käyttö poltto-aineena lisääntyy	Joukkoliikenteen käyttö ja kimppekyyti lisääntyy 20% ja liikennebiokaasun käyttö poltto-aineena lisääntyy
Moottoribensiini, henkilöautot	Vähenee 5%	Vähenee 10%	Vähenee 10%
Dieselöljy, henkilö- ja pakettiautot	Vähenee 5%	Vähenee 10%	Vähenee 10%
Liikennebiokaasu, GWh		15	50
Moottoribensiini, henkilöautot vähentyminen liikennebiokaasun ansiosta		0,29 GWh (0,06%)	0,18 (0,06%)
Dieselöljy, henkilö- ja pakettiautot vähentyminen liikennebiokaasun ansiosta		0,97 GWh (0,18%)	0,61 (0,02%)

Paperittomien palveluiden kehittäminen ja hävikin vähentäminen

	Paperi-, kartonki- ja pahvituotteiden vähennys	Paperi-, kartonki- ja pahvituotteiden vähennys	Paperi-, kartonki- ja pahvituotteiden vähennys
Hallinto- ja tukipalvelutoiminta	20 %	30 %	50 %
Julkinen hallinto ja sosiaalivakuutus	20 %	30 %	50 %
Koulutus	10 %	20 %	30 %
Terveys- ja sosiaalipalvelut	10 %	20 %	40 %

Ruokatalous ja ruokahävikin vähentäminen

	20% vähennys maksimihävikkiin	40% vähennys maksimihävikkiin	60% vähennys maksimihävikkiin
Hallinto- ja tukipalvelutoiminta hävikki 20%	0,04	0,08	0,12
Julkinen hallinto ja sosiaalivakuutus hävikki 20%	0,04	0,08	0,12
Koulutus hävikki 20%	0,04	0,08	0,12
Terveys- ja sosiaalipalvelut hävikki 26%	0,052	0,104	0,156
Majoitus hävikki 19%	0,038	0,076	0,114
Ravitsemistoiminta hävikki 19%	0,038	0,076	0,114
Kotitalouksien kulutusmenot hävikki 3,98 Milj.kg	Hävikki jaettu eri tuoretuotteille	Hävikki jaettu eri tuoretuotteille	Hävikki jaettu eri tuoretuotteille

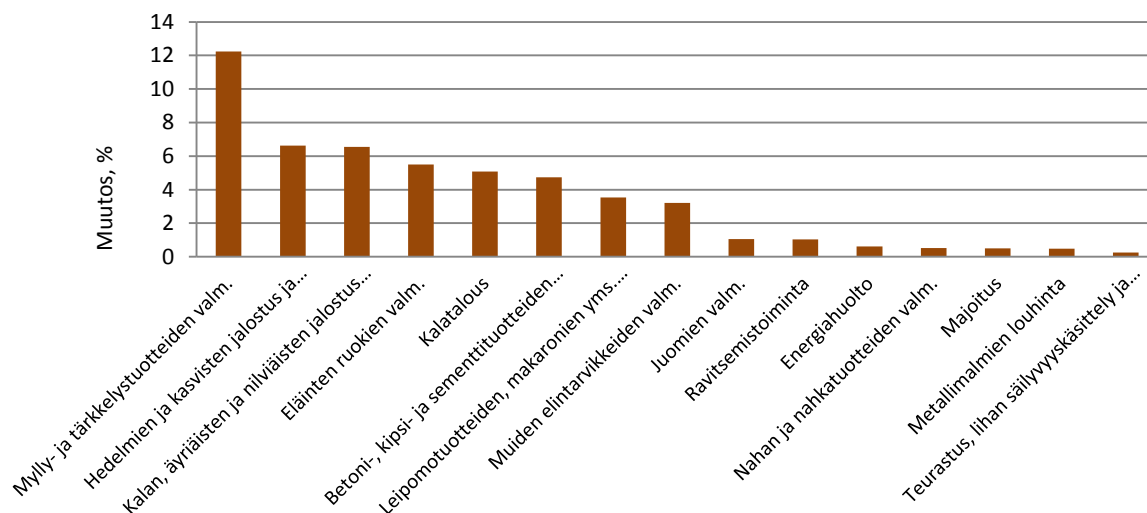
Alueen oman tuotannon ja kasvisruoan suosiminen ruokataloudessa

	Kasvatetaan oman maakunnan käytetyn oton osuutta 30%	Kasvatetaan oman maakunnan käytetyn oton osuutta 20%	Kasvatetaan oman maakunnan käytetyn oton osuutta 40%
Viljat ja riisi, Milj. kg	63,8	69,2	74,5
Öljykasvien siemenet ja hedelmät, Milj. kg	1,8	2,0	2,1
Perunat, Milj. kg	6,8	7,4	8,0
Vihannekset ja juurekset, Milj. kg	1,6	1,8	1,9
Marjat ja hedelmät, Milj. kg	5,1	5,6	6,0
Koriste-, mauste- ja muut kasvit, Milj. kg	2,6	2,8	3,0
Keräilytuotteet, Milj. kg	4,8	5,2	5,6
Kalatalouden tuotteet, Milj. kg	11,1	12,0	13,0

8.2.2 Resurssientehostamispolun tulokset

Resurssientehostamispolku ei vaikuttanut merkittävästi kaikkien Pohjois-Karjalan toimialojen yhteenlaskettuun tuotokseen, vaan se pysyi suurin piirtein samana eli noin 7,5 miljardin suuruisena. Resurssientehostamispolku ei myöskään vaikuttanut tuotokseltaan vuonna 2010 suurimpien toimialojen tuotokseen, joita olivat muun muassa muu kiinteistötoiminta, terveys- ja sosiaalipalvelut, talonrakentaminen ym., tukku- ja vähittäiskauppa, julkinen hallinto ja sosiaalivakuutus, koulutus sekä paperin, paperi- ja kartonkituotteiden valmistus. Oman alueen tuotannon suosiminen julkisen hallinnon ravitsemistoiminnassa sekä kotitalouksissa nosti ruokatalouteen liittyvien toimialojen tuotosta. Tuotos kasvoi vuodesta 2010 resurssientehostamispolun askeleeseen 3 suhteellisesti eniten mylly- ja tärkkelystuotteiden

valmistuksessa, hedelmien ja kasvien jalostuksessa ja säilönnässä, kalan, äyriäisten ja nilviäisten jalostuksessa ja säilönnässä, eläinten ruokien valmistuksessa sekä kalataloudessa (kuva 71).



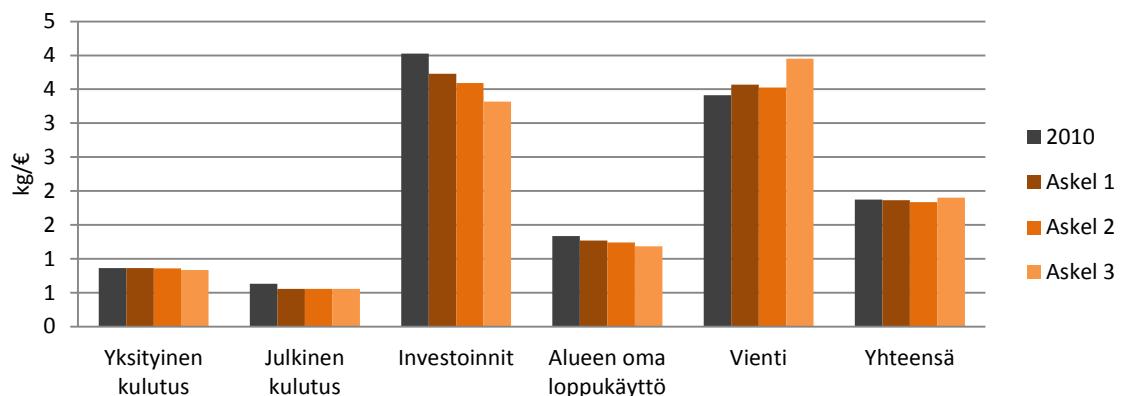
Kuva 71. Toimialat, joiden tuotosta resurssientehostamispolku tilanteesta 2010 askeleeseen 3 nosti eniten.

Resurssientehostamispolku aiheutti muutoksia sekä raaka-aineiden käytössä että kasvihuonekaasupäästöissä Pohjois-Karjalan alueella (taulukko 28). Resurssientehostamispolku kasvatti Pohjois-Karjalan omaa raaka-aineiden käytettyä ottoa. Oma raaka-aineiden käytetty otto kasvoi 7 835 miljoonasta kilosta 8 295 miljoonaan kiloon eli 5,9 %. Tuotantolähtöinen raaka-aineiden käyttö (RMI) kasvoi 1,4 %. Kulutuslähtöinen raaka-aineiden käyttö (RMC), josta on vähennetty viennin aiheuttama raaka-aineiden käyttö, väheni kokonaisuudessaan 11,4 %. Pohjois-Karjalan talouden omasta käytetystä otosta aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt vähenivät vuodesta 2010 resurssientehostamispolun askeleeseen 3 noin 6,1 %. Pohjois-Karjalan tuotantolähtöiset kasvihuonekaasupäästöt vähenivät vastaavasti 12,4 % ja kulutuslähtöiset 20,7 %.

Taulukko 28. Resurssientehostamispolun vaikutukset raaka-aineiden omaan käytettyyn ottoon ja sen aiheuttamiin KHK-päästöihin, tuotantolähtöiseen raaka-aineiden käyttöön ja KHK-päästöihin sekä kulutuslähtöiseen raaka-aineiden käyttöön ja siitä johtuviin KHK-päästöihin.

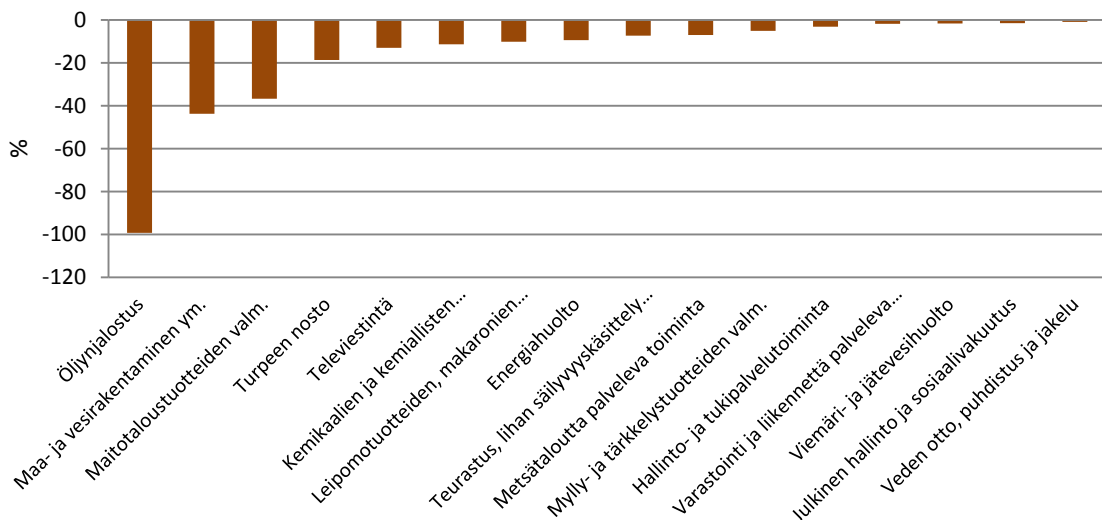
	Pohjois-Karjalan oma käytetty otto				Tuotantolähtöiset raaka-aineiden käytöt (RMI) ja päästöt				Kulutuslähtöiset raaka-aineiden käytöt (RMC) ja päästöt			
	2010	Askel 1	Askel 2	Askel 3	2010	Askel 1	Askel 2	Askel 3	2010	Askel 1	Askel 2	Askel 3
Raaka-aineiden käyttö Milj. kg	7835	7829	7750	8295	12319	12263	12064	12497	6507	6180	6052	5763
Raaka-aineiden käyttö kg/asukas	47222	47184	46711	49997	74252	73914	72710	75324	39221	37250	36479	34735
Raaka-aineiden käyttö kg/BKT	1,91	1,91	1,89	2,02	3,00	2,99	2,94	3,05	1,59	1,51	1,48	1,41
KHK-päästöt Milj. kg CO ₂ ekv.	1266	1054	1142	1189	3388	3119	2999	2967	2146	1936	1850	1702
KHK-päästöt kg/CO ₂ ekv./asukas	7629	6355	6881	7165	20418	18796	18078	17886	12933	11668	11152	10257
KHK-päästöt CO ₂ ekv./BKT	0,31	0,26	0,28	0,29	0,83	0,76	0,73	0,72	0,52	0,47	0,45	0,42

Pohjois-Karjalan raaka-aineiden käytön jakaminen kyseisen loppukäytön ryhmän rahamääräisellä kuluksella (raaka-aineiden käyttö/€) osoitti, että resurssientehostamiselle voi olla vaikutuksia raaka-aineen käytön intensiteetteihin (kuva 72). Pohjois-Karjalan raaka-aineiden käytön intensiteetti oli korkeampi kuin koko maassa keskimäärin. Erityisesti investoinneissa Pohjois-Karjalan raaka-aineintensiteetti oli huomattavan korkea suhteessa koko maan keskimääräiseen investointien raaka-ainekäyttöön euroa kohden. Resurssientehostamisella eli lähinnä maa-ainesten kierrätyksellä pystyttiin tehostamaan erityisesti investointien raaka-aineiden käytön intensiteettiä. Myös yksityisen kulutuksen, julkisen kulutuksen sekä Pohjois-Karjalan alueen oman loppukäytön raaka-aineiden käytön intensiteetit paranivat hieman eli jokaista euroa kohden kulutettiin hieman vähemmän raaka-aineita. Viennin raaka-aineintensiteetit sitä vastoin kasvoivat. Viennin aiheuttama raaka-ainekäyttö kasvoi muun muassa energiahuollon, betoni-, kipsi- ja sementtituotteiden valmistuksen, turpeen noston, tukku- ja vähittäiskaupan, puutuotteiden valmistuksen, kalatalouden, maaliikenteen ja putkijohtokuljetuksen sekä maatalouden toimialoilla.



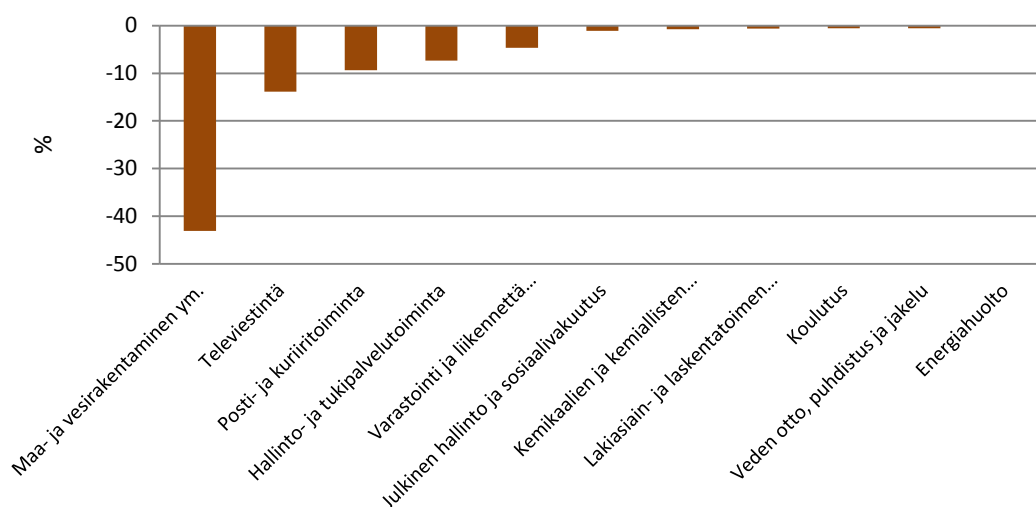
Kuva 72. Pohjois-Karjalan raaka-aineiden käyttö jaettuna kyseisen loppukäytön ryhmän kuluksella (raaka-aineiden käyttö/€) vuonna 2010 sekä resurssientehostamispolun eri askeleilla.

Pohjois-Karjalan oma tuotteiden loppukäytön raaka-ainekäyttö väheni kokonaisuudessaan 11,4 %. Pohjois-Karjalan oma tuotteiden loppukäytön raaka-ainekäyttö väheni eniten öljynjalostuksen toimialalla vuodesta 2010 ja askeleeseen 3 (kuva 73). Tämä johtui ennen kaikkea Pohjois-Karjalan ilmasto- ja energiaohjelman tavoitteista fossiiliöljyttömään maakuntaan. Seuraavaksi eniten tuotteiden loppukäytön raaka-ainekäyttö väheni maa- ja vesirakentamisen, maitotaloustuotteiden valmistuksen, turpeen noston, televiestinnän, kemikaalien ja kemiallisten tuotteiden valmistuksen, leipomotuotteiden, makaronien valmistuksen sekä energianhuollon toimialoilla.



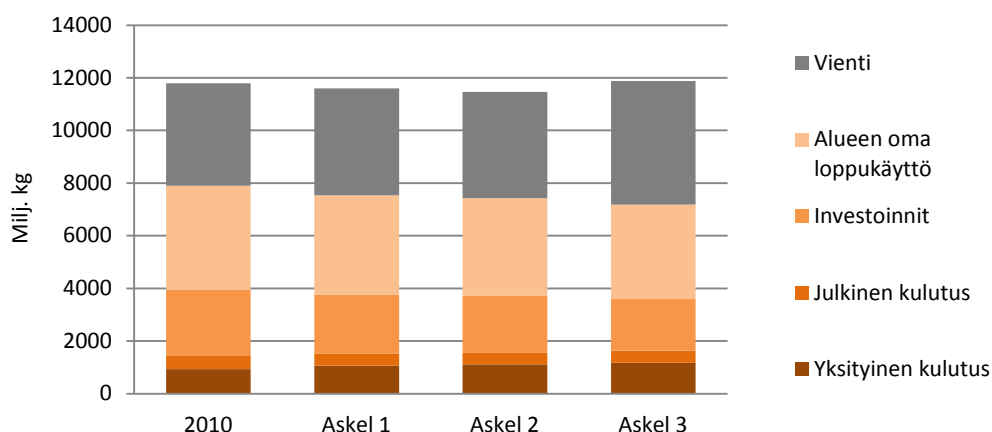
Kuva 73. Pohjois-Karjalan oman tuotteiden loppukäytön raaka-ainekäytön muutos vuodesta 2010 ja resurssientehostamispolun askeleeseen 3 toimialoilta, joiden raaka-ainekäyttö väheni eniten.

Resurssientehostamispolussa pyrittiin kiinnittämään huomiota julkisen kulutuksen raaka-ainekäytön tehostamiseen sekä menojen vähentämiseen. Julkisen kulutuksen tuotteiden loppukäytön raaka-ainekäyttö väheni Pohjois-Karjalan alueella kokonaisuudessaan 11,9 %. Julkisen kulutuksen tuotteiden loppukäytön raaka-ainekäyttö vuonna 2010 ja resurssientehostamispolun eri askeleilla väheni huomattavasti maa- ja vesirakentamisen toimialalla. Vähennys oli noin 43 %.



Kuva 74. Julkisen kulutuksen tuotteiden loppukäytön raaka-ainekäytön muutos vuodesta 2010 resurssientehostamispolun askeleeseen 3 toimialoilta, joiden julkisen kulutuksen raaka-ainekäyttö väheni eniten.

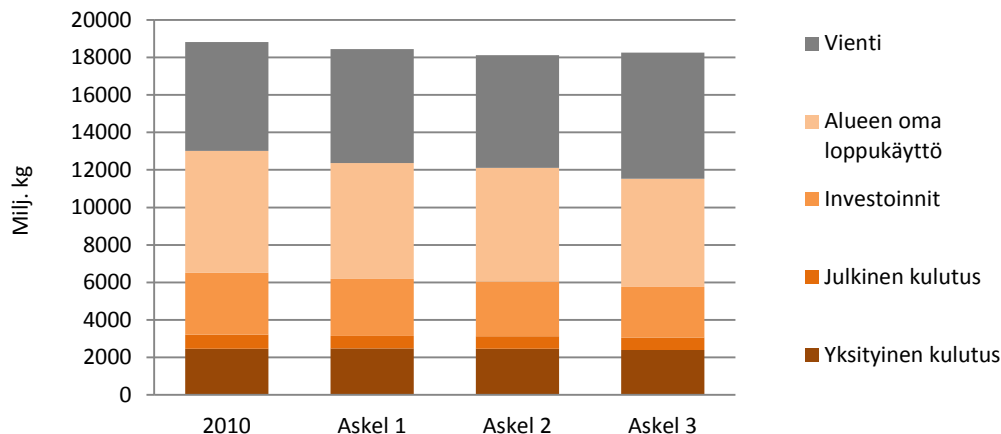
Julkisen kulutuksen tuotteiden loppukäytön raaka-ainekäytön muutos vuodesta 2010 resurssientehostamispolun askeleeseen 3 oli suurinta maa- ja vesirakentamisen, televiestinnän, posti- ja kuriiritoiminnan, hallinto- ja tukipalvelutoiminnan sekä varastoinnin ja liikennettä palvelevan toiminnan toimialoilla (kuva 74). Julkisen kulutuksen raaka-ainekäyttöä pyrittiin tehostamaan muun muassa uusimaarakentamisen, paperittomien palveluiden sekä liikennebiokaasun käyttöön otolla julkisten palveluiden toimialoilla. Myös ruokahävikin vähentämisellä pyrittiin tehostamaan ravitsemistoiminnasta aiheutuvia menoja terveys- ja sosiaalipalveluissa sekä koulutuksessa. Toisaalta näillä toimialoilla myös pyrittiin suosimaan oman maakunnan tuotteita ja kasvisperäisiä tuotteita tuontituotteiden sijaan ja oman maakunnan tuotteet saattavat olla suhteellisesti tuontituotteita kalliimpia. Televiestintään ei kohdistunut resurssientehostamistoimintoja, mutta sen tehostuminen tapahtui välikäytön kautta.



Kuva 75. Pohjois-Karjalan oma käytetty raaka-aineiden otto loppukäytön ryhmissä resurssientehostamispolun eri askeleilla.

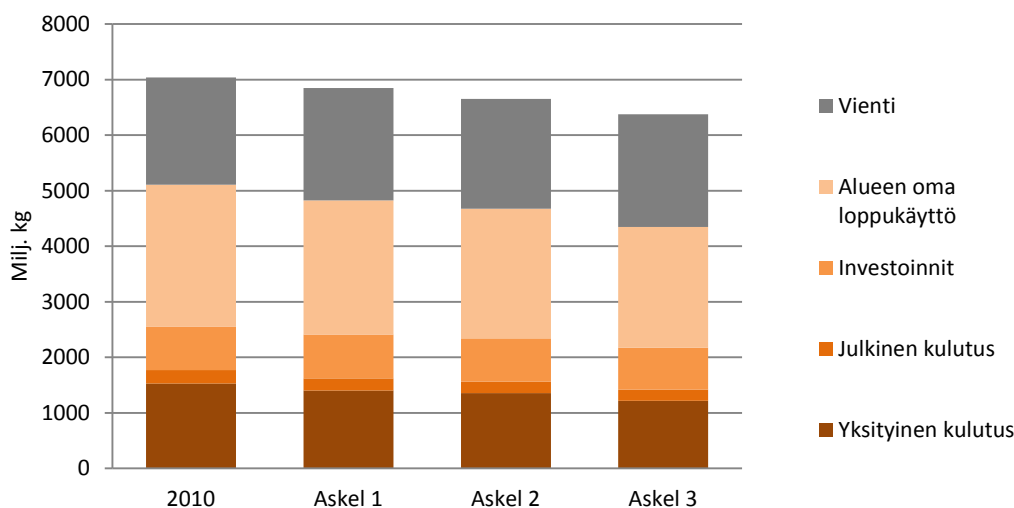
Pohjois-Karjalan oma raaka-aineiden käytetty otto kasvoi kokonaisuudessaan 5,9 % (kuva 75). Eri loppukäytön ryhmissä Pohjois-Karjalan käytetty otto väheni julkisen kulutuksen, investointien ja alueen

oman loppukäytön osalta, mutta kasvoi yksityisen kulutuksen ja viennin osalta. Julkisen kulutuksen osalta vähennys Pohjois-Karjalan omassa käytetyssä otossa oli 10,8 %, investointien 21,9 % ja alueen oman loppukäytön 9,2 %. Alueen oma raaka-aineiden käytetty otto kasvoi yksityisen kulutuksen osalta 25 % ja viennin osalta 21 %.



Kuva 76. Pohjois-Karjalan tuotantolähtöinen raaka-aineiden käytetty otto loppukäytön ryhmissä resurssientehostamispolun eri askeleilla.

Pohjois-Karjalan tuotantolähtöinen raaka-aineiden käyttö kasvoi kokonaisuudessaan 1,4 % (kuva 76). Tuotantolähtöinen raaka-aineiden käyttö väheni kaikissa muissa loppukäytön ryhmissä paitsi viennissä. Tuotantolähtöinen raaka-ainekäyttö väheni yksityisen kulutuksen osalta 3,1 %, julkisen kulutuksen osalta 11,9 %, investointien 17,6 % ja alueen oman loppukäytön osalta 11,4 %. Viennin tuotantolähtöinen raaka-ainekäyttö sitä vastoin kasvoi 15,9 %.

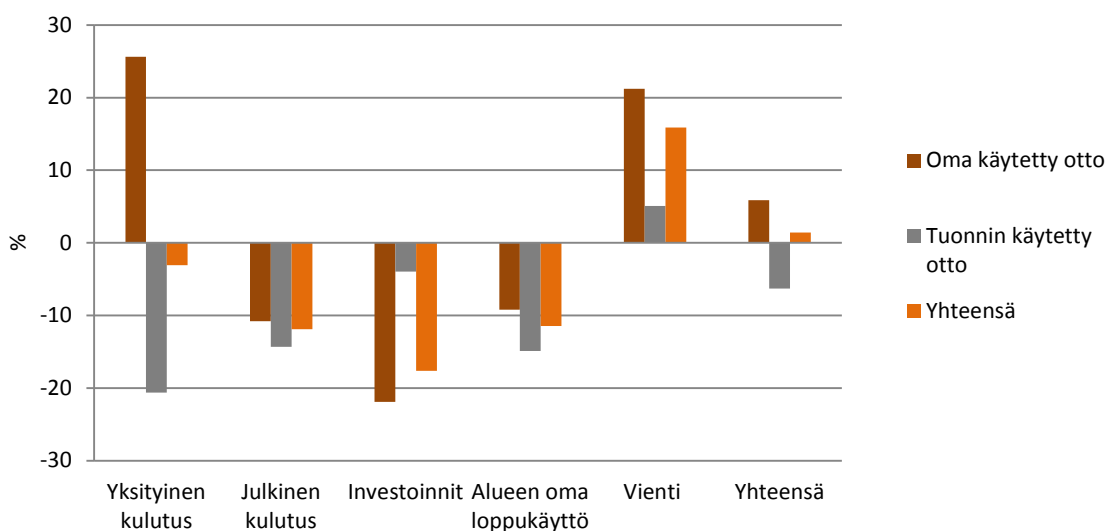


Kuva 77. Pohjois-Karjalan tuonnin käytetty otto eri loppukäytön ryhmissä resurssientehostamispolun eri askeleilla.

Pohjois-Karjalan tuonnin käytetty otto väheni myös kaikissa loppukäytön ryhmissä lukuun ottamatta vientiä (kuva 77). Kokonaisuudessaan tuonnin käytetty otto väheni käytetyillä resurssientehostamiskeinnoilla 6,3 %. Eniten tuonnin raaka-aineiden käytetty otto väheni yksityisessä kulutuksessa, jossa vähennys oli 20,6 %. Julkisen kulutuksen osalta tuonnin raaka-aineiden käytetyn oton vähennys oli 14,3 %.

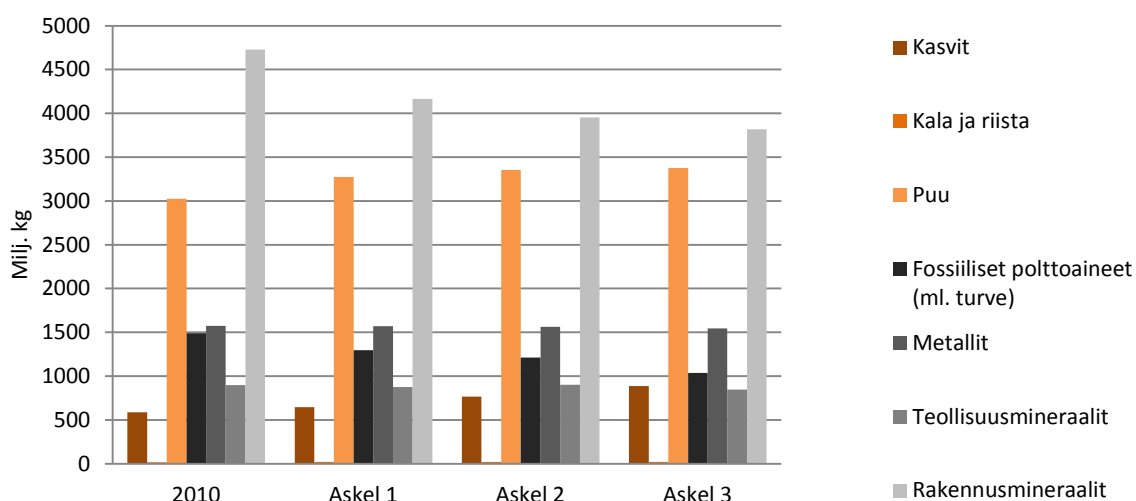
Investointien osalta vähennys oli noin 4 %. Pohjois-Karjalan alueen oma tuonnin raaka-aineiden käytetty otto väheni 15 %. Vientituotteisiin menevä tuonnin raaka-ainekäyttö kasvoi 5,1 %.

Julkisen kulutuksen, investointien ja alueen oman loppukäytön raaka-aineiden käytetty otto vähenyi sekä tuonnin että oman oton osalta (kuva 78). Julkisessa kulutuksessa vähennys oli suurempaa tuonnin raaka-ainekäytön osalta, investoinneissa taas alueen oman oton osalta. Yksityisen kulutuksen oma raaka-aineiden käytetty otto kasvoi suhteellisesti hieman enemmän kuin mitä tuonnin raaka-aineiden käytetty otto väheni. Kokonaisuudessaan alueen oman loppukäytön raaka-ainekäyttö väheni hieman enemmän tuonnin kuin oman käytetyn oton osalta. Vientiin menevä raaka-aineiden käytetty otto kasvoi ennen kaikkea maakunnan oman oton osalta.

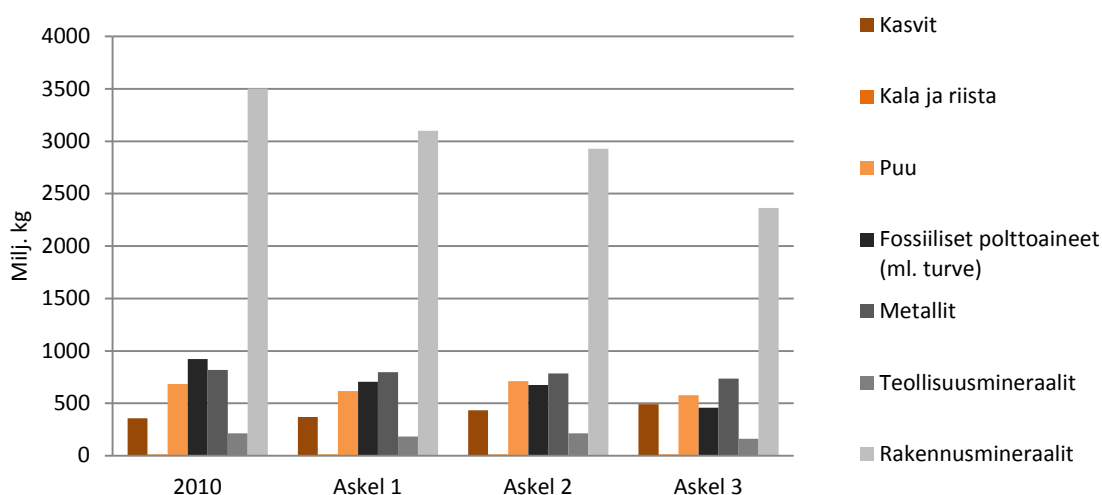


Kuva 78. Pohjois-Karjalan taloudesta johtuvan raaka-aineiden käytön muutos vuodesta 2010 resurssientehostamispolun askeleeseen 3.

Raaka-aineiden käytön jakautuminen raaka-aineryhmittäin osoittaa, että resurssientehostamiskeinojen johdosta Pohjois-Karjalan tuotantolähtöinen raaka-ainekäyttö vähentyi ennen kaikkea rakennusmineraalien osalta ja fossiilisten polttoaineiden osalta (kuva 79). Myös teollisuusmineraalien ja metallien käyttö vähentyi hieman. Vaikka tuotantolähtöinen raaka-aineiden käyttö kasvoi kokonaisuudessaan reilun prosentin verran, se muuttui enemmän uusiutuvien raaka-aineiden käytön suuntaan. Puun, kasvien sekä kalan ja riistan tuotantolähtöinen raaka-ainekäyttö kasvoi. Kulutuslähtöisessä raaka-ainekäytössä ainoastaan kasvituotteiden raaka-ainekäyttö kasvoi, kaikkien muiden väheni (kuva 80). Kulutuslähtöisessä raaka-ainekäytössäkin vähennys oli suurinta fossiilisten polttoaineiden sekä rakennusmineraalien käytössä.

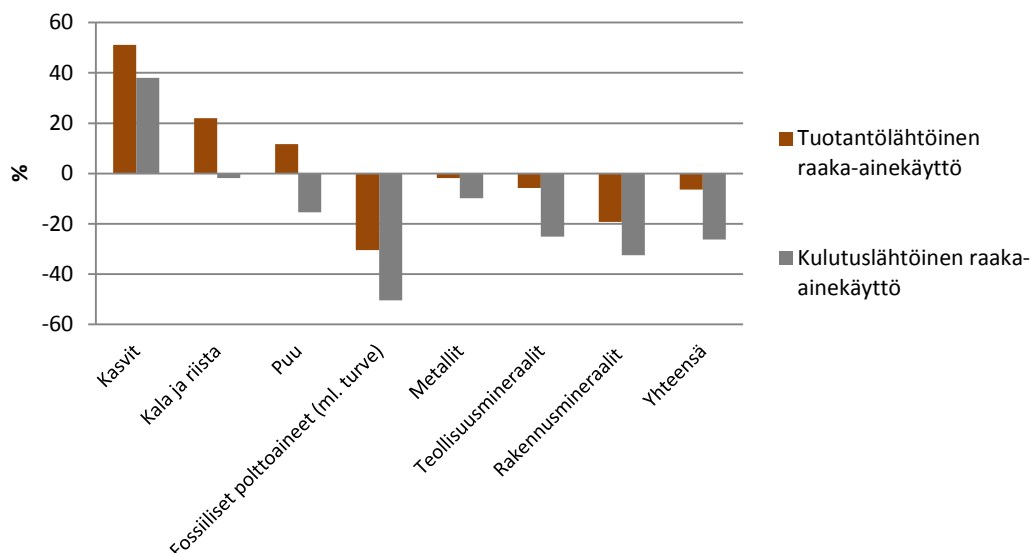


Kuva 79. Pohjois-Karjalan tuotantolähtöinen raaka-aineiden käyttö raaka-aineryhmittäin.



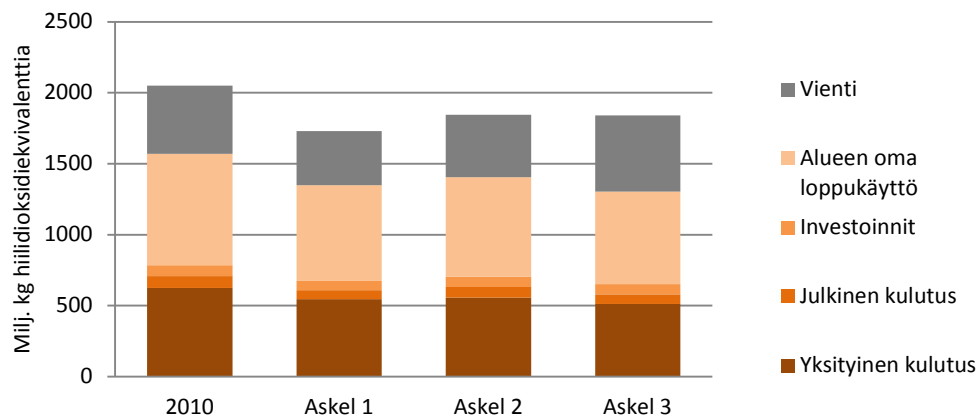
Kuva 80. Pohjois-Karjalan kulutuslähtöinen raaka-aineiden käyttö raaka-aineryhmittäin.

Eri raaka-aineryhmien käytön muutos vuodesta 2010 resurssientehostamispolun askeleeseen 3 oli suhteellisesti suurinta fossiilisten polttoaineiden käytössä. Niiden tuotantolähtöinen käyttö väheni resurssientehostamiskeinojen johdosta kokonaisuudessaan 30 % ja kulutuslähtöinen 50 % (kuva 81). Rakennusmineraalien tuotantolähtöinen käyttö vähentyi vuodesta 2010 resurssientehostamispolun loppuun 19 % ja kulutuslähtöinen 32 %. Kasvituotteiden tuotantolähtöinen raaka-ainekäyttö kasvoi 51 % ja kulutuslähtöinen 28 %. Kasvituotteiden käyttöä nosti sekä kasvipainotteisemman ruokatalouden sekä oman maakunnan tuotteiden suosiminen niin julkisten palvelujen ravitsemistoiminnassa kuin kotitalouksissa. Kalan ja riistan tuotantolähtöinen käyttö kasvoi noin 22 %, mutta kulutuslähtöinen väheni lähes 2 %. Kalasta ja riistasta siis osa meni myös vientiin. Puun tuotantolähtöinen raaka-ainekäyttö kasvoi lähes 12 %, kun taas kulutuslähtöinen väheni noin 15 %. Tämä johtui erityisesti energianhuollon lisääntyneestä biopyrolyysiöljyn viennistä.



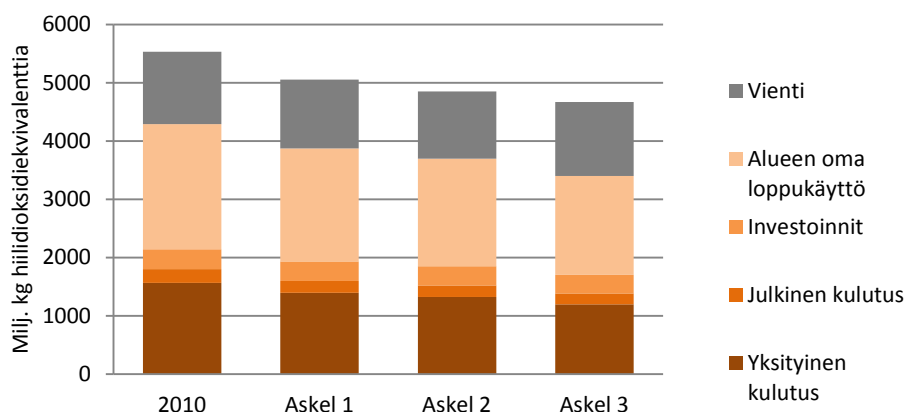
Kuva 81. Pohjois-Karjalan tuotantolähtöisen ja kulutuslähtöisen raaka-aineryhmittäisen raaka-aineiden käytön muutos vuodesta 2010 resurssientehostamispolun askeleeseen 3.

Pohjois-Karjalan omat tuotteiden loppukäytön kasvihuonekaasupäästöt vähenivät kokonaisuudessaan 21 % resurssientehostamispolun askeleeseen 3 (kuva 82). Sekä yksityisestä kulutuksesta johtuvat että julkisesta kulutuksesta johtuvat kasvihuonekaasupäästöt vähenivät noin 22 %. Investoinneista aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt vähenivät vuodesta 2010 resurssientehostamispolun askeleeseen 3 noin 7 %. Alueen oman loppukäytön kasvihuonekaasupäästöt vähenivät 20,5 %. Viennin kasvihuonekaasupäästöt sitä vastoin kasvoivat vuodesta 2010 resurssientehostamispolun askeleeseen 3 noin 10 %.



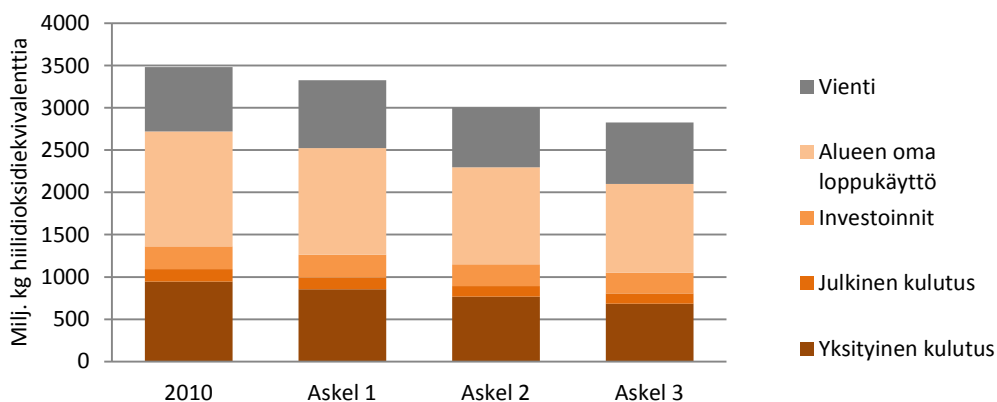
Kuva 82. Pohjois-Karjalan talouden aiheuttamat omat kasvihuonekaasupäästöt loppukäytön ryhmittäin vuonna 2010 sekä resurssientehostamispolun eri askeleilla.

Pohjois-Karjalan tuotantolähtöiset kasvihuonekaasupäästöt vähenivät kokonaisuudessaan 14 % vuodesta 2010 resurssientehostamispolun askeleeseen 3 (kuva 83). Yksityisen kulutuksen tuotantolähtöiset kasvihuonekaasupäästöt vähenivät 31 %. Julkisen kulutuksen tuotantolähtöiset kasvihuonekaasupäästöt vähenivät 24 %. Investointien tuotantolähtöiset kasvihuonekaasupäästöt vähenivät lähes 9 %. Pohjois-Karjalan alueen oman loppukäytön tuotantolähtöiset kasvihuonekaasupäästöt vähenivät vuodesta 2010 resurssientehostamispolun askeleeseen 3 noin 26 %. Viennin tuotantolähtöiset kasvihuonekaasupäästöt kasvoivat hieman. Suhteellinen kasvu alkutilanteesta resurssientehostamisen loppuun oli 1,9 %.



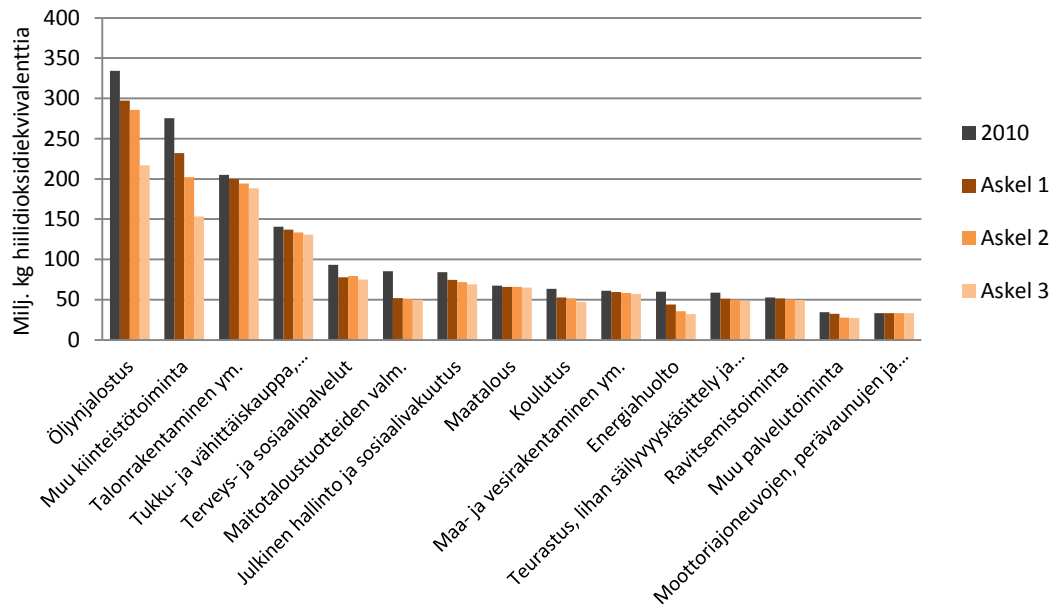
Kuva 83. Pohjois-Karjalan tuotantolähtöiset kasvihuonekaasupäästöt loppukäytön ryhmittäin loppukäytön ryhmittäin vuonna 2010 sekä resurssientehostamispolun eri askeleilla.

Pohjois-Karjalan tuonnista johtuvat kasvihuonekaasupäästöt vähenivät kokonaisuudessaan 19 % vuodesta 2010 resurssientehostamispolun askeleeseen 3 (kuva 84). Yksityisen kulutuksen tuonnista johtuvat kasvihuonekaasupäästöt vähenivät eniten. Vähennys oli noin 38 % vuodesta 2010 resurssientehostamispolun askeleeseen 3. Julkisen kulutuksen tuonnista aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt vähenivät 25 %. Investointien tuonnista johtuvat kasvihuonekaasupäästöt vähenivät 9 %. Pohjois-Karjalan alueen oman loppukäytön tuonnin kasvihuonekaasupäästöt vähenivät vuodesta 2010 resurssientehostamispolun askeleeseen 3 noin 30 %. Vientiin menevien tuotteiden ja materiaalien tuonnista johtuvat kasvihuonekaasupäästöt vähenivät noin 4,5 %.



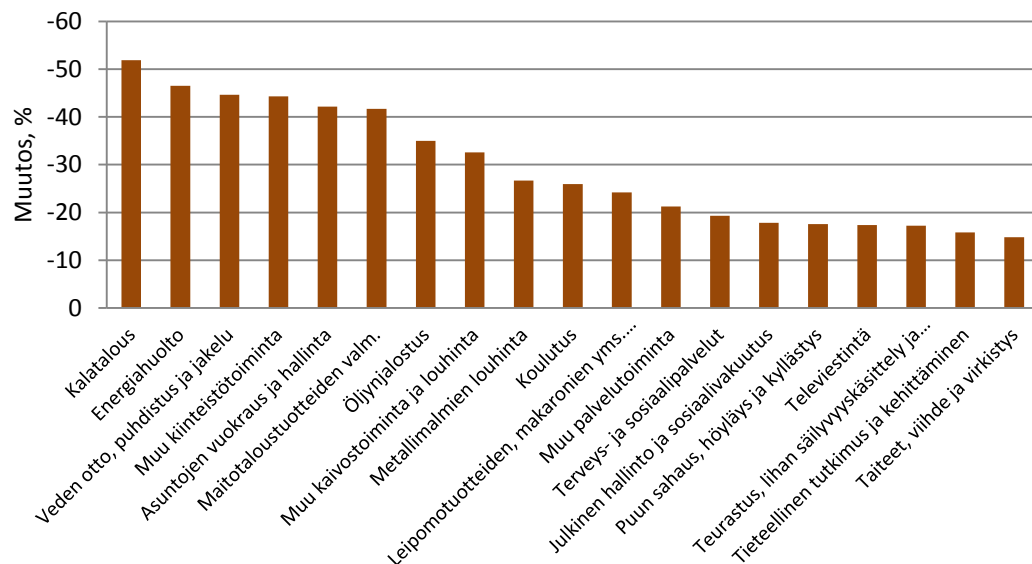
Kuva 84. Pohjois-Karjalan tuonnista johtuvat kasvihuonekaasupäästöt loppukäytön ryhmittäin loppukäytön ryhmittäin vuonna 2010 sekä resurssientehostamispolun eri askeleilla.

Resurssientehostamispolku vähensi kasvihuonekaasupäästöiltään vuonna 2010 suurimpien toimialojen kasvihuonekaasupäästöjä (kuva 85). Pohjois-Karjalan omat tuotteiden loppukäytön kasvihuonekaasupäästöt vähentyivät öljynjalostuksen toimialalla 35 % vuodesta 2010 resurssientehostamispolun askeleeseen 3. Muun kiinteistötoiminnan päästöt vähentyivät 44 %, talonrakentamisen 8 %, tukku- ja vähittäiskaupan 7 %, terveys- ja sosiaalipalveluiden 19 %, maitotaloustuotteiden valmistuksen 41 %, julkinen hallinnon ja sosiaalivakuutuksen 17 % sekä maatalouden 4 %.



Kuva 85. Pohjois-Karjalan omat tuotteiden loppukäytön kasvihuonekaasupäästöt 15 kasvihuonekaasupäästöiltään vuonna 2010 suurimman toimialan osalta vuonna 2010 sekä resurssientehostamispolun eri askeleilla.

Suhteellisesti suurin muutos Pohjois-Karjalan omissa tuotteiden loppukäytön kasvihuonekaasupäästöissä alkutilanteesta askeleeseen 3 tapahtui kalatalouden, energianhuollon veden oton, puhdistuksen ja jakelun, muun kiinteistötoiminnan, asuntojen vuokrauksen ja hallinnan, maitotaloustuotteiden valmistuksen sekä öljynjalostuksen toimialoilla (kuva 86). Kasvihuonekaasupäästöissä tapahtuva vähennys oli pääasiassa suurinta niillä toimialoilla, joihin kohdistui ilmasto- ja energiaohjelman mukaisia tavoitteita. Energianhuollossa tuotteiden loppukäytön kasvihuonekaasupäästöt vähenivät 46 %, muun kiinteistötoiminnan 44 %, asuntojen vuokrauksen ja hallinnan 42 %, maitotaloustuotteiden valmistuksen 42 % sekä öljynjalostuksen 35 %. Julkisissa palveluissa terveys- ja sosiaalipalveluiden tuotteiden loppukäytön kasvihuonekaasupäästöt vähenivät 19 % ja julkisen hallinnon ja sosiaalivakuutuksen 18 %.



Kuva 86. Muutos Pohjois-Karjalan omissa tuotteiden loppukäytön kasvihuonekaasupäästöissä vuodesta 2010 resurssientehostamispolun askeleeseen 3.

8.2 Tapaustutkimus energianhuollon toimialalta

8.2.1 Fortum Power and Heat Oy Joensuun voimalaitos

Pohjois-Karjalan materiaalivirrat ja resurssitehokkuus-hankkeen yhtenä tavoitteena oli tehdä tapaustutkimus resurssien tehostamiskeinoista jollekin maakunnan alueen toimijalle. Tapaustutkimuskohteeksi valikoitui Fortum Power and Heat Oy:n Joensuun voimalaitos. Joensuun voimalaitos on sähkön- ja kaukolämmön yhteistuotantolaitos. Sähkön- ja kaukolämmön yhteistuotanto on sähkön ja lämmön yhdistetty tuotantomuoto, jossa sähkö ja lämpö tuotetaan samanaikaisesti samassa prosessissa. Yhteistuotantoon sisältyy sähkön tuotanto esimerkiksi höyry- tai kaasuturbiineilla tai moottorikäyttöisillä tuotantokoneistoilla, joista saatava lämpö hyödynnetään joko teollisuuden prosesseissa tai kaukolämpönä. Yhteistuotannolla päästään erillistuotantoa korkeampiin hyötysuhteisiin, eli tuotannossa tarvittavat polttoaineet saadaan käytettyä tehokkaammin hyödyksi (Tilastokeskus 2015a). Sähkön ja lämmön yhteistuotannolla on Suomessa merkittävä asema. Noin 80 prosenttia kaukolämmön tuotannosta perustuu yhteistuotantoon. Fortumilla on Suomessa tällä hetkellä neljä yhteistuotantolaitosta (Fortum 2015). Kontiosuolla sijaitseva voimalaitos tuottaa kaukolämpöä Joensuun asukkaille sekä sähköä valtakunnan verkkoon. Pääosa Joensuun kaukolämmöstä Fortum Power and Heat Oy:n Joensuun voimalaitoksella. Laitos tuottaa sähköä noin 260 gigawattituntia ja kaukolämpöä noin 510 gigawattituntia vuodessa. Kokonaislämmöntarve Joensuun kaukolämpöverkossa on noin 600 gigawattituntia (Fortum 2015).

Fortum Power and Heat Oy:n Joensuun voimalaitoksen tuotanto kattaa nykyisin noin 95 % Joensuun tarvitsemasta kaukolämmöstä. Loput kaukolämpötarpeesta tuotetaan eri puolilla kaukolämpöverkkoa sijaitsevilla lämpökeskuksilla. Näitä kaupunkivoimalaitoksia oli vuonna 2010 eri puolilla Joensuun kaupunkia 10. Fortumin Power and Heat Oy:n vastuulle kuuluu myös 180 kilometrin pituinen kaukolämpöverkko Joensuussa. Kaukolämmön piirissä olevia asuntoja oli vuonna 2010 19 805 (Energiateollisuus 2015a). Joensuun asukkaista kaukolämmön piirissä oli 41 640, mikä oli 57 % kaikista Joensuun asukkaista. Vuonna 2010 asuintalo-asiakkaat kuluttivat noin 57 % kaukolämmöstä, teollisuusasiakkaat 7 % ja muut asiakkaat 39 %. Yhteensä kaukolämmön kulutus oli 589 GWh vuonna 2010 (taulukko 29).

Taulukko 29. Fortum Power and Heat Oy:n Joensuun voimalaitoksen ja kaupunkivoimalaitoksen asiakkaat ja kaukolämmön kulutus vuonna 2010.

Joensuun voimalaitos ja kaupunkivoimalaitokset	Asiakkaat, kpl	Kaukolämmön kulutus, GWh
Asuintaloasiakkaat	1821	317,8
Teollisuusasiakkaat	99	41,8
Muut asiakkaat	365	229,2
Yhteensä	2285	588,8

Vuonna 2009 marraskuussa otettiin käyttöön uusi biolämpölaitos (HOB). Lämpökeskuksessa tuotetaan metsähakkeella lähes 100 GWh kaukolämpöä. Tämä korvaa raskasta polttoöljyä lämmön tuotannossa. Vuonna 1986 tuotantonsa käynnistäneen Joensuun voimalaitoksen kattila muutettiin vuonna 2000 polttotekniikaltaan leijukerroskattilaksi, mikä puolitti voimalaitoksen rikkidioksidi-, typpioksiidi- ja hiilidioksidipäästöt (Fortum 2015).

Joensuun voimalaitoksen lämmöntuotanto vuonna 2010 oli yhteensä 582 GWh, josta kattilan 1 eli CHB:n osuus oli noin 484 GWh ja kattilan 2 eli HOB:n osuus oli 99 GWh (taulukko 29). Sähkön kokonaistuotanto energianhuollon toimialalla Pohjois-Karjalassa oli 1 101 GWh vuonna 2010 (Energiateollisuus 2014a). Fortum Power and Heat Oy Joensuun voimalaitos tuotti sähköä samana vuonna 256,18 GWh, josta lauhdesähkön osuus oli noin 34 GWh (taulukko 29). Joensuun voimalaitoksen osuus koko maakunnan sähköntuotannosta oli siten noin 23 %.

Taulukko 29. Fortum Power and Heat Oy:n Joensuun voimalaitoksen käyttämät polttoaineet sekä sähkön ja lämmöntuotanto vuonna 2010.

Polttoaineet ja tuotanto	CHB GWh/vuosi	HOB GWh/vuosi	Yhteensä GWh/vuosi
Polttoaineet yhteensä	1058,29	115,34	1173,63
Metsähake	431,6	87,0	518,6
Turve	405,2	3,0	408,3
Puuseos (teollisuuden puutähde)	202,5	24,4	226,9
Biokaasu	6,6		6,6
Ruukohelpi	9,3	0,1	9,4
Raskas polttoöljy	3,0		3,0
Kevyt polttoöljy		0,9	0,9
Tuotanto			
Lämmöntuotanto	483,9	98,5	582,4
Sähkön kokonaisnettotuotanto	256,2		256,2
Lauhesähkön osuus kokonaisnettotuotannosta	34,5		

Joensuun voimalaitoksen pääpolttoaineet ovat metsähake ja turve. Vuonna 2010 Joensuun voimalaitos käytti polttoaineet yhteensä 1 174 gigawattitunnin verran, josta CHB:n osuus oli noin 1 058 GWh ja HOB-kattilan noin 115 GWh. Puuta käytetään noin puolet voimalaitoksen polttoainetarpeesta. Metsähakkeen osuus eri polttoaineiden kokonaiskäytöstä Joensuun voimalaitoksella sisältäen molemmat kattilat oli 44 %, turpeen noin 37 % ja puuseoksen 19 % (taulukko 29). Tämän lisäksi käytettiin lähialueilla viljeltävää ruukohelpeä 0,8 %, biokaasua 0,6 %, raskasta polttoöljyä 0,26 % sekä kevyttä polttoöljyä 0,07 %. Joensuun voimalaitos käyttää gigawattitunteina mitattuna noin 60 % metsähakkeella tuotetusta, 74 % turpeella tuotetusta, 78 % kasvipiperäisillä polttoaineilla tuotetusta sekä 66 % teollisuuden puutähdeistä tuotetusta energiamäärästä energianhuollon toimialalla Pohjois-Karjalassa. Joensuun voimalaitos hyödyntää sähkön ja kaukolämmön tuotannossa Kontiosuon jäteasemalla tuotettavaa biokaasua. Kontiosuon jäteaseman biokaasulaitos on yksi kolmesta maakunnan alueen biokaasua tuottavista laitoksista. Kontiosuon biokaasu johdetaan putkea pitkin kaatopaikalta suoraan voimalaitoksen kattilaan.

Itse Fortum Power and Heat Oy:n Joensuun voimalaitoksen työllisyysvaikutus ei ole maakunnan mittakaavassa suuri. Voimalaitos työllisti vuonna 2010 64 henkilöä (Vahti 2014). Välillisesti voimalaitoksen työllistävä vaikutus on kuitenkin suurempi. Voimalaitoksen huoltotoimenpiteet, turpeennosto, metsähakkeen korjuu sekä muiden raaka-aineiden käyttö tuotannossa lisäävät työllisyysvaikutuksia. Suurin osa käytettävistä polttoaineista tulee maakunnan alueelta, tuonnin osuus Venäjältä on noin 20-30 %.

Tarkkoja bioenergia-alan työpaikkatilastoja ei ole saatavilla. Villan ja Saukkosen (2010) mukaan yhden terawattitunnin energiantuotanto biopolttoaineen hankinta-ketjuineen edellyttää 200 henkilötyövuoden työpanosta tehokkaalla lämpövoimalaitoksen hankintaketjulla, jossa metsä- ja peltoenergia hankitaan kehittyneillä koneketjuilla. Joensuun voimalaitoksen metsähakkeen määrällä työllistävä vaikutus olisi noin 104 henkilötyövuotta. Paanasen (2005) mukaan metsähakkeen työllistävyysvaikutus riippuu toiminnan mittakaavasta. Teollismittakaavaisessa, pitkälle mekanisoidussa korjuussa, suuren voimalaitoksen metsähakkeen tuotanto työllistää vain enintään 0,1-0,2 henkilötyövuotta 1000 MWh:a kohti. Joensuun voimalaitoksen kohdalla tämä tarkoittaisi 52-104 henkilötyövuoden työpanosta. Paanasen (2005) mukaan yhtä henkilötyövuotta vastaava polttoainemäärä on noin 5600 MWh, mikäli mukana on niin pieni- kuin suurimittakaavaista toimintaa. Tällä laskettuna Joensuun voimalaitoksen metsähakkeen työllistävä vaikutus olisi noin 93 henkilötyövuotta. Joensuun voimalaitoksen polttoaineen toimittajat ovat pääasiassa paikallisia yrityksiä. Turpeen hankinnassa voimalaitos työllistää Vapo Oy:tä Ilomantsissa. Suurempia yhtiöitä polttoaineen toimittajissa ovat Metsäliitto Osuuskunta, UPM Kymmene Oyj, Stora Enso Metsä sekä Tornator Oy. Tämän lisäksi polttoaineita toimittavat tai kuljettavat Finterpuu Oy

Uimaharjulla ja Kiteellä, Idän Metsäkone Oy Iломantsissa, MI-PE Oy Kiteellä, Anaika Wood LTD Oy Lieksassa ja Kiihtelysvaarassa, Kaivospuu Oy Hammaslahdessa, Puupietari Oy Liperissä, Sistosen Kuljetus Oy Tohmajärvellä. Näiden lisäksi polttoainetta toimittaa puutukkukauppa Foretra ja rakennusmateriaaleja tuottava Sterigma Oy.

Taulukko 30. Fortum Power and Heat Oy:n Joensuun voimalaitoksen jätevesien sisältämät päästöt sekä tuotanto-toiminnan aiheuttama kuormitus ilmaan.

Jätevedet			Kattila 1 (CHB) Päästöt ilmaan			Kattila 2 (HOB) Päästöt ilmaan			PRTR-ilmaan		
Päästö	Määrä		Päästö	Määrä		Päästö	Määrä		Päästö	Määrä	
Kadmium ja kadmium-yhdisteet	kg	0,03	Arseeni ja arseeni-yhdisteet	kg	1	Rikkidioksidi SO ₂	t	0,2	Hiilimonoksidi (CO)	t	
Kloridit	kg	3454	Kadmium ja kadmium-yhdisteet	kg	1,37	Typen oksidit No _x	t	12	Kromi ja kromiyhdisteet	kg	6,54
Rauta	kg	672	Hiilimonoksidi (CO)	t	124,83	Hiilidioksidi (Bio.)	t	43538	Kupari ja kupariyhdisteet	kg	15,33
Kokonaistyyppi	kg	218	Elohopea ja elohopea-yhdisteet	kg	3,25	Hiilidioksidi (Foss.)	t	1370	Fluori ja epäorgaaniset yhdisteet (HF:nä)	t	8,8
Kokonaisfosfori	kg	29	Lyijy ja lyijy-yhdisteet	kg	10,59	Hiukkaset	t	1	Nikkeli ja nikkeliyhdisteet	kg	6,54
Sulfaatti	kg	35325	Rikkidioksidi SO ₂	t	635				Sinkki ja sinkkiyhdisteet	kg	156,7
Orgaanisen hiilen kokonaismäärä (TOC)	kg	4463	Typen oksidit No _x	t	511				Metaani (CH ₄)	kg	16658
Kiintoaine	kg	8732	Hiilidioksidi (Bio.)	t	252638				Dityppioksidi (N ₂ O)	t	8,32
COD, dikromaatti	kg	13388	Hiilidioksidi (Foss.)	t	153874				Polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH-4-yhdisteet)	kg	8,75
Sinkki, liukoinen	kg	4,8	Hiukkaset	t	41				PCDD+PCDF (dioksiinit ja furaanit) (TEQ)	g	0,08
Jätevesimäärä (Pesu- ja sadevedet)	m ³	150720	Hiukkaset (PM10)	t	38,25				Hiilidioksidi (Foss.)	t	
Jäähdytysveden määrä	m ³	25420037							Muut haihtuvat orgaaniset yhdisteet kuin metaani (NMVOC-yhdisteet)	kg	8329
									Kloori ja epäorgaaniset yhdisteet (HCl:nä)	t	20,21
									Hiukkaset (PM10)	t	

Fortum Power and Heat Oy:n Joensuun voimalaitos aiheuttaa tuotantotoiminnassaan kuormitusta ilmaan, veteen sekä jätteitä ja sivutuotteita. Joensuun voimalaitoksen kuormitusta aiheuttavia osoita ovat kattila 1 (CHB), kattila 2 (HOB), jotka aiheuttavat kuormitusta ilmaan (Vahti 2014). Joensuun voimalaitoksella on myös velvollisuus tuottaa ja ilmoittaa sekä kuormitus ilmaan että vesistöihin päästörekestereihin (PRTR). Päästörekestereit sisältävät toiminnanharjoittajien ilmoittamia laitoskohtaisia tietoja päästöistä ilmaan, veteen ja maaperään sekä tietoa jätteistä ja myös jätteiden siirroista laitosalueen ulkopuolelle käsiteltäväksi tai hävitettäväksi. Rekisterien tarkoituksena on lisätä yleisön tietoisuutta ympäristökuormituksesta ja edistää ympäristönsuojelulle asetettujen tavoitteiden seuranta. Joensuun voimalaitos käyttää tuotantotoiminnassaan Pielisjoesta otettua lisävetä sekä voimalaitoksella on viemäri vesistöön. Jätehuoltoon kuuluvat sekä toiminnassa syntyvät muualle toimitetut jätteet että toiminnassa hyödynnetyt ja käsitellyt jätteet. Tuotantotoiminnasta syntyvästä lentotuhkasta osa menee edelleen hyötykäyttöön ja osa hyödynnetään ja käsitellään lentotuhkan läjitysalueella. Pohjatuhkan läjitysalueella käsitellään toiminnassa syntyvä pohjatuhka. Leijupetihiekkaa on hyödynnetty varastointikentän rakenteissa (Vahti 2014).

Joensuun voimalaitos käyttämä Pielisjoesta otettu jäähdytysveden määrä oli vuonna 2010 kokonaisuudessaan 25,4 miljoonaa m³ (Vahti 2014). Prosessivettä otettiin Pielisjoesta kokonaisuudessaan 44 947 m³. Jätevesimäärä sisältäen pesu- ja sadevedet, jotka pumpattiin viivästysaltaalta Oksojaan, siitä Iiksenjokeen ja edelleen Pielisjokeen oli vuonna 2010 150 720 m³. Muut jätevesien päästöt sekä kattiloiden ja PRTR:n mukainen kuormitus ilmaan on esitelty taulukossa 30. Polttoaineiden ja veden käytön lisäksi Joensuun voimalaitoksen tuotantotoiminnassa käytetään joitakin kemikaaleja. Vuonna 2010 Joensuun voimalaitoksella käytettiin kokonaisuudessaan ammoniakkia 150 kg, ferrisulfaattia 6 900 kg, elvytys/pH-säätölipeää (NaOH) 10 500 kg, KK-amiinaa 180 kg, elvytysuolaa 2 225 kg ja rikkihappoa 6 500 kg (Vahti 2014).

Taulukko 31. Fortum Power and Heat Oy:n Joensuun voimalaitoksen toiminnassa syntyneet muualle toimitetut jätteet vuonna 2010.

Toiminnassa syntyvät muualle toimitetut jätteet						
Jätelaji	Kokonaispaino (tonnia/vuosi)	Kuiva-aine (%)	Tyyppi	Sijointus	Vastaanottaja	Kunta
Kaapeli	0,49	100	1	R051	Kuusakoski	Joensuu
Kuparikaapeli, Cu 31-35 %	0,62	100	1	R051	Kuusakoski	Joensuu
Sekajäte	14,56	90	1	D01	Lassila & Tikanoja Oy	Joensuu
Loisteputket	0,16	100	3	R051	Lassila & Tikanoja Oy	Joensuu
Biojäte	2,56	50	1	R032	Lassila & Tikanoja Oy	Joensuu
Paperi ja kartonki	3,23	100	1	R035	Lassila & Tikanoja Oy	Joensuu
Rautaromu	33,74	100	1	R042	Kuusakoski	Joensuu
Öljyinen jäte pasta/kiinteä	1,47	90	3	D10	Lassila & Tikanoja Oy	Joensuu
Tieto- ja teletekniset laitteet	0,44	100	1	R051	Kuusakoski	Joensuu
Lajittelematon elektroniikka	0,50	100	1	R051	Kuusakoski	Joensuu
Aerosolijäte kiinteä	0,11	100	3	R051	Lassila & Tikanoja Oy	Joensuu
Jarru- ja jäähdytinnestejäte	0,01	10	3	R051	Lassila & Tikanoja Oy	Joensuu
Kirkas voiteluöljy	9,23	10	3	D10	Lassila & Tikanoja Oy	Joensuu
Lentotuhka	3 170	100	2	R052	FA-Forest	Liperi
Kiinteät maali, liima, lakka	0,14	50	3	D01	Lassila & Tikanoja Oy	Joensuu
Ammoniikki ja ammoniumsulojen vesiliuosjäte	0,56	10	3	R051	Lassila & Tikanoja Oy	Joensuu

Joensuun voimalaitoksella syntyvien muualle toimitettavien jätteiden loppusijoituspaikka on pääasiassa Pohjois-Karjala (Vahti 2014). Varsinaisista jätteistä määrällisesti eniten syntyi erilaista rautaromua, sekajätettä sekä kirkasta voiteluöljyä (taulukko 31). Metalliromu toimitettiin kierrätykseen Kuusakoski Oy:lle. Myös paperi- ja kartonkijäte toimitettiin edelleen kierrätykseen sekä biojäte hyödynnettäväksi Joensuun jäteasemalla.

Omalla toimipaikalla hyödynnettiin ja käsiteltiin lentotuhkaa 4 169 tonnia ja sekä pohjatuhkaa 6 223 tonnia (Vahti 2014) (taulukko 32). Leijupetihiekka hyödynnettiin varastoalueen rakentamisessa. Tuhkan läjitysalueet on tarkoitettu tulevaisuudessa maisemoida. Joensuun voimalaitoksella on niin sanottu teollinen symbioosi Liperissä sijaitsevan FA Forestin (Ecolan Oy) kanssa, jonne toimitettiin vuonna 2010 lentotuhkaa 3 170 tonnia tuhkalannoitteena käytettäväksi. FA Forest Oy valmistaa Ecolan® lannoitteita (Ecolan 2015). Ecolan®-tuhkalannoitteiden valmistuksessa käytetään energiantuottajilta vastaanotettuja puhtaita, ravinteisuudeltaan hyvälaatuisia puuvaltaisia tuhkia. Tuotannon lähtökohtana on palauttaa sivutuotteet turvallisim ja tuottavin keinoin luonnon omaan kiertoon. Metsätaloudessa lannoitteista ja lannoituspalveluista rakentuu suljettuun ravinnekiertoon perustuva tuote- ja palvelukokonaisuus. Energiantuottajille tuhkan teollinen vastaanotto on varmatoiminen ja kustannustehokas ratkaisu puuvaltaisten tuhkien hyötykäyttöön. Suomessa syntyy energiantuotannon sivutuotteena vuosittain yhteensä noin 600 000 tonnia puu-, turve- ja sekatuhkaa. Puhdas puutuhka sisältää tyyppiä lukuun ottamatta kaikki puiden kasvuunsa tarvitsemat ravinteet oikeissa suhteissa. Erilaisten tuhkien alkuainepitoisuudet vaihtelevat kuitenkin huomattavasti riippuen muun muassa käytetyistä polttoaineista. Ravinteiden lisäksi tuhkaan rikastuu jonkin verran myös puun ja turpeen sisältämiä raskasmetalleja, kuten kadmiumia ja arseenia. Suomessa tuhkan hyötykäyttöä lannoitteena säätelee lannoitevalmistelaki (539/2006) ja sen perusteella annetut asetukset. Tuhkalannoitus sopii parhaiten runsastyyppisille ojitetuilla turvemaidella, joilla puuston kasvua rajoittaa kaliumin ja fosforin niukkuus sekä turvetuotannosta vapautuville suopohjille, jotka halutaan metsittää tai maisemoida kasvillisuuden peittoon. Kangasmailla tuhkalannoitus ei yleensä lisää puiden kasvua, koska sitä rajoittaa typen niukkuus. Tuhkalannoitus vähentää maan happamuutta ja lisää maan pintakerroksen kokonaisravinnevaroja pitkäaikaisesti. Tuhkalannoitus vilkastuttaa maaperän hajotustoimintaa, mikä edistää pitkällä aikavälillä maan orgaanisen aineksen hajoamista ja typen vapautumista kasvien käyttöön (Huotari 2012).

Vuonna 2010 Joensuun voimalaitoksella tehtiin ympäristönsuojeluinvestointeina muun muassa rekojen puhdistusalue voimalaitostontin yhteyteen (Vahti 2014). Kanto- ja risurekkakonttien puhdistusalueella puhdistetaan konttien pohjalle jäänyt polttoon kelpaamaton maa-aines.

Taulukko 32. Fortum Power and Heat Oy:n Joensuun toiminnassa hyödynnetyt ja käsitellyt jätteet.

Toiminnassa hyödynnetyt ja käsitellyt jätteet		
Jätelaji	Kokonaispaino (tonnia/vuosi)	Sijoitus
Lentotuhka	4169	Jätteen hyödyntäminen ja käsittely omalla toimipaikalla
Lentotuhka	3170	FA Forest, metsälannoitteen valmistus
Pohjatuhka/hiekka	6223	Jätteen hyödyntäminen ja käsittely omalla toimipaikalla

8.2.2 Joensuun voimalaitoksen resurssien tehostamiskeinot

Fortum Power and Heat Oy:n Joensuun voimalaitoksen resurssien tehostamiskeinot selvitettiin haastatteleamalla Fortum Power and Heat Oy:n aluejohtaja Timo Partasta. Näin pääasiassa heidän omat näkemyksensä resurssien tehostamiseen otettiin huomioon. Jo pelkästään sähkön- ja kaukolämmön yhteistuotanto parantaa energiatehokkuutta. Joensuun voimalaitoksen yhteistuotanto perustuu jo ennestään uusiutuvien luonnonvarojen käyttöön, mikä näkyy maakunnan alhaisemmissa kasvihuonekaasupäästöissä verrattuna koko maan keskimääräisiin kasvihuonekaasupäästöihin. CHP-teknologialla on tärkeä tehtävä resurssitehokkuuden parantamisessa, sillä sen avulla polttoaineen sisältämän energian eli primäärienergian käytön tehokkuus paranee huomattavasti. CHP-prosessissa polttoaineen energiasta saadaan

hyödynnettyä lähes 90 %. CHP-laitoksen kokonaishyötysuhdetta voidaan edelleen nostaa ratkaisulla, joissa sähkön- ja lämmöntuotannon lisäksi tuotetaan kolmatta tuotetta, kuten nestemäistä polttoainetta.

Joensuun voimalaitoksen tärkein resurssien ja tuotannon tehostamisen sekä uusiutuvien luonnonvarojen käytön edistämisen keino onkin Joensuun CHP-yhteistuotantolaitokseen integroitava pyrolyysiteknologiaan perustuva bioöljyn tuotantolaitos. Biopyrolyysiöljyn tuotanto parantaa laitoksen tehokkuutta lisääntyvän lämmöntuotannon johdosta. Biopyrolyysiöljy tulee korvaamaan fossiilista polttoöljyä Fortumin omilla sekä asiakkaiden lämpölaitoksilla. Bioöljylaitos perustuu nopeapyrolyysiteknikkaan, jossa puubiomassaa kuumennetaan nopeasti hapettomissa olosuhteissa. Kuumentamisen seurauksena biomassa hajoaa ja muodostaa kaasuja, jotka lauhdutetaan öljyksi. Joensuun Voimalaitoksen nopeapyrolyysiteknikkaan perustuva bioöljylaitos on teollisessa mittakaavassa ensimmäinen laatuaan koko maailmassa. Integroidun bioöljylaitoksen etuna on erinomainen energiatehokkuus, koska bioöljyn tuotantoprosessissa voidaan hyödyntää myös sellainen hukkalämpö, joka jäisi muuten voimalaitoksella hyödyntämättä (Fortum 2015).

Bioöljylaitos tulevaisuudessa noin 50 000 tonnia biopyrolyysiöljyä vuosittain, mikä vastaa yli 10 000 pientalon lämmitystarvetta. Biopyrolyysiöljyn raaka-aineena käytetään paikallista puubiomassaa, kuten metsähaketta sekä muuta puubiomassaa. Bioöljyn tuotanto lisää Fortumin puun käyttöä energiantuotannossa Joensuussa noin 220 000 m³. Alkuvaiheessa Joensuussa tuotettua bioöljyä käytetään korvaamaan nestemäisiä fossiilisia polttoaineita kaukolämmön tai prosessiteollisuuden polttoaineena. Joensuussa tuotettua bioöljyä käytetään aluksi muun muassa Fortumin omilla lämpölaitoksilla korvaamaan raskasta polttoöljyä. Tulevaisuudessa voimalaitoksilla tuotettu bioöljy voisi toimia raaka-aineena esimerkiksi erilaisille biokemikaaleille tai liikenteen polttoaineille. Biopyrolyysiöljyn hinta on kilpailukykyinen raskaaseen polttoaineeseen verrattuna. Myös muutostyö raskaalta polttoöljyltä biopyrolyysiöljylle voidaan toteuttaa suhteellisen pienellä investoinnilla, sillä nestemäisille polttoaineille suunniteltu logistiikka toimii samalla tavalla riippumatta polttoaineesta eivätkä kiinteät käyttökustannukset eroa merkittävästi raskaan polttoöljyn vastaavista kustannuksista.

Joensuussa tuotettavan bioöljyn kauppanimi on Fortum Otso®. Bioöljyn 50 000 tonnin tuotanto vastaa vuosienergiana noin 210 GWh:a. Alkuvaiheessa maakunnan omaan käyttöön jää 3 GWh:n verran ja vientiin menee 207 GWh:n verran bioöljyä. Vermon lämpökeskus Espoossa on ensimmäinen Fortum Otson® käyttökohde, jossa sillä tuotetaan kaukolämpöä. Savon Voima käyttää Fortum Otso® -bioöljyä kaukolämmön tuotannossaan Iisalmessa raskaan ja kevyen polttoöljyn asemesta (Fortum 2015).

Bioöljyn käytöllä on merkittäviä positiivisia ympäristövaikutuksia, sillä bioöljyllä tuotettu energia vähentää huomattavasti kasvihuonepäästöjä fossiilisiin polttoaineisiin verrattuna. Biopyrolyysiöljyn potentiaali raskaan polttoöljyn korvaajana onkin merkittävä. Kun biopyrolyysiöljyn raaka-aineena käytetään kotimaista puubiomassaa, voidaan varmistaa, että biopyrolyysiöljyn raaka-aine on tuotettu kestävästi. Tämä on tärkeä osa Fortumin kestävä kehityksen strategiaa. Loppukäytössä raskaan polttoöljyn korvaaminen biopyrolyysiöljyllä (210 GWh) vähentää hiilidioksidipäästöjä 59 000 tonnia ja rikkidioksidipäästöjä 320 tonnia.

Biopyrolyysiöljyn tuotannolla on myös positiivisia työllisyysvaikutuksia Joensuun alueella. Työpaikkoja syntyy raaka-aineen hankintaan, tuotantolaitokselle sekä logistiikkaan. Hankkeen työllisyysvaikutus tuotantovaiheessa on noin 60–70 henkilötyövuotta Joensuun seudulla. Joensuun voimalaitoksen esimerkki luo mahdollisuuden konseptin monistamiseen ja biopolttoaineen laajamittaisempaan tuotantovalmiuteen. Tuotantokonsepti on monistettavissa saman kokoluokan CHP-laitoksiin tai erillisenä tuotantoyksikkönä. Tämäntyyppisten suomalaisilla teknologiahankkeilla mahdollistetaan cleantech-osaamisen kasvu ja luodaan teknologian vientimahdollisuuksia suomalaiselle teollisuudelle (Fortum 2015). Biopyrolyysilaitosta pienempi, mutta Joensuun voimalaitoksen resurssien käytön tehokkuutta parantava investointi on savukaasupesuri. Savukaasupesurin avulla voidaan vähentää ja korvata muita polttoaineita 155 GWh:n verran vuodessa.

Joensuun voimalaitoksessa syntyvää lentotuhkaa on jo hyödynnetty metsälannoitteena. Lannoitekäytön lisäksi puu- ja turvetuhkan hyödyntäminen on tällä hetkellä mahdollista perinteisen läjityksen lisäksi maanparannusaineena, tierakentamisessa ja kentillä, kaatopaikkarakenteissa sekä lisäaineena asfaltissa ja sementissä. Tuhkaa syntyy lämpö- ja voimalaitoksilla polton seurauksena ja sen loppusijoitus tai jatkokäyttö tuo lähes aina kustannuksia, jos tuhkaa ei voida hyödyntää esimerkiksi maarakentamiseen. Usein tuhka päätyy kuitenkin hyödyntämättömänä kaatopaikoille tai voima- ja lämpölaitosten omille läjitysalueille, sillä monissa tapauksissa se on edullisempaa kuin hyötykäyttöön saattaminen tai

esimerkiksi raskasmetalleille asetetut raja-arvot ylittyvät hyötykäyttöä ajatellen (Ojala 2010). Kaatopaikalle vietävää tuhkaa verotetaan, mikä lisää toiminnanharjoittajan kustannuksia ja vaikuttaa metsäbioenergian kannattavuuteen. Kaatopaikalle viemisen sijaan tulisi laitosten toiminnanharjoittajille automaattisesti tarjota muita mahdollisuuksia, jotta kustannukset voimalaitoksille eivät kasvaisi kohtuuttoman suuriksi.

Uuden jätelain (Finlex 2015b) mukaisesti lämpö- ja voimalaitoksilla polton seurauksena syntyvät tuhkat voivat olla luonteeltaan tuotantoprosessin sivutuotteita. Uuteen jätelakiin on lisätty jätedirektiiviin perustuvat säännökset siitä, milloin esine tai aine on sivutuotetta tai milloin se ei ole hyödyntämisen jälkeen enää jätettä. Sivutuotteeksi määrittelyä tai jäteominaisuuden päättymistä koskevat ratkaisut ja hakemukset on perusteltava tarkkojen kriteerien pohjalta. Sivutuote ei ole jätelaisissa tarkoitettua jätettä, eikä siihen siten sovelleta jätelain tai sen nojalla annettuja säännöksiä. Sivutuote rinnastuu mihin tahansa tuotteeseen ja kuuluu kyseistä tuotetta koskevan tuotesääntelyn piiriin. Jätelain 5 §:n perustelutekstin mukaan sivutuotteeksi voidaan määrittellä ainoastaan tuotantoprosessissa syntyviä niin sanottuja jäännöstuotteita, jotka syntyvät prosessin sivuvirtana varsinaisen päätuotteen ohella. Sivutuotteita koskevat edellytykset sisältävät muun muassa, että niitä voidaan käyttää sellaisenaan tai tavanomaisen teollisen käytännön mukaan muunnettuna, materiaalille on olemassa olevaa käyttötarve ja kysyntää, materiaalia voidaan käyttää samaan tarkoitukseen kuin vastaava tuote, ei edellytä pitkäaikaista varastointia sekä täyttää sen suunniteltuun käyttöön liittyvää tuotetta sekä ympäristön- ja terveydensuojelua koskevat vaatimukset (Finlex 2015b).

Ennen jätelain uudistusta, jätteiden hyötykäytön edistämiseksi maarakentamisessa laadittiin MARA-asetus vuonna 2006 (Finlex 2015a), jonka tarkoituksena on edistää jätteiden hyödyntämistä määrittelemällä edellytykset, joiden täytyessä asetuksessa tarkoitettujen jätteiden käyttöön maarakentamisessa ei tarvita ympäristönsuojelulain (86/2000) mukaista ympäristölupaa. Ympäristölupaa edellyttävät laitosten tai ammattimainen jätteen hyödyntäminen. Tuhkien hyödyntäminen maarakentamisessa kuuluu MARA-asetuksen alaisuuteen eli valtioneuvoston asetuksen eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa (591/2006) (Finlex 2015a). MARA-asetuksen piiriin kuuluvat myös Joensuun voimalaitokselta tulevat turpeen ja puuperäisen aineksen polton lento- ja pohjatuhkat. MARA-asetuksen mukaan turpeen ja puuperäisen aineksen polton lento- ja pohjatuhkalla tarkoitetaan jätettä, joka on eroteltu mekaanisesti tai sähköisesti muun muassa turpeen, puuhakkeen, kuorijätteen, käsittelemättömän puujätteen tai muun näihin rinnastettavan puuperäisen aineksen taikka niiden seoksen poltossa syntyvistä savukaasuista tai poistettu polttolaitoksen polttokammion pohjalta. Turpeen ja edellä tarkoitettujen puuperäisen aineksen polton leijupetihiekalla tarkoitetaan leijukerroslaitoksen polttoprosessista poistettavaa hiekkapetimateriaalia tai poltossa hienontunutta hiekkapetimateriaalia, joka erottuu savukaasusta joko kattilassa tai savukaasujen puhdistuksessa. MARA-asetuksessa liitteessä määritellään asetuksen soveltamisalaan kuuluvat jätteet sekä niiden sisältämien haitallisten aineiden pitoisuuden ja liukoisuuden raja-arvot. MARA-asetuksen mukaan muun muassa turpeen ja puuperäisen aineksen polton lento- ja pohjatuhkien hyödyntäminen on mahdollista ilman ympäristölupaa ilmoitusmenettelyn nojalla. Tämä koskee tapauksia jolloin jäte hyödynnetään yleisillä pysäköintialueilla, teillä ja kaduilla, urheilukentillä sekä erilaisten alueiden varastointikentillä. Ilmoitusmenettelyn tavoitteena on keventää jätteiden maarakentamiskäyttöä koskevaa sääntelyä ja edistää jätteiden ympäristönsuojelun kannalta turvallista hyödyntämistä.

Joensuun voimalaitoksella syntyvien tuhkien hyötykäytön lisääminen maa- ja vesirakentamisessa olisi sekä itse voimalaitoksen toiminnalle, metsäbioenergian kannattavuudelle että rakentamisen resurssien käytön tehostamiselle suotuisaa. Pohjois-Karjalassa energialaitoksissa syntyvän tuhkan hyötykäyttö maa- ja vesirakentamisessa on ollut olematonta, vaikka maakunta kuluttaakin eniten soraa, hiekkaa ja savea maa- ja vesirakentamiseen ja on niihin liittyvien investointien suhteen raaka-aineintensiteetiltään selvästi muuta maata huonompi. Pohjois-Karjalassakin olisi tärkeää huomata, että uuden tuottamisen sijaan jo olemassa olevan tuotteen mahdollisimman tehokas hyötykäyttö esimerkiksi maarakentamista varten on luonnonvarojen kulutuksen kannalta hyväksi, sillä tuhkan syntyä on mahdotonta estää vaikka polttotekniikat ovat kehittyneet huomasti (Ojala 2010). Ennen kaikkea tuhka tulisi käyttää hyödyksi oman maakunnan alueella mahdollisimman lähellä syntypaikkaa, joten erityisesti voimalaitosten lähellä toimivien muiden yritysten kiinnostusta ja valmiuksia tuhkan hyötykäyttöön tulisi selvittää alueellisesti.

Maarakentamisessa käytettävien luonnon kiviainesten ottotarvetta on mahdollista vähentää merkittävästi hyödyntämällä erilaisia uusiomateriaaleja. Huonolaatuiset maa-ainekset ja teollisuudessa muo-

dostuvat arvokkaat sivuvirrat, kuten tuhkat, ovat uusiomaarakentamisessa keskeisessä asemassa. Uusiomaarakentamisella säästetään luonnon neitseellisiä kiviainesvaroja, kun rakennemateriaalia korvataan kaatopaikalle kuuluvilla jätteiksi tai sivutuotteiksi luokiteltavilla aineksilla. Lentotuhkalla on myös monia hyviä teknisiä ominaisuuksia, kuten tiivistettynä tapahtuva itselujittumisominaisuus. Uusiomaarakentamisen lisääminen ja onnistuminen edellyttää hyvää yhteistyötä rakennuttajien, materiaalituottajien, suunnittelijoiden, urakoitsijoiden ja muiden materiaalitoimijoiden sekä viranomaisten välillä. Polttoprosessin sivutuotteena syntyvää lentotuhkaa on hyödynnetty tienrakentamisessa onnistuneesti Etelä-Pohjanmaalla (Liikennevirasto 2015). Tuhkien aktiivista hyötykäyttöä Etelä-Pohjanmaalla edistettiin merkittävästi muun muassa Etelä-Pohjanmaan ELY-keskuksen tilaaman vaihtoehtosuunnitelman avulla. Suunnitelmassa tuhkan hyötykäyttöä selvitettiin jo hankkeen valmisteluvaiheessa. Liikennevirasto ilmaisi mahdollisuuden uusiomateriaalien käyttöön tiehankkeessa jo Seinäjoen Itäisen ohitustien tarjouspyyntövaiheessa. Alueen tuhkaa tuottavien laitosten oma aktiivisuus tuhkan hyötykäytön edistämiseksi toi tehokkuutta muun muassa rakentamisessa vaadittavaan logistiikkaan ja työmenetelmiin. Uusiomateriaalien käyttö edellytti myös urakoitsijalta ennakkoluulotonta suhtautumista työmenetelmien kehittämiseen. Tuhkien hyödyntämisen lisääminen edellyttääkin hyvää yhteistyötä eri osapuolien, kuten voimalaitosten, rakennuttajien, suunnittelijoiden, urakoitsijoiden sekä viranomaisten välillä, johon olisi Pohjois-Karjalassa nyt tehokkaasti paneuduttava.

Edellä mainittuja Joensuun voimalaitoksen resurssientehostamiskeinoja ja niiden vaikutuksia testattiin ENVIMATmaakunta-kehikossa. Fyysisiin ja rahamääräisiin kysyntä- ja tarjontataulukoihin lisättiin biopyrolyysiöljyn tuotanto, savukaasupesurin polttoaineen kulutuksen väheneminen sekä tuhkien käyttö maa- ja vesirakentamisessa. Resurssien tehostamisessa tärkeää on myös koko tuotantoketjun tehostaminen metsästä sähkön- ja kaukolämmön kuluttajalle. Tähän sisältyvät muun muassa oikeanlaatuisen ja oikea-aikaisen raaka-aineen saanti tehtaalle, tuotantokatkoksien sekä verkkohäviöiden minimointi. Kaukolämmön tuotannon verkkohäviöt ja mittauserot olivat vuonna 2010 37,7 GWh eli noin 6 % tuotetusta kaukolämmöstä (Energiateollisuus 2014a). Verkkohäviöiden minimoinnilla tuotantoa voidaan tehostaa noin 4-5 %. Verkkohäviöiden minimoimisen lisäksi resurssien tehostamisessa oletettiin noin 6 % paranus kaukolämmön tuotannossa tuotantoketjun tehostamisen sekä oikeanlaatuisen – ja aikaisen raaka-aineen saannin johdosta. Panos-tuotosanalyysi ja materiaalivirta-analyysi ajettiin läpi uusilla arvoilla ja tuloksia verrattiin alkuperäisiin 2010 vuoden tuloksiin erityisesti energianhuollon ja resurssientehostamistoimenpiteiden vaikutuksen kohteena oleville toimialoilla.

8.2.3 Resurssientehostamiskeinojen näkyvyys energianhuollon toimialalla

Joensuun voimalaitoksen resurssientehostamiskeinojen investoinnit ovat rahamäärässä mitattuna suuria. Fortum investoi bioöljylaitokseen noin 30 miljoonaa euroa ja on saanut hankkeelle valtion investointitukea noin 8 miljoonaa euroa (Fortum 2015). Savukaasupesurin investointikustannukset olisivat noin 10 miljoonaa euroa. Investointien aiheuttaman kysynnän jakautumista eri toimialoille, maakunnan omiin tuotteisiin, omaan välituotekäyttöön tai tuonnin tuotteiden ja välituotteiden käyttöön ei tässä hankkeessa tiedetty, joten investoinnit jätettiin analyyseistä pois. Siten myös investointien aiheuttama raaka-aineiden käyttö tai vaikutukset kasvihuonekaasupäästöihin eri toimialoilla jäivät huomioimatta.

Joensuun voimalaitokset resurssien tehostamiskeinot näkyivät biopyrolyysiöljyn suuresta viennistä johtuen ennen kaikkea viennissä. Koko Pohjois-Karjalan talouden tuotos parani Joensuun voimalaitoksen resurssientehostamiskeinoista johtuen 1 miljoonaa €. Prosentuaalisesti muutos oli kuitenkin vain 0,01 %. Tuonnin osuus väheni 0,07 % koko maakunnassa ja vienti kasvoi 0,2 %. Energianhuollon toimialan tuotos kasvoi 0,2 %, tuonti väheni 5,6 % ja vienti kasvoi 305 %. Energianhuollon vienti oli vuonna 2010 arvoltaan 1,4 miljoonaa euroa, ja kasvoi resurssientehostamiskeinojen ansiosta 5,6 miljoonaan euroon. Energianhuollon toimialalla tapahtui myös muutoksia tuotoksen käytössä. Viennin osuus tuotoksen käytössä kasvoi ja muut pienenevät. Suhteelliset muutokset eivät kuitenkaan olleet kovin suuria, koska suurin osa eli noin 85 % energianhuollon tuotoksen käytöstä on välituotekäyttöä, eikä sen osuus muuttunut paljoa. Viennin osuus tuotoksen käytöstä kasvoi aiemmasta 0,7 prosentista 2,8 prosenttiin.

Pohjois-Karjalan talouden aiheuttama raaka-aineiden käyttö nousi hieman resurssientehostamiskeinojen johdosta, mikä johtui suuremmasta metsähakkeen käytöstä biopyrolysilaitoksen polttoaineena. Eniten kasvoivat alueen oma käytetty otto ja vienti (taulukko 33). Alueen oma käytetty otto kasvoi 122

miljoonaa kg ja vienti 110 miljoonaa kg. Tuonti väheni hieman, mutta kokonaisuudessaan Pohjois-Karjalan tuotantolähtöinen raaka-aineen käyttö (RMI) kasvoi 110 miljoonalla kilolla. Raaka-aineen käytön yksityinen kulutus supistui 16 miljoonalla kilolla, kun taas investoinnit kasvoivat 21 miljoonalla kilolla. Raaka-aineiden käyttöintensiteetit eri lopputuotekäytön ryhmissä eli kyseisen loppukäytön raaka-aineen käyttö jaettuna sen rahamääräisellä kulutuksella paranivat hieman lukuun ottamatta yksityistä kulutusta.

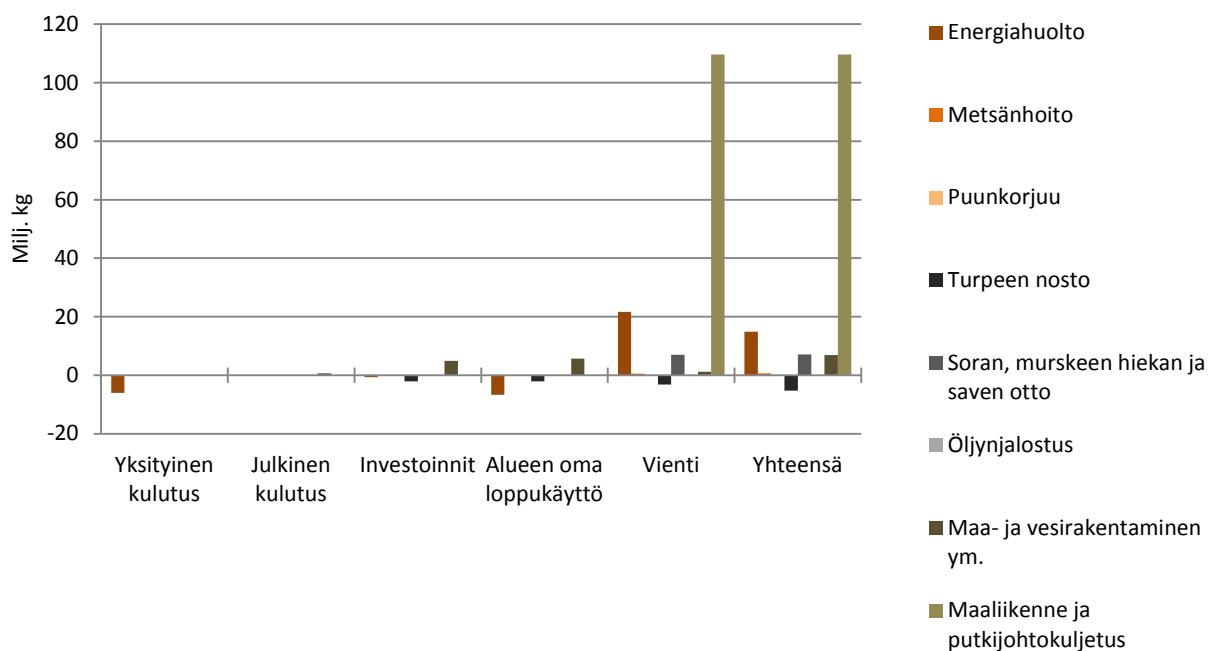
Kokonaisindikaattorit eli tuotantolähtöinen raaka-aineen käyttö kasvoi 1,6 %, tuotantolähtöinen raaka-aineiden käyttö 0,9 % ja kulutuslähtöinen raaka-aineen käyttö 0,05 %. Suhteellinen nousu oli saman sekä väentihyteen (kg/asukas) että bruttokansantuotteeseen verrattuna (kg/BKT).

Taulukko 33. Pohjois-Karjalan talouden aiheuttaman raaka-aineiden käytön jakautuminen eri lopputuotteen ryhmiin Joensuun voimalaitoksen resurssientehostamiskeinojen jälkeen sekä alkuperäisinä vuonna 2010,

	Tehostaminen					2010				
	Oma käytetty otto, Milj. kg	Tuonnin käytetty otto, Milj. kg	Yhteensä, Milj. kg	%	kg/€	Oma käytetty otto, Milj. kg	Tuonnin käytetty otto, Milj. kg	Yhteensä, Milj. kg	%	kg/€
Yksityinen kulutus	927	1 522	2 449	19,7	0,85	934	1 531	2 466	20,0	0,86
Julkinen kulutus	516	237	753	6,1	0,63	516	238	754	6,1	0,63
Investoinnit	2 522	787	3 309	26,6	4,05	2 502	785	3 287	26,7	4,03
Alueen oma loppukäyttö	3 964	2 546	6 511	52,4	1,34	3 953	2 555	6 507	52,8	1,34
Vienti	3 993	1 926	5 919	47,6	3,47	3 882	1 930	5 812	47,2	3,41
Yhteensä	7 957	4 473	12 430	100,0	1,89	7 835	4 485	12 319	100,0	1,87

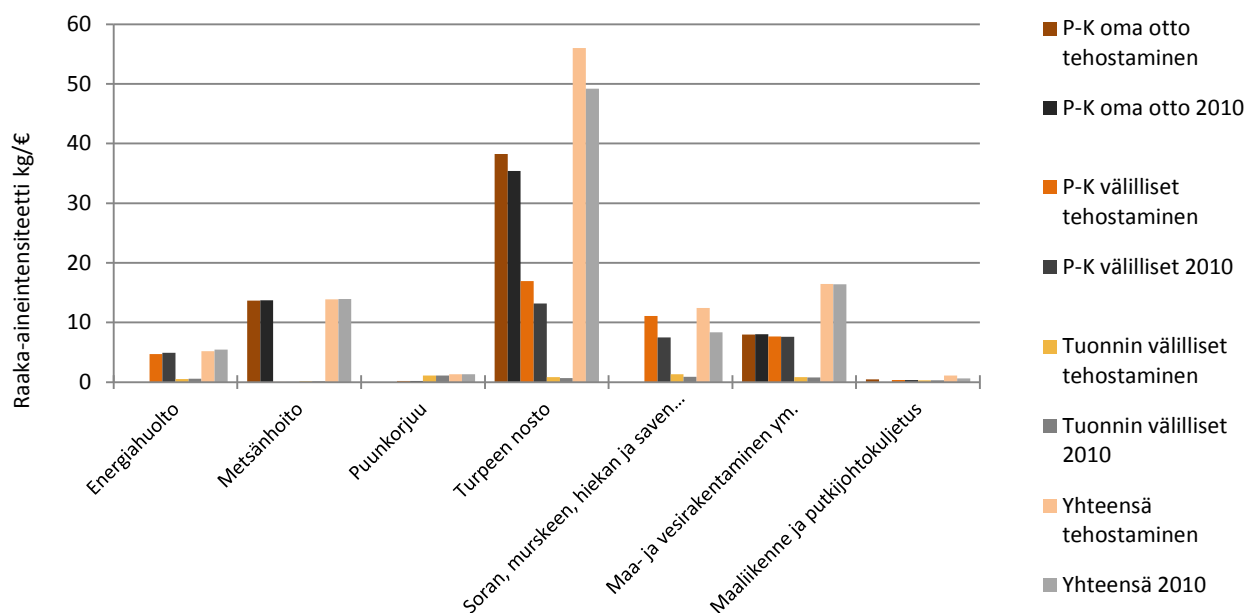
Tuotteiden loppukäytön raaka-ainekäyttöä verrattiin sekä energianhuollon toimialalla että niillä toimialoilla, joille Joensuun voimalaitoksen resurssien tehostamiskeinojen ajateltiin aiheuttavan raaka-ainekäyttöön liittyviä vaikutuksia. Näitä olivat metsänhoito, puunkorjuu, turpeen nosto, soran, murskeen hiekan ja saven otto, öljynjalostus, maa- ja vesirakentaminen ym. sekä maaliikenne ja putkijohtokuljetus. Tuotteiden loppukäytön aiheuttama raaka-ainekäyttö korottikin ennen kaikkea maaliikenteen ja putkijohtokuljetuksen viennin aiheuttamaa raaka-ainekäyttöä (kuva 87). Myös energianhuollon ja soran, murskeen, hiekan ja saven oton viennin raaka-aineiden loppukäyttö kasvoi. Muilla paitsi energianhuollon ja maaliikenteen toimialoilla määrällinen kasvu tai väheneminen oli pientä.

Suhteellisesti energianhuollon viennin määrä kasvoi enemmän kuin muiden. Energianhuollon viennin raaka-ainekäyttö kasvoi 286 %, maaliikenteen ja putkijohtokuljetuksen 240 % ja soran, murskeen, hiekan ja saven oton 40 %. Soran, murskeen, hiekan ja saven ottoa kysyntää ja tarjontaa maa- ja vesirakentamiseen vähennettiin samassa suhteessa, mutta vienti- ja tuontiosuudet pidettiin samana, joten viennin osuus kasvoi. Ottaen huomioon pelkästään Pohjois-Karjalan alueen oman tuotteiden loppukäytön raaka-ainekäytön, energianhuollon loppukäyttö väheni 4 %, maaliikenteen ja putkijohtokuljetuksen loppukäyttö väheni 0,1 % ja turpeen noston loppukäyttö väheni 55 %, kun taas metsänhoidon loppukäyttö kasvoi 5,5 % ja soran, murskeen ja saven oton loppukäyttö 48 %. Vienti mukaan lukien tuotteiden loppukäytön raaka-ainekäyttö kasvoi energianhuollossa noin 9 %, maaliikenteessä ja putkijohtokuljetuksessa 177 %, soran, murskeen, hiekan ja saven otossa 41 %, kun taas turpeen noston tuotteiden loppukäyttö väheni kokonaisuudessaan 53 %.



Kuva 87. Tuotteiden loppukäytön raaka-ainekäyttö eri loppukäytön ryhmissä valituilla toimialoilla Joensuun voimalaitoksen resurssientehostamiskeinojen jälkeen.

Joensuun voimalaitoksen resurssien tehostamiskeinojen seurauksena raaka-aineintensiteetit eli kunkin toimialan käyttämien raaka-aineiden suorien ainepanosten, alueen omien välillisten ainepanosten ja tuonnin välillisten ainepanosten summa jaettuna kyseessä olevan toimialan rahamääräisellä tuotoksella paranivat kokonaisuudessaan hieman energianhuollon, metsänhoidon, maa- ja vesirakentamisen sekä maaliikenteen ja putkijohdon toimialoilla (kuva 88). Turpeen noston sekä soran, hiekan ja saven oton raaka-aineintensiteetit taas huononivat hieman.



Kuva 88. Raaka-aineintensiteetit (kg/€) valituilla toimialoilla Joensuun voimalaitoksen resurssientehostamiskeinojen jälkeen sekä alkuperäisinä vuonna 2010.

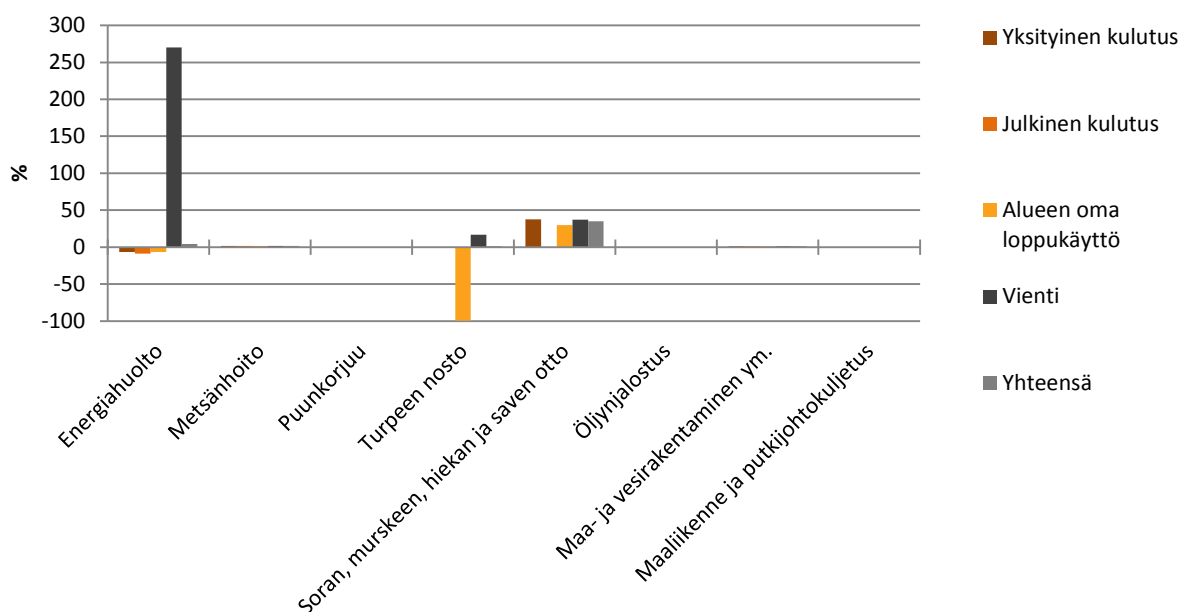
Joensuun voimalaitoksen resurssien tehostamiskeinoilla oli kokonaisuudessaan positiivinen vaikutus Pohjois-Karjalan kasvihuonekaasupäästöihin. Pohjois-Karjalan omat kasvihuonekaasupäästöt vähenivät 22 milj.kg CO₂ekv., tuonnin 14 milj.kg CO₂ekv. ja kokonaisuudessaan 36 milj.kg CO₂ekv. (taulukko 34). Kaikkien loppukäytön ryhmien kasvihuonekaasupäästöt vähenivät, mutta vähennys oli suurinta

yksityisen kulutuksen osalta. Myös eri loppukäytön ryhmien kasvihuonekaasupäästöintensiteetit (kg/€) eli päästöt jaettuna ryhmän rahamääräisellä kulutuksella paranivat hieman. Kokonaisuudessaan Pohjois-Karjalan talouden aiheuttamat omat kasvihuonekaasupäästöt vähenivät 1,8 %, tuotantolähtöiset 1,1 % ja kulutuslähtöiset 1,2 %. Vähennykset olivat prosentuaalisesti samat suhteutettuna sekä väentiheyteen että bruttokansantuotteeseen.

Taulukko 34. Pohjois-Karjalan talouden aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt eri loppukäytön ryhmissä Joensuun voimalaitoksen resurssientehostamiskeinojen jälkeen sekä alkuperäisinä vuonna 2010.

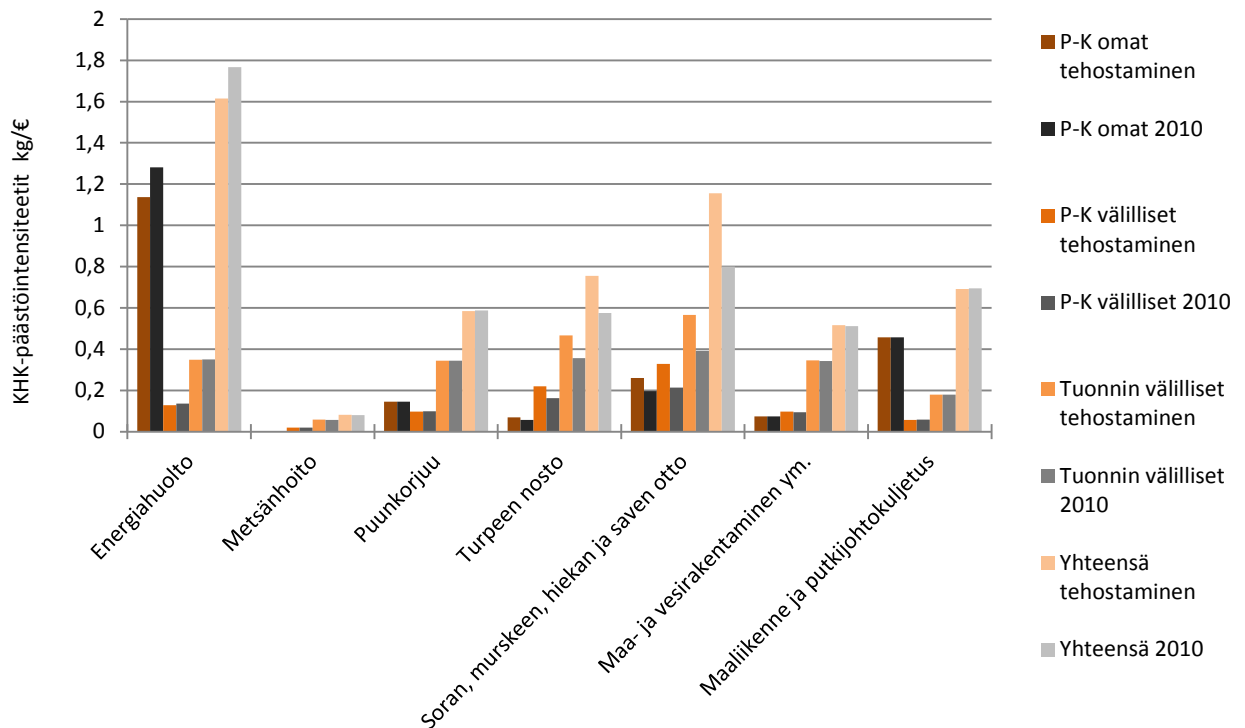
	Tehostaminen					2010				
	Pohjois-Karjalan omat, Milj.kg CO ₂ ekv.	Tuonti, Milj.kg CO ₂ ekv.	Yhteensä, Milj.kg CO ₂ ekv.	%	kg/€	Pohjois-Karjalan omat, Milj.kg CO ₂ ekv.	Tuonti, Milj.kg CO ₂ ekv.	Yhteensä, Milj.kg CO ₂ ekv.	%	kg/€
Yksityinen kulutus	613	934	1 547	46,2	0,54	624	944	1568	46,3	0,55
Julkinen kulutus	81	149	230	6,9	0,19	83	151	233	6,9	0,20
Investoinnit	77	267	344	10,3	0,42	78	267	345	10,2	0,42
Alueen oma loppukäyttö	770	1 351	2 121	63,3	0,44	785	1361	2146	63,3	0,44
Vienti	473	758	1 231	36,7	0,72	481	761	1242	36,7	0,73
Yhteensä	1 243	2 108	3 352	100,0	0,51	1266	2122	3388	100,0	0,52

Tuotteiden loppukäytön kasvihuonekaasupäästöjä verrattiin energianhuollon, metsänhoidon, puunkorjuun, turpeen noston, soran, murskeen, hiekan ja saven otton, öljynjalostuksen, maa- ja vesirakentamisen sekä maaliikenteen ja putkijohtokuljetuksen toimialoilla. Joensuun voimalaitoksen tehostamiskeinoista aiheutuvat tuotteiden loppukäytön kasvihuonekaasupäästöt lisääntyivät erityisesti energianhuollon viennissä (kuva 89). Yksityisen ja julkisen kulutuksen sekä alueen oman loppukäytön ryhmissä energianhuollon tuotteiden loppukäytön kasvihuonekaasupäästöt hieman laskivat. Soran, murskeen, hiekan ja saven otton toimialoilla suhteellinen kasvihuonekaasupäästöjen lisäys oli myös merkittävä. Turpeen noston lopputuotteiden kasvihuonekaasupäästöt vähenivät noin 100 % alueen omissa loppukäytössä, mutta viennin lopputuotteiden päästöt kasvoivat noin 16 %.



Kuva 89. Tuotteiden loppukäytön kasvihuonekaasupäästöjen muutos Joensuun voimalaitoksen tehostamiskeinojen seurauksena verrattuna alkuperäiseen tilanteeseen 2010 valituilla toimialoilla.

Eri toimialojen kasvihuonekaasupäästöintensiteetit eli kyseisen toimialan kasvihuonekaasupäästöt jaetuna sen rahamääräisellä tuotoksella (kg/€) pysyivät pääasiassa samoina resurssien käytön tehostamisen jälkeenkin (kuva 90). Energianhuollon kasvihuonekaasupäästöintensiteetit paranivat Pohjois-Karjalan omien päästöjen sekä välillisten päästöjen päästöintensiteettien pysyessä samalla tasolla. Turpeen noston sekä soran, murskeen, hiekan ja saven otton päästöintensiteetit kasvoivat.



Kuva 90. Kasvihuonekaasupäästöintensiteetit (kg/€) valituilla toimialoilla Joensuun voimalaitoksen tehostamiskeinon jälkeen sekä alkuperäisinä vuonna 2010.

9 Yhteenveto

Pohjois-Karjalan materiaalivirrat ja resurssitehokkuus-hankkeessa tuotettiin Pohjois-Karjalan maakunnan alueelle oma kasvihuonekaasujen osalta ympäristölaajennettu panos-tuotosmalli, niin sanottu ENVIMATmaakunta. ENVIMATmaakunta-mallin avulla voidaan arvioida taloudellisten vaikutusten, materiaalivirtojen sekä kasvihuonekaasupäästöjen välisiä suhteita. ENVIMATmaakunta-malli mahdollistaa tuotanto- ja kulutuslähtöisten kasvihuonekaasupäästöjen ja raaka-aineiden käytön analysoinnin niin, että tuotos-, työllisyys- ja arvonlisäysvaikutukset ovat samanaikaisesti mukana.

Hankkeen tarkoituksena oli selvittää Pohjois-Karjalan maakunnan resurssivirrat, työllisyystiedot, arvonlisäykset ja ympäristönäkökohdat. Tämän tuotannosta ja kulutuksesta luodun kokonaiskuvan avulla pyrittiin tunnistamaan resurssitehokkuuden kannalta haitallisimmat resurssivirrat koko maakunnan tasolla sekä toimialoittain. Keinoina resurssien ja niiden ympäristövaikutusten kartoittamiseen olivat ennen kaikkea panos-tuotosanalyysi sekä materiaalivirta-analyysi, mutta tietoa niin ympäristökuormituksista, jätteistä, maankäytöstä kuin väestön sosiaalisesta hyvinvoinnista ja maakunnan vetovoimaisuudesta haettiin useista lähteistä.

Resurssitehokkuutta mitataan yleensä luonnonvarojen tai raaka-aineiden käyttöä kuvaavalla indikaattorilla suhteutettuna taloudelliseen mittariin tai asukasmäärään. Hankkeessa tuotettiin resurssitehokkuuden mittaamista varten kokonaisresurssitehokkuuden indikaattorit sekä taloudellisten, ympäristövaikutusten ja sosiaaliskulttuuristen vaikutusten teemat, indikaattorit ja indikaattorien arvot Pohjois-Karjalassa. Hankkeessa käytetyt menetelmät antavat tietoa missä mennään ja mitä pitäisi tavoitella. Jatkossa niiden avulla voidaan seurata, onko asetettuihin tavoitteisiin päästy. Tulevaisuuden menestyvät yhdyskunnat ovat hiilineutraaleita, niissä ei synny jätettä ja niissä eletään yhden maapallon kantokyvyn rajoissa. Alueet, joilla nyt systemaattisesti tehdään töitä näiden tavoitteiden saavuttamiseksi tulevat menestymään myös tulevaisuudessa. Kaupungit seuraavat ja mittaavat kestävä kehityksen ja ympäristönsuojelun tasoa monilla eri mittareilla, mutta aluetason päätöksenteossa ja poliittisessa ohjauksessa on tarve vielä sellaisille indikaattoreille, joiden avulla kunta- ja maakuntatasolla pystytään todentamaan, miten kaupungit aidosti kehittyvät kohti resurssiviisautta (Mattinen ym. 2014a). Hankkeen johtavana ajatuksena oli, että raaka-aineita vähentämällä, korvaamalla, kierrättämällä ja käyttöä tehostamalla voidaan pyrkiä minimoimaan taloudellisesta toiminnasta aiheutuvia haitallisia ympäristövaikutuksia samalla parantaen Pohjois-Karjalan ja sen talouden toimijoiden taloutta ja kilpailukykyä sekä maakunnan väestön hyvinvointia ja alueen vetovoimaisuutta.

Alueellisia panos-tuotosanalyysijä, ekotehokkuus- ja resurssitehokkuustarkasteluja on aiemmin tehty muun muassa ECOREG-hankkeessa Kymenlaaksossa (Melanen ym. 2004), Etelä-Savossa (Loponen ja Mäenpää 2011) sekä Jyväskylän seudulla toteutetussa Resurssiviisaat kokeilut-hankkeessa (Mattinen ym. 2014b). ECOREG-hankkeen tavoitteena oli demonstroida ekotehokkuuskäsitettä ja ekotehokkuuden arvioimista alueellisessa mittakaavassa. Kymenlaakson maakunta Kaakkois-Suomessa toimi esimerkialueena (Melanen ym. 2004). Etelä-Savossa tarve alueellisen materiaalitaseen laskemiselle todettiin Etelä-Savon ympäristökeskuksen koordinoimassa Etelä-Savon ympäristöohjelman väliarviossa. Hankkeessa selvitettiin Etelä-Savon talouden tuotantorakenne ja tuotevirrat sekä materiaalitase (Loponen ja Mäenpää 2011). Sitra ja Jyväskylän kaupunki toteuttivat vuodesta 2013 alkaen yhteistyössä Kohti resurssiviisautta -hankkeen, jonka tarkoituksena oli edistää resurssien viisaampaa käyttöä sekä vähentää haittoja ympäristölle yhteistyössä asukkaiden, yritysten ja yhteisöjen kanssa. Hankkeen aikana Jyväskylän alueella toteutettiin 14 käytännön kokeilua, joiden tavoitteena oli säästää luonnonvaroja, mahdollistaa kestäviä elämäntapoja ja lisätä hyvinvointia. Kokeilusta laadittiin selvitys, jossa tarkasteltiin kokeilujen vaikutuksia etenkin ilmastoon ja luonnonvarojen käyttöön. Selvityksen mukaan kokeiluilla oli selviä myönteisiä vaikutuksia ympäristöön, hyvinvointiin ja talouteen (Mattinen ym. 2014b).

Pohjois-Karjalan materiaalivirrat ja resurssitehokkuus-hankkeen mukaan Pohjois-Karjalan suurimmat toimialat raaka-aineiden käytöltään olivat kokonaisuudessaan maa- ja vesirakentaminen, metsänhoito, muu kaivostoiminta ja louhinta, paperi- ja kartonkituotteiden valmistus, talonrakentaminen sekä puun sahaus, höyläys ja kyllästys. Pohjois-Karjalan oma otto oli suurinta metsänhoidon, muun kaivos-toiminnan ja louhinnan, maa- ja vesirakentamisen ja turpeen noston toimialoilla. Oman raaka-aineeton osuus oli erittäin suuri rakennusmineraalien eli soran, hiekan ja murskeen sekä puun osalta. Pohjois-

Karjalan tuonnin käytetty otto muodostui metallien sekä fossiilisten polttoaineiden tuonnista. Asukasluvuun suhteutettuna Pohjois-Karjalan raaka-ainekäyttö oli noin 7 % koko Suomen keskimääräistä tuotantolähtöistä raaka-ainekäyttöä suurempi. Kulutuslähtöinen raaka-ainekäyttö, josta on vähennetty viennin osuus, oli Pohjois-Karjalassa asukasluvun suhteutettuna 20 % suurempi kuin koko maan vastaava. Julkiseen kulutuksen osalta julkinen hallinto- ja sosiaalivakuutus, maa- ja vesirakentaminen, terveys ja sosiaalipalvelut sekä koulutus olivat raaka-aineiden käytöltään erittäin suuria toimialoja. Pohjois-Karjalan raaka-aineiden käytön intensiteetit olivat koko maan keskimääräisiä intensiteettejä suuremmat jokaisessa loppukäytön ryhmässä; niin yksityisessä kulutuksessa, julkisessa kulutuksessa, alueen omassa loppukäytössä kuin viennissä. Ero oli suurin erityisesti investoinneissa. Pohjois-Karjalassa kaikissa loppukäytön ryhmissä euroa kohden kulutettiin enemmän raaka-aineita kuin koko maassa keskimäärin. Pohjois-Karjalan raaka-aineiden käytön intensiteetin voidaan siten sanoa olevan korkeampaa kuin koko maassa keskimäärin. Edellytyksiä resurssien tehostamiselle maakunnassa pitäisi siten olla erityisesti investointien suhteen. Investoinnit pitävät sisällään ennen kaikkea maa- ja vesirakentamisen sekä talonrakentamisen toimialat. Pohjois-Karjalassa nouseekin erittäin tärkeäksi kiertotalous ja uudistuvan jätehuollon hierarkia etenkin maa-ainesten, tuotannon sivutuotteiden ja rakennus- ja purkujätteen hyödyntäminen.

Pohjois-Karjalan kasvihuonepäästöt ovat jo nyt asukasluvun suhteutettuna noin puolet koko maan keskimääräisistä asukasluvun suhteutetuista päästöistä. Suorilta kasvihuonepäästöiltään maatalous oli energianhuollon kanssa selvästi suurimmat toimialat. Alueen omat loppukäytön kasvihuonekaasupäästöt olivat 63 % ja viennistä johtuvat 37 %. Vienti mukaan lukien Pohjois-Karjalan tuotteiden loppukäytön mukaan suurimmat kasvihuonekaasupäästöjä aiheuttavat toimialat olivat öljynjalostus, muu kiinteistötoiminta, paperi- ja kartonkituotteiden valmistus sekä maitotaloustuotteiden valmistus. Öljynjalostuksen kasvihuonekaasupäästöt johtuvat energiaöljyjen, lähinnä raskaan polttoöljyn tuonnista.

Hankkeessa toteutettiin ENVIMATmaakuntamallissa ns. resurssientehostamispolkua, jossa otettiin huomioon muun muassa Pohjois-Karjalan ilmasto- ja energiaohjelma 2020 ja sen tavoitteet eri energialajien kulutukselle, yksityisautoilun päästöjen vähentäminen, maatilojen hajautetut biokaasulaitokset, maa-ainesten kierrätys, ruokatalous ja ruokahävikin vähentäminen sekä alueen oman tuotannon ja kasvisruoan suosiminen ruokataloudessa.

Resurssientehostamispolun tuloksia tarkasteltaessa maa-ainesten kierrätys pelkästään helpoimmin kierrätettävien aineiden osalta pienensi huomattavasti soran, hiekan ja murskeen käyttöä. Harjuainesvarannot ovat ehtymässä monissa paikoin Suomea, mutta myös osissa Pohjois-Karjalan maakuntaa. Tämän vuoksi raaka-ainevarojen resurssitehokas käyttö edellyttäisi jäljellä olevien soravarojen käyttämisestä ensisijaisesti betoniteollisuuden tarpeeseen (Pohjois-Karjalan maakuntaliitto 2014a.) Maa- ja vesirakentamisessa tulisi käyttää kalliokiviaineita. Kuitenkin uusien kiertotalouden periaatteiden ja jätelain mukaisesti sekä sivutuotteiden että rakennus- ja purkujätteen kierrätystä ja uudelleenkäyttöä tulisi tehostaa. Uuden jätelain mukaan rakennus- ja purkujätteistä on hyödynnettävä materiaalina vuoteen 2020 vähintään 70 %.

Elintarvikejätteen määrää tulisi vähentää 30 % vuoteen 2025 mennessä. Resurssientehostamispolun tuloksena ruokataloudella ja ruokahävikin vähentämisellä julkisella sektorilla sekä alueen oman tuotannon ja kasvisruoan suosimisella näkyikin vaikutuksia niin alueen omien tuottajien tuotoksen paranemisessa kuin julkisissa palveluissa, kuten terveydenhuollossa ja koulutuksessa, joissa ravitsemistoiminnan kysyntä on suurta. Kierrättämällä maa-aineita, poistamalla fossiilisten polttoaineiden käytön energiantuotannossa ja lisäämällä uusiutuvien käyttöä sekä ruokatalouden muutoksilla raaka-aineiden käytössä Pohjois-Karjalan oma otto lisääntyi 5,9 %, mutta nousu tapahtui kasvien ja puun otossa.

Maakunnan oma tuotteiden loppukäytön raaka-ainekäyttö väheni kokonaisuudessaan 11,4 %. Vientituotteiden raaka-ainekäyttö kasvoi 15,9 % muun muassa pelletin ja pyrolyysiöljyn viennin johdosta. Julkisen kulutuksen raaka-ainekäyttö väheni kokonaisuudessaan 12 %. Resurssientehostamispolku osoitti, että raaka-aineiden kulutusta pienentämällä, kierrättämällä materiaaleja uudelleen hyötykäyttöön sekä korvaamalla raaka-aineita ympäristölle vähemmän haitallisilla raaka-aineilla, muun muassa uusiutumattomat polttoaineet uusiutuvilla, voidaan saada tuotosta paranemaan, raaka-aineiden käyttöä vähemmän sekä kasvihuonepäästöjä pienemmään. Ilmasto- ja energiaohjelman 2020 tavoitteiden mukainen energialajien käyttö vähensi maakunnan omasta otosta johtuvia kasvihuonepäästöjä 6,1 % ja raaka-aineiden kulutuksesta johtuvia 20,7 %. Maakunnan omat tuotteiden loppukäytön kasvihuonekaasupäästöt vähenivät kokonaisuudessaan 21 %. Energianhuollon toimialalla vähennys oli 46 %, muun kiinteis-

tötoiminnan sekä asuntojen vuokrauksen ja hallinnan 42 %, öljynjalostuksen 35 % ja koulutuksen 26 %. Käytännön toteuttaminen vaatii kuitenkin eri toimijatasojen ratkaisuja lainsäädännön ja yhteiskunnan tuen lisäksi muun muassa kunnilta ja Hinku-tyyppisiltä hankkeilta.

Resurssientehostamispolun tuloksia tarkasteltaessa on kuitenkin otettava huomioon, että etenkin ilmasto- ja energiaohjelman ja sen tavoitteet eri energialajien kulutukselle vaativat suuriakin investointeja uusien energiamuotojen käyttöönottoon ja tuotantoon. Investoinneille olisi löytynyt keskimääräisiä kustannuksia, mutta ei niiden aiheuttaman kysynnän jakautumista eri toimialoille sekä maakunnassa että maakunnan ulkopuolella. Pienet energiainvestoinnit, kuten lämpökattilan tai – laitoksen muuntaminen bioöljyllä tai metsähakkeella toimivaksi voidaan vielä pääosin toteuttaa pienin investoinnein, olemassa olevia rakennuksia hyödyntämällä ja pääosin oman maakunnan tuotteita ja raaka-aineita käyttämällä. Pohjois-Karjalan ilmastonmuutoksen hillintään, energian saatavuuteen sekä energiaturvallisuuteen ja -omavaraisuuteen suunnitteilla olevat suuremmat investoinnit, kuten tuulivoimapaistot ja liikennebiokaasulaitokset, sitä vastoin lisäävät kysyntää sekä maakunnan omille tuotteille ja raaka-aineille, kotimaiselle tuonnille ja ulkomaan tuonnille. Uusiin energiamuotoihin siirryttäessä kulutetaan siten raaka-aineita ja aiheutetaan kuormitusta ympäristöön. Resurssientehostamispoluissa ei investointien aiheuttamasta kysynnästä johtuvaa raaka-aineiden käyttöä ja kasvihuonekaasupäästövaikutuksia voitu tässä hankkeessa ottaa huomioon. Siten resurssientehostamispolun tulokset ovat vain suuntaa antavia tuloksia lähinnä investointien toteuttamisten jälkeen.

Talouden toiminnan aiheuttaa moninaisia ympäristövaikutuksia ja kuluttaa resursseja. Siten myös resurssientehostamiskeinojen kirjo on hyvin laaja. Yleisellä tasolla on hyvä noudattaa valtakunnallisia tavoitteita, mutta ylemmän tason tavoitteiden saavuttamiseksi ja toimien jalkauttamiseksi paikallinen tavoitteenasettaminen on osa sitä työtä, joka johtaa valtakunnallisten tavoitteiden saavuttamiseen. Lisäksi paikallisten erityispiirteiden huomioiminen on käytännössä mahdollista ainoastaan alueellisia tavoitteita asetettaessa (Mattinen 2014a). Pohjois-Karjalalle parhaiten sopivien resurssientehostamiskeinojen valinta vaatinee siten priorisointia ja suunnitelmallista työtä resurssitehokkuuden tavoitteiden asettamiseksi, sillä resurssitehokkuutta kuvaavat indikaattorit eivät riitä muutoksen aikaansaamiseksi. Indikaattorit kuitenkin auttavat näkemään miten nopeasti ja mihin suuntaan alue kehittyy (Mattinen 2014a).

Hankkeen tulosten mukaan Pohjois-Karjalalle ensisijaisesti tärkeimmät resurssientehostamiskeinot ovat maa- ja vesirakentamisen sekä rakentamisen aiheuttaman raaka-ainekäytön ja investointien suuren raaka-aineintensiteetin vähentäminen kierrättämällä ylijäämämaata, tuhkaa ja sivukiveä neitseellisten maa-ainesten oton sijaan. Pohjanmaalla sekä Varsinais-Suomessa energianhuollosta sivutuotteena syntyntä tuhkaa sekä betonimursketta on käytetty maa- ja vesirakentamisessa jo paljon. Pohjois-Karjala on muita maakuntia jäljessä uusiomaarakentamisainesten käytön suhteen. Energia- ja ilmasto-ohjelman mukaiset tavoitteet lisätä uusiutuvan energian osuutta sekä metsähakkeen käyttöä sähkö- ja lämpöenergian tuotannossa lisäävät kuitenkin huomattavasti myös niistä syntyvien puun- ja turpeen polton tuhkien määrää.

Uusi jäteverolaki astui voimaan vuoden 2011 alussa. Lain tavoitteena on vähentää jätteiden kaatopaikkäsittelyä ja lisätä jätteiden hyötykäyttöä. Uusi jäteverolaki koskee kaikkia kaatopaikalle toimitettavia jätteitä, joiden hyötykäyttö on teknisesti ja ympäristön kannalta mahdollista. Myös voimalaitoksilla syntyvä tuhka on jäteveron alaista jätettä. Kaatopaikalle toimitettavasta jätteestä maksettavan veron määrä on 50 euroa tonnilta. Mikäli energianhuollon toimijat eivät saa sivutuotteitaan hyötykäyttöön, heikentää se metsäbioenergian tuotannon kannattavuutta suhteessa fossiilisiin polttoaineisiin. Energia- ja ilmastostrategian mukaiset uusien energiamuotojen käyttöönotto tulee myös osaltaan lisäämään maa- ja vesirakentamisen sekä rakentamisen investointeja. Investointien vaatimaan raaka-ainekäyttöön tulisi varautua ajoissa, edesauttaa eri toimijoiden välistä yhteistyötä sekä markkinoida uusiomaarakennusainesten käytöstä tulevia synergiaetuja. Rakennus- ja purkujätteen hyötykäyttö ja kierrätysasteen parantaminen kuuluvat valtakunnallisen jättesuunnitelman tavoitteisiin. Toimijat ja yritykset tarvitsevat tietoa muuttuvasta toimintaympäristöstä, säädöksistä sekä uudistuneen jätehuollon tarjoamista mahdollisuuksista.

Kasvihuonekaasupäästöjen osalta Pohjois-Karjalan tilanne on muuhun Suomeen verrattuna hyvä, mutta sitä on edelleen mahdollista parantaa. Energianhuollon toimialalla metsäbiomassan ja energiapuun käyttö on Pohjois-Karjalassa varsin korkealla asteella jo tällä hetkellä. Energianhuollon käyttämisestä polttoaineista uusiutuvan energian osuus oli vuonna 2010 74 % ja uusiutumattomien 26 %. Uusiutuvista energianlähteistä metsähakkeen osuus oli 34 % energianhuollossa. Energianhuollon toimialalla

uusiutuvien energianlähteiden osuus on korkeampi kuin kokonaisprimäärienergian käytössä koko Pohjois-Karjalassa yhteensä. Kaikki toimialat huomioiden Pohjois-Karjalassa käytettiin uusiutuvia energianlähteitä 68 % ja fossiilisia polttoaineita 32 %.

Pohjois-Karjalan tärkein uusiutuviin luettava polttoainelähde oli teollisuuden jätevesiliemet. Puu- ja biopohjaisten polttoaineiden kokonaiskulutuksesta puunjalostusteollisuuden jäteliemien osuus oli lähes puolet. Kierrätyspolttoaineita valmistettiin muovista, pahvista ja puusta. Kierrätyspolttoaineiden valmistuksen sijaan tämän energijakeen materiaalit voitaisiin todennäköisesti kierrättää suhteellisen helposti ja se olisi myös jätelain etusijajärjestyksen mukaista. Muovi- ja puujätteet tulisi ensisijaisesti kierrättää uusiokäyttöön ja vasta toissijaisesti energiakäyttöön. Molemmista kuitenkin syntyy kasvihuonekaasusäästöjä korvattavien polttoaineiden lajista riippuen. Kannusteiden pitää tukea uudenlaisia valintoja. Jätteenpolttoto on huomattavasti parempi vaihtoehto kuin kaatopaikoille läjitys, mutta uhkana on, että poltosta tulee nielu myös helposti kierrätettäville jätelajeille. Jätteenpolttokapasiteetin lisäys voi pahimmillaan viedä markkinoita uusilta kierrätysratkaisuilta, sillä voimaloihin tehtyjen jätti-investointien jälkeen jätteenpolttoto on edullista. Tämän vuoksi kannusteiden pitää tukea ennen kaikkea kierrätystä ennen polttoa.

Pohjois-Karjalan ilmasto ja energiaohjelma 2020-tavoitteet fossiilisesta öljystä vapaaseen maakuntaan ohjaavat tulevaisuuden resurssien käyttöä. Ohjelmasolta vain olisi siirryttävä toimenpiteisiin. Resurssitehokkuuden kannalta ilmasto- ja energiaohjelman tavoitteiden saavuttamiseksi olisi ensimmäiseksi hyödynnettävä jo olemassa olevia laitoksia ja muuttaa kaupunkivoimalaitokset ja lämpökeskukset raskaan polttoöljyn sijaan uusiutuvalla energialla toimiviksi. Energianhuollon toimialan lisäksi tavoitteet vaativat kuitenkin myös yksityisten toimijoiden ja kansalaisten aktiivisuutta ja halua siirtyä fossiilisista öljyistä eroon. Tämä vaatinee oikeanlaisia kannustimia ja tukea.

Pohjois-Karjalan omia suorja päästöjä syntyi eniten maataloudesta. Maatalouden hajautettujen biokaasulaitosten syntyä maakuntaan voisi siten edistää poliittisin toimenpitein ja neuvonnan avulla. Pohjois-Karjalassa on karjatalousvaltaisessa maataloudessa suuri potentiaali lannan hyötykäytölle. Lannan sekä muun maataloudessa syntyvän orgaanisen jätteen mädätys biokaasuksi tuottaa useita etuja. Lannan mädätys biokaasuksi tuottaa uusiutuvaa energiaa. Yhden tai muutaman tilan yhteisestä biokaasulaitoksesta voidaan saada sähkö- ja lämpöenergiaa vähintäänkin maatalouden energiaomavaraisuuden verran. Lisäksi voidaan tuottaa biometaania liikennekäyttöön. Biokaasulaitoksesta syntyvä käsittelyjännös on tehostettu lannoitevalmiste, jossa on enemmän ammoniumtyyppiä. Näin maatilat säästävät myös lannoittekustannuksissa. Käsittelyjännös on myös hajuton, mikä vähentää suoraan pellolle levitettävän lannan aiheuttamia sosiaalisia haittoja. Lannan mädätys biokaasuksi auttaa sekä kasvihuonekaasujen, ravinnehuuhoutumien että ammoniakkipäästöjen hallintaa.

Itä-Suomen alueellisen jätesuunnitelman painopistealueita ovat jätteiden energiahyötykäytön lisääminen, biohajoavien jätteiden käsittelyn kehittäminen, haja-asutusalueiden jätehuolto sekä rakentamisen jätteiden hyödyntäminen ja käsittely. Alueen jätehuollon haasteet liittyvät harvaan asuttuihin alueisiin, jolloin kerättävät jätemäärät ovat pieniä ja välimatkat pitkiä. Lisäksi pienten ja keskisuurten yritysten vaikeutena on löytää sopivia kaupallisia palveluja jätehuoltonsa ja materiaalkierrätyksensä ratkaisemiseksi. Jätehuoltopalvelujen kannattavuus on harvaan asutuilla alueilla haaste. Kaatopaikalle sijoittaminen on toistaiseksi edullisempaa ja helpompaa. Tässä voidaan kuitenkin menettää merkittäviä liiketoimintapotentiaaleja ja samalla arvokasta raaka-ainetta.

Julkisen kulutuksen raaka-ainekäyttö kohdistui eniten julkisen hallinnon ja sosiaalivakuutuksen, maa- ja vesirakentamisen sekä terveys- ja sosiaalipalveluiden toimialoille. Uusiomaarakentaminen edistäisi siten myös julkisen kulutuksen raaka-ainekäytön pienentämistä. Julkisessa kulutuksessa kiinteistötoiminta ja kiinteistöjen vuokraus ja hallinta olivat suuri menoerä. Olemassa olevien rakennusten energiatehokkuuden parantaminen ja käyttöasteen nostaminen voivat vähentää niistä aiheutuvia kuluja. Säästöjä voidaan saada aikaan myös etätömahdollisuuksien parantamisella. Julkisista tiloista myös iso osa lämpenee fossiililla polttoaineilla, joten niiden korvaaminen uusiutuvilla energianlähteillä olisi Pohjois-Karjalan energia- ja ilmastotavoitteiden mukaista. Tyhjillään olevien kiinteistöjen käyttötarkoituksen muutos esimerkiksi asunnoiksi voisi myös parantaa julkisen hallinnon kiinteistötoiminnan tehokkuutta. Julkisten terveys- ja sosiaalipalveluiden menot tulevat todennäköisesti kasvamaan lähitulevaisuudessa Pohjois-Karjalan väestön ikärakenteesta johtuen. Eläköityvän väestön käytettävissä olevat rahatulot ovat kuitenkin kasvaneet ja siten yksityisten hyvinvointi-, terveys- ja sosiaalipalveluiden kysyntä voisi kasvaa. Laadukkaista palveluista tarvitaan kuitenkin tietoa, sillä tiedonpuute on yksi suu-

rimmista yksityisten hyvinvointipalveluiden esteistä. Myös yksityisten hyvinvointi-, terveys- ja sosiaalipalveluiden yrittäjyyttä tulisi kannustaa ja tukea. Julkisten terveys- ja sosiaalipalveluiden kuormittumisen lisäksi yksityiset hyvinvointipalveluyritykset toisivat maakuntaan lisää työllisyyttä.

Ravitsemispalvelut ovat iso menoerä julkiselle kulutukselle erityisesti sosiaali- ja terveyspalveluissa ja koulutuksessa. Ravitsemuspalveluissa suhteellisesti eniten ruokahävikkiä syntyi päiväkodeissa, vanhustentaloissa ja sairaaloissa. Ruoan kokonaishävikki oli näissä noin 25 %. Silvennoisen ym. (2012) mukaan suurin ruokahävikin syy oli tarjontatapana käytetty ruoan ottaminen linjastosta itse, mihin vaikuttaa sekä lainsäädäntö että ruokamäärän menekin ennustamisen vaikeus. Toisaalta sairaaloissa, vanhustentaloissa ja vastaavissa, joissa kaikille tarjotaan sama annos huolimatta siitä, pystyvätkö tai haluaivatko syödä, voi hävikki olla suurta. Ruokaketjujen materiaalihävikin hallintaan pystytään vaikuttamaan muun muassa kuljetusten oikea-aikaisuudella, seuraamalla ruokahävikkiä tarkalla ja ajantasaisella kirjanpidolla sekä jakamalla tietoa toimijoiden välillä. Ruokahävikin seuraaminen, vähentäminen ja biojätteen keräyksen tehostaminen erityisesti sosiaali- ja terveyspalveluissa, päiväkodeissa ja kouluissa voi tehostaa ravitsemispalveluiden aiheuttamia kuluja ja materiaalihävikkiä. Ruokatalouteen liittyy läheisesti myös oman maakunnan ja kasviperäisten tuotteiden suosiminen. Ne vähentävät ruokataloudesta aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä sekä edesauttavat maakunnan työllisyyttä. Maakunnan omia tuotteita tulisi suosia niin sosiaali- ja terveyspalveluissa ja kouluissa, mutta myös kotitalouksille suunnattu tiedotus ja markkinointi lähiruoan positiivisista vaikutuksista olisi tärkeää.

Joensuun seutualueella on jo aloitettu asuinalueiden tiivistäminen kohti Joensuun keskustaa. Yhdyskuntarakenteen eheyttäminen tapahtuu kytkeillä ydinkaupunkiseutuun liittyvät taajamat yhtenäiseksi rakenteelliseksi kokonaisuudeksi, ohjaamalla kasvu pääosin taajamarakenteen sisälle tai kiinteästi olevan taajamarakenteen yhteyteen, tiivistämällä joukko- ja kevyenliikenteen käytävien vaikutusalueiden sekä palvelukeskittymien maankäyttöä sekä vahvistamalla kylärakentamisessa yhdyskuntatekniikan piirissä olevia ja maaseudun peruspalveluita ja maaseutuelinkeinoja tukevia kyliä. Yhdyskuntarakenteen eheyttämisessä on kuitenkin tärkeää muistaa viheralueiden merkitys. Kaupunkien viheralueet ovat tärkeitä paitsi itse luonnon, myös ihmisten ja koko kaupungin viihtyisyyden kannalta. Ne vaikuttavat kaupunkilaisten terveyteen tarjoten monenlaisia mahdollisuuksia virkistytymiseen ja liikuntaan. Viheralueilla on vaikutusta myös kaupunkiympäristön laatuun. Kasvillisuudella on erityinen merkitys kaupunkilman laatuun sitomalla päästöjä ja vähentämällä kaupungin lämpökuormaa. Viheralueet ehkäisevät myös melu- ja pölyhaittoja kaupunkialueella. Luonnon läheisyys tarjoaa myös monia esteettisiä arvoja ja se nostaa myös kiinteistöjen arvoa (Huikuri 2014). Erityisesti asutuksen välittömässä läheisyydessä olevien kuntoreittien tulisi tarjota ympärivuotiset mahdollisuudet liikuntaan. Riittävän laajat kaupunkiluontoalueet palauttavat stressistä. Erityisesti lähiluontoalueiden merkitys ja niiden turvaaminen asukkaille korostuu, kun terveyden ja hyvinvoinnin hyödyt lisäävät merkitystään ulkoilun motiiveina (Huikuri 2014).

Yritykset ja kuluttajat ovat edelleen keskeisiä toimijoita siirtymisessä kohti resurssitehokasta yhteiskuntaa sekä kiertotaloutta. Markkinat ovat tärkeä tekijä resurssitehokkuuden ja kiertotalouden edistämiseksi, koska materiaaleista ja energiasta on tullut pääasiallisia tuotantopanoskustannuksia monille yrityksille. Kuitenkin jäljellä on useita markkinaesteitä resurssien tehokkaalle ja tulokselliselle hallinnalle. Jätteen syntyminen ehkäisemisen, ekosunnittelun, uudelleenkäytön ja samankaltaisten toimenpiteiden avulla voidaan saavuttaa suuriakin säästöjä. Tämä edellyttää kuitenkin sitä, että markkinaesteet, jotka estävät näiden mahdollisuuksien kehittämisen, poistetaan. Arvoketjun alku- ja loppuvaiheen päätökset on liitettävä toisiinsa paremmin, jotta voidaan tarjota johdonmukaisia kannustimia tuottajien, investoijien, jakelijoiden, kuluttajien ja kierrättäjien välillä ja varmistaa kustannusten ja hyötyjen tasapuolinen jakautuminen. Markkinamekanismeja on käytettävä resurssien mahdollisimman tehokkaan jakamisen ja käytön varmistamiseksi. Lisäksi on kehitettävä toimivat uusiomateriaalimarkkinat. Erityisesti olisi kiinnitettävä huomiota siihen, että yrittäjät pääsevät mahdollisille uusille kiertotalouteen liittyville markkinoille, ja varmistettava, että työmarkkinoiden käytettävissä on tarvittava osaamis pohja. Tuotantovaiheessa tärkeimpiä keinoja resurssitehokkuuden edistämiseksi ovat kestävä hankintastandardit, teollisuuden ja vähittäiskaupan vapaaehtoiset järjestelmät sekä teolliset symbioosit markkinoiden luomiseksi sivutuotteille. Kuluttajien olisi pystyttävä tekemään tietoisia valintoja eri tuotteiden ympäristövaikutuksia koskevan tiedon perusteella. Kulutusvaiheessa tärkeimmiksi tehostamiskeinoiksi nousevat kulutukseen liittyvät yhteistyömallit, jotka perustuvat tuotteiden lainaamiseen, vaihtamiseen ja vuok-

raamiseen, sekä tuotepalvelujärjestelmät, joiden avulla saadaan enemmän arvoa alihyödynnetystä omaisuudesta tai resursseista (European Commission 2014).

Pohjois-Karjalan omien strategisen ohjelmien toteuttaminen antaa hyvät lähtökohdat resurssitehokkuuden parantamiselle. Tämän lisäksi tarvitaan kiertotalouteen ja jätekysymyksiin liittyviä uusia kehittämistoimenpiteitä, joita voidaan edesauttaa erillisillä ohjelmilla ja integroiduilla hankkeilla. Resurssitehokkuuteen liittyvien toimenpiteiden käytännön toteuttaminen vaatii erilaisia toimijatasojen ratkaisuja. Resurssitehokkuuden käytännön työn toimeenpano saattaa edellyttää valtakunnallisen tukiorganisaation, jonka avulla voidaan aktivoida Pohjois-Karjalan alueen eri toimijoiden, kuntien, yritysten, järjestöjen ja asukkaiden resurssitehokkuustyötä. Erityisesti pienet ja keskisuuret yritykset tarvitsevat tietoa muuttuvasta toimintaympäristöstä, uusista säädöksistä, jätehuollon sekä kiertotalouden tarjoamista mahdollisuuksista. Tarvitaan myös eri toimijoiden välistä yhteistyötä ja yhteistyöverkoston muodostamista. Näissä maakunnan toimijat, kuten Pohjois-Karjalan Maakuntaliitto, Kauppakamari, Pohjois-Karjalan ELY-keskus sekä kunnat, voivat toimia edesauttajina ja kannustajina.

Pohjois-Karjalan materiaalivirrat ja resurssitehokkuus-hankkeessa käytettyjä menetelmiä voidaan jatkossa kehittää edelleen. Hankkeessa luotu taloudellisten vaikutusten, ympäristövaikutusten sekä sosiaaliskulttuuristen vaikutusten teemoja ja indikaattoreita voidaan jatkossa käyttää maakunnan resurssitehokkuuden edistymisen seurantaan. Hankkeessa laadittu indikaattorijoukko on hyvin laaja. Indikaattoreita tulisikin jatkossa arvottaa maakunnan asiantuntijoiden toimesta, jotta resurssitehokkuuden mittaamiseen valittu indikaattorijoukko pieneneisi ja kuvaisi Pohjois-Karjalan maakunnalle tärkeimpien resurssientehostamiskeinoja sekä niiden edistymistä.

Hankkeessa käytettyjä menetelmiä voidaan myös viedä muihin maakuntiin. Tällöin olisi mahdollista vertailla eri maakuntien resurssitehokkuutta toisiinsa. Vertailussa ei tulisi keskittyä pelkästään maakuntien heikkouksien löytämiseen, vaan ennen kaikkea löytää uusia mahdollisuuksia ja synergiaetuja resurssitehokkuuden parantamiselle. Kehitettyyn resurssitehokkuuden mittaamisen indikaattorijoukkoon voisi jatkossa soveltaa päätösanalyysimenetelmää, jossa maakunnan eri toimijat ja asiantuntijat arvottaisivat teemoja tai indikaattoreita toisiinsa. Eri toimijoilla on erilaiset näkemykset, mitkä teemat ja indikaattorit ovat alueellisen resurssitehokkuuden ja maakunnan kannalta tärkeitä. Teemojen ja indikaattoreiden tärkeys voi myös vaihdella eri maakuntien välillä. Kymenlaakson ja Etelä-Savon talous ja materiaalivirrat muodostivat hyvin toisenlaisen kokonaisuuden kuin Pohjois-Karjalan (Melanen ym. 2004, Lopenen ja Mäenpää 2011). Päätösanalyysimenetelmää soveltamalla voitaisiin myös mitata kokonaisresurssitehokkuutta eri maakuntien välillä.

Tässä hankkeessa ENVIMATmaakunta-kehikossa otettiin huomioon ainoastaan kasvihuonekaasut ympäristövaikutuksina. Muu ympäristökuormitus ja maankäyttö arvioitiin erikseen koko Pohjois-Karjalan osalta. ENVIMATmaakunta-kehikon tarkasteluihin olisi kuitenkin mahdollista sisällyttää myös muut toimialakohtaiset ympäristövaikutukset. Tarkentamalla eri toimialojen päästöjä voitaisiin arvioida esimerkiksi eri toimialojen vaikutuksia happamoitumiseen ja ekotoksisuuteen. Haasteena on kuitenkin saada kattavia tietoja yritysten aiheuttamista päästöistä, sillä kaikki yritykset eivät ole velvoitettuja ilmoittamaan päästöjään muun muassa Vahti-järjestelmään. Tällä tavoin saataisiin kuitenkin kattavasti eri toimialojen elinkaarenaikaiset ympäristövaikutukset esille niin maakunnan omaan käyttöön, tuontiin kuin vientiin liittyen. Myös itse menetelmien kehittelytyötä tulisi jatkaa sen osalta, miten parhaiten voitaisiin yhdistää alueellisen panos-tuotos- ja materiaalivirta-analyysin tiedot elinkaariarvioinnista (LCA) peräisin olevaan tietoon. Materiaalivirta-analyysin pääero elinkaariarviointiin verrattuna on se, että siinä elinkaariarvioinnin vaikutusarviointiin liittyvät ongelmat pyritään ohittamaan tarkastelemalla päästöjen sijasta raaka-aineita, jolloin kaikki materiaalit ovat saman arvoisia haitallisuudessaan, ellei ympäristövaikutuksia huomioida yhdistelemällä menetelmiä. Tämä yksinkertaistaa menetelmän tulkintaa ja tekee sen ymmärrettävämmäksi, mutta toisaalta tämä on juuri menetelmän kriittinen kohta, sillä materiaalit eivät ole yhtä haitallisia (Antikainen ym. 2012). Kaikkien elinkaariarvioinnin etuna ja toisaalta heikkoutena on, että ne yksinkertaistavat monimutkaista todellisuutta ympäristöongelmien kokonaisuudesta päätöksenteon tueksi. Vaarana on kuitenkin, että yksinkertaistusta tehdään liikaa, jolloin väärin tulkittuna päätöksenteolle saattaa tulla väärät perusteet. Olemassa olevien elinkaariarvioinnin menetelmäpohjalla on suuri merkitys tulosten tulkinnan kannalta. Ainoastaan kattava elinkaariarviointi (LCA) ja josakin tapauksessa ympäristölaajennettu panos-tuotosanalyysi voi antaa kokonaiskuvan ympäristövaikutuksista (Antikainen ym. 2012).

Luonnonvarojen kokonaiskäyttöä tai kokonaiskulutusta sisältäen myös käyttämättömän oton ei myöskään voitu arvioida tämän hankkeen puitteissa. Nämä tulisi kuitenkin jatkossa ottaa mukaan ENVIMATmaakunta-kehikkoon, jotta pystyttäisiin esimerkiksi paremmin kuvaamaan kierrätykseen ja kiertotalouteen liittyviä asioita. Käyttämätön otto sisältää sivuvirrat, joilla on tulevaisuudessa suuri merkitys muun muassa kiertotalouteen ja uusiomaarakentamiseen liittyen. Käyttämättömän oton lisäksi myös jätteet tulisi tulevaisuudessa sisällyttää ENVIMAT-malliin. Jätteiden ja ennen kaikkea niiden kulun toisen toimialan jätteestä toisen toimialan raaka-aineeksi vaatii jatkokehittelyä ENVIMAT-mallissa.

Hankkeessa testattiin alustavasti niin kutsuttua resurssientehostamispolkua, vaikka sen antamat tulokset eivät olekaan luotettavia ennen kaikkea uusien energiamuotojen ja niiden käyttöönottoa vaativien investointien suhteen. Investoinneille olisi ollut olemassa keskimääräisiä hintoja, mutta ei kysynnän jakautumista eri toimialoille maakunnan sisällä, kotimaan tai ulkomaan tuonnissa. Näin ei myöskään pystytty arvioimaan investointien aiheuttamaa raaka-aineidenkäyttöä tai kasvihuonekaasuvaikutuksia, eikä niiden jakautumista maakunnan omaan ottoon, kotimaan tai ulkomaan tuontiin. Resurssientehostamispolun tuloksia tarkasteltaessa tämä täytyy ottaa huomioon. Toisaalta tulokset kertovat jotakin, millaiseen tilanteeseen päästäisiin investointien jälkeen. Investointien aiheuttamat rahamääräiset ja fyysiset panokset ja niiden jakautuminen omaan ottoon, tuontiin ja vientiin sekä eri toimialoille voitaisiin kuitenkin myös jatkossa arvioida. Näin ENVIMATmaakunnasta voisi tulla oikea aluetalouden työkalu.

LÄHTEET

- Antila, K. 2008. Pysäytä ilmastonmuutos. Suomalaisia arjen valintoja. Edita Prima, Helsinki. 138 s.
- Antikainen, R., Seppälä J., (toim.) 2012. Elinkaarimenetelmät yrityksen päätöksenteon tukena. FINLCA-hankkeen loppuraportti. Suomen Ympäristö 10 | 2012 Suomen ympäristökeskus. Helsinki . 93 s.
- Beasley, J., Georgeson, R., Arditi, S., Barczak, P. (toim.). Advancing resource efficiency in Europe. Indicators and waste policy scenarios to deliver a resource efficient and sustainable Europe. European Environmental Bureau (EEB). 50 s. <http://www.eeb.org/EEB/?LinkServID=4E9BB68D-5056-B741-DBCCE36ABD15F02F>.
- BIO Intelligence Service 2012. Institute for Social Ecology and Sustainable Europe Research Institute. Assessment of resource efficiency indicators and targets. Final report prepared for the European Commission, DG Environment. http://ec.europa.eu/environment/enveco/resource_efficiency/pdf/report.pdf.
- Boucher, D., Elias, P., Goodman, L., May-Tobin, C.L. Mulik, K., Roquemore, S. 2012. Grade A Choice? Solutions for deforestation? - free meat. Union of Concerned Scientists, UCS Publications. http://www.ucsusa.org/sites/default/files/legacy/assets/documents/global_warming/Solutions-for-Deforestation-Free-Meat.pdf.
- Ciwf 2008. Sustainable Agriculture. A short report by Compassion in World Farming (2008). Ciwf.org. http://www.ciwf.org.uk/includes/documents/cm_docs/2008/s/sustainable_agriculture_report_2008.pdf.
- Demurtas, A., Sousanoglou, A., Morton, G., Humphris-Bach, A., Cole, A. 2014. Environment Resource Efficiency Scoreboard 2014. Highlights. European Union 2014. http://ec.europa.eu/environment/resource_efficiency/documents/re_scoreboard.pdf.
- Ecolan 2015. Energiantuottajille. Voimalaitospalvelut <http://www.ecolan.fi/fi/energiantuottajille/>. [viitattu 29.1.2015]
- Energiateollisuus 2014a. Energiateollisuus ry. Kaukolämpötilastot. <http://energia.fi/tilastot-ja-julkaisut/kaukolampotilastot>. [viitattu 1.6.2014]
- Energiateollisuus 2014b. Energiateollisuus ry. Sähköttilastot. <http://energia.fi/tilastot-ja-julkaisut/sahkotilastot>. [viitattu 1.6.2014]
- Eskola, P., Lempiäinen, R. 2013. Teolliset symbioosit – edistävät materiaalien resurssiviisasta hyödyntämistä ja tuovat uutta liiketoimintaa. Motiva Oy. Ympäristö ja Terveys. 16.9.2013. http://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0CCUQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.motiva.fi%2Ffiles%2F8125%2Fteolliset_symbioosit_Ymparisto_ja_Terveys-lehti_16_9_2013.pdf&ei=q3KaVbKTC4Ht-AGPwIiCw&usq=AFQjCNGN6OsN7ySYirxGDOjIU3dcXchjvg&bvm=bv.96952980,d.cWw
- European Commission 2005. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - Thematic Strategy on the sustainable use of natural resources. COM/2005/0670 final. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52005DC0670>.
- European Commission 2011a. Communication from the Commission to European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. A resource-efficient Europe – Flagship initiative under the Europe 2020 Strategy. Brussels, 26.1.2011 COM(2011) 21. http://ec.europa.eu/resource-efficient-europe/pdf/resource_efficient_europe_en.pdf.
- European Commission 2011b. Roadmap to a Resource Efficient Europe. COM(2011) 571 final. European Commission 2012. Assessment of resource efficiency indicators and targets. Final report. European Commission, DG Environment, 19 June 2012. http://ec.europa.eu/environment/enveco/resource_efficiency/pdf/report.pdf http://ec.europa.eu/environment/resource_efficiency/pdf/com2011_571.pdf.
- European Commission 2012. Assessment of resource efficiency indicators and targets. Final report. European Commission, DG Environment, 19 June 2012. http://ec.europa.eu/environment/enveco/resource_efficiency/pdf/report.pdf.
- European Commission 2014. Communication from the Commission to European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe Procedure number:2014/0201/COD <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1415352499863&uri=CELEX:52014DC0398R%2801%29>.
- European komissio 2009. KOMMISSION TIEDONANTO NEUVOSTOLLE JA EUROOPAN PARLAMENTILLE. BKT ja muut indikaattorit. Edistyksen mittaaminen muuttuvassa maailmassa. Bryssel 20.8.2009. KOM(2009) 433 lopullinen. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:52009DC0433&from=EN>.
- Eurostat 2013. Economy-wide Material Flow Accounts (EW-MFA). Compilation Guide 2013. 87 s. <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/1798247/6191533/2013-EW-MFA-Guide-10Sep2013.pdf/54087dfb-1fb0-40f2-b1e4-64ed22ae3f4c>.
- Finlex 2015a. Finlex. 28.6.2006/591. Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maa-rakentamisessa. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2006/20060591>. [viitattu 27.1.2015]
- Finlex 2015b. Jätelaki 646/2011 <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110646>. [viitattu 29.1.2015]
- Fortum 2015. Fortum. Sähkön ja lämmön yhteistuotanto Suomessa. <https://www.fortum.fi/fi/energiantuotanto/s%C3%A4hk%C3%B6n-ja-l%C3%A4mm%C3%B6n-yhteistuotanto/suomessa/pages/default.aspx>. [viitattu 26.1.2014].
- Greenhouse Gas Emissions in Finland 2014. GREENHOUSE GAS EMISSIONS IN FINLAND 1990-2012. National Inventory Report under the UNFCCC and the Kyoto Protocol. 15 April 2014. Statistics Finland. 526 s. <http://stat.fi/greenhousegases>.
- Harju, A., Paavilainen, P. 2014. Tampereen kaupunki. Ojalan osayleiskaavan hulevesisuunnitelma. Ramboll. 41 s. http://www.tampere.fi/material/attachments/o/6NeTlrJhE/Ojalan_OYK_hulevesisuunnitelma.pdf.

- Hinterberger, F. 2000. Eco-efficiency of regions. How to improve competitiveness and create jobs by reducing environmental pressure. Sustainable Europe Research Institute, Wien.
- Holtinen, H., 2007. Tuulivoiman tuotantotilat. Vuosiraportti 2006. VTT Working Papers 80 .
<http://www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2007/W80.pdf>.
- Huhtanen, P., Ramin, M. 2012. Voidaanko lehmien metaanin tuotantoa vähentää? Maito ja me 3/ 12.
<http://www.maitojame.fi/ruokinta12/ruok12h.htm>.
- Huikuri, T. 2014. Pohjois-Karjalan maakuntakaava 4. vaihe. Joensuun kaupunkiseudun yhdyskuntarakenne 2030: Virkistys ja matkailun näkökulmat. 19.5.2014. Pohjois-Karjalan maakuntaliitto. Joensuu. 25 s.
- Huotari, N. 2012. Tuhkan käyttö metsälannoitteena. Metla. ISBN 978-951-40-2370-5. Vammalan kirjapaino Oy. 49 s.
- Hänninen, M. 2008. Hyvinvointialan yritysten tuotteiden ja palveluiden kaupallistaminen sekä liiketoiminnan kehittäminen. Pohjois-Savon hyvinvointialan teemaohjelma Itä-Suomen EU:n rakennerahastokaudelle 2007–2010. 30 s.
http://www.pohjois-savo.fi/fi/psl/liitetiedostot/ajankohtaista/Hyvinvoinnin_teemaohjelma.pdf.
- Kaivostilat 2014. <http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Kaivokset/>. [viitattu 10.9.2014]
- Kapanen, M., Rimpä, H. (Toim.). 2011. Ympäristöaloitteista lainsäädännöksi – katsaus EU:n uusiin aloitteisiin Teknologiateollisuus ry.
- Kautto, P., Mela H., Mickwitz, P. Materiaalitehokkuuden edistämisen vaikutusten arviointi. Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2016. Taustaselvitys. Osa II. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 9|2006. Suomen ympäristökeskus. Edita Prima Oy, Helsinki. 41 s.
- Kiertotalouden mahdollisuudet Suomelle 2014. Sitran selvityksiä 84. <http://www.sitra.fi/julkaisut/Selvityksi%C3%A4-sarja/Selvityksia84.pdf>.
- Lahti, P., Halonen, M. 2006. Asuinympäristön muutos ja sen ekotehokkuus Suomessa 2000–2030. Arviointimallin kehitys ja soveltaminen kahdessa yhdyskuntarakenneskenaariossa: Nykykehitys ja kaupunkimaisen pientalon vaihtoehto. VTT Tutkimusraportti VTT-R-03399-06. 99 s
- Lampinen, A. 2003. Jätteiden liikennekäyttopotentiaali Suomessa. Kuntatekniikka 1/2003: 31-34.
- Lampinen, A. 2012a. Roadmap to renewable methane economy. Extended summary. Publications of North Karelian Traffic Biogas Network Development Programme 2/2012, Joensuu 1.8.2012, 31 p.
- Lampinen, A. 2012b. Tiekartta uusiutuvaan metaanialouteen. Sektoriraportti liikenne- ja viestintäministeriön työryhmälle Tulevaisuuden käyttövoimat liikenteessä. Pohjois-Karjalan liikennebiokaasuverkoston kehityshankkeen julkaisuja 1/2012, Joensuu 7.6.2012, 133 s.
- Lampinen, A., Laakkonen, A. 2010. Kunnat liikennebiokaasun tuottajina ja käyttäjinä – Kuntapäätäjän syventävä opas. Suomen Biokaasuyhdistys ry, 102 s. <www.liikennebiokaasu.fi/images/stories/pdf/syventava_opas_netti.pdf>
- Lehtonen, E., Anttila, P., Haapanen, A., Huopana, T., Joensuu, I., Juntunen, R., Kolehmainen, M., Kymenlahti, M., Lehtinen, H., Leskinen, P., Lilja-Rothsten, S., Merilehto, K., Myllymaa, T., Myllyviita, T., Nousiainen, R., Rasi, S., Sikanen, L., Stocker, M., Valpola, S. 2014 Biomassa-atlas. Biomassojen kestävä käytön työväline. Esiselvityksen loppuraportti. MTT raportti 176. <http://jukuri.mtt.fi/bitstream/handle/10024/485234/mttraportti176.pdf?sequence=1>
- Liikennevirasto 2015. Lentotuhkan hyödyntäminen maarakentamisessa.
http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/hankkeet/kaynnissa/seinajoen_ityainen_ohikulkutie/perustiedothankkeesta/Lehdistotiedotteet/Vt%2019%20Seinajoen%20hankkeessa%20hyodynetaan%20lentotuhkaa#.VMo56HhIOSq [viitattu 29.1.2015]
- Lipasto 2014. LIPASTO-laskentajärjestelmä. <http://lipasto.vtt.fi/index.htm>. [viitattu 1.9.2014]
- Lohilahti, H., Pitkänen, P. (toim.) 2011. Paikallisesti – Uusiutuvasti – Vietävän tehokkaasti. Pohjois-Karjalan ilmasto- ja energiaohjelma 2020. Pohjois-Karjalan maakuntaliitto. Joensuu. Kopijyvä Oy, Jyväskylä. 82 s.
- Loponen, K., Mäenpää, I. 2011. Etelä-Savon materiaalitase. Etelä-Savon loppuraportti. Etelä-Savon elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen julkaisuja 1/2011. Etelä-Savon elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Mikkeli. 34 s.
- Luostarinen, S., Logrén, J., Grönroos, J., Lehtonen, H., Paavola, T., Rankinen, K., Rintala, J., Salo, T., Ylivainio, K., Järvenpää, M. (toim.) 2011. Lannan kestävä hyödyntäminen. MTT raportti 21.
- Luotonen, Hannu 2013 (toim.). Ympäristön tila 2013. Pohjois-Karjala. Pohjois-Karjalan ELY-keskus. 38 s.
- Materialflows.net 2015. Economy-wide material flow-based indicators <http://www.materialflows.net/background/accounting/indicators-on-the-economy-wide-level/>. [viitattu 3.3.2015]
- Mattila, T., Myllymaa, T., Seppälä, J., Mäenpää, I. 2011. Materiaalitehokkuuden parantamisen ja jätteiden vähentämisen ympäristöinnovaatioiden tarpeet. Ympäristöministeriön raportteja 3 | 2011.
https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/41507/YMra3_2011_Materiaalitehokkuuden_parantamisen_ja_jatteiden_vahentamisen_ymparistoinnovaatioiden_tarpeet.pdf?sequence=1
- Mattinen, M., Koskela S., Seppälä J. 2014a. Resurssiviisauden johtamismallin indikaattorit. Suomen ympäristökeskus. http://www.sitra.fi/sites/default/files/u888/resurssiviisauden_indikaattorit_syke.pdf.
- Mattinen, M., Antikainen, R., Salo, M. 2014b. Jyväskylän resurssiviisaiden kokeilujen vaikutusarviointi sekä laajenemisvaikutukset. Suomen ympäristökeskus 7.1.2014. Sitran selvityksiä 75. Sitra. Helsinki. 53 s.
- Melanen, M., Seppälä, J., Myllymaa, T., Mickwitz, P., Rosenström, U., Koskela, S., Tenhunen, J., Mäenpää, I., Hering, F., Estlander, A., Hiltunen, M-R., Toikka, M., Mänty, E., Lasse Liljeqvist, L., Pesari, J. 2004. Alueellisen ekotehokkuuden mittaaminen – mallina Kymenlaakso. ECOREG-hankkeen päätulokset. Suomen ympäristö 735. Suomen Ympäristökeskus. Helsinki. Edita Prima Oy, Helsinki. 110 s.
- Merilehto, K., Rytönen, T., Kaplas, M., 2007. Jätetietojen toimittaminen VAHTI-rekisteriin. Ympäristöopas. Suomen Ympäristökeskus. Helsinki. Vammalan Kirjapaino Oy. Vammala. 243 s.
- Metsäntutkimuslaitos 2011. Metsätalustollinen vuosikirja 2011. Metsäntutkimuslaitos, Vantaan toimipaikka. Vammalan Kirjapaino Oy, Sastamala. 438 s.

- Mikkola, A. 2013. Valtioneuvoston asetus (591/2006) eräiden jätteiden hyödyntämisestä maa-rakentamisessa – ilmoitusmenetelyn toimivuus ja sen parantaminen. Diplomityö. Yhdyskunta- ja ympäristötekniikan laitos. Aalto-yliopisto. Helsinki. 76 s.
- MMM 2011. MARSII 2010. Marja- ja sienisatojen kauppaantulomäärät vuonna 2010. Maa- ja metsätalousministeriö. Helsinki. 42 s.
- Moliis, K., Teerijoa, N., Ollikainen, M. 2009. Ennuste yhdyskuntajätteen kehityksestä vuoteen 2030. University of Helsinki Department of Economics and Management Discussion Papers n:o 41. Helsinki 2009.
- Motiva 2012. Materiaalitehokkuushankkeiden seurannan ja vaikutusarvioinnin kehittäminen. Esiselvitys 10/2012. Motiva. Helsinki. 66 s.
- Mäenpää, I., Mänty, E. 2004. Kymenlaakson taloudelliset ja ainevirtaindikaattorit, ECOREG-hankkeen dokumentointiraportti 2. Suomen ympäristö 698. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. Dark Oy, Vantaa. 48 s.
- Notto 2014. NOTTO. Kivi- ja maa-ainesten oton seuranta. Ympäristöhallinnon tietojärjestelmät. Ympäristötietojärjestelmät. [viitattu 1.9.2014]
- Oiva 2015. OIVA - Ympäristö- ja paikkatietopalvelu asiantuntijoille. Corine maanpeite 2000-2012 -paikkatietoaineistot. <http://metatieto.ymparisto.fi:8080/geoportaal/catalog/search/resource/details.page?uuid={D54C552F-F7F7-489B-8B1E-E093D93C7386}>.
- Ojala, E. 2010. Selvitys puu- ja turvetuhkan lannoite sekä muusta hyötykäytöstä. Pro Gradu-työ. Energiategollisuus ry. <http://energia.fi/en/node/1639>. 47 s.
- Olivier, J., Janssens-Maenhout, G., Muntean, M., Peters J. 2013. Trends in global CO₂ emissions; 2013 Report, The Hague: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency; Brussels: Joint Research Centre. 64 s.
- Paananen, M. 2005. Metsähakkeen tuotannon työllistävyyden Keski-Suomessa 1995 – 2004. BTN -projekti, INTERREG III B – ohjelma. Jyväskylän Teknologiaakeskus Oy. 11 s.
- Pohjois-Karjalan ympäristökeskus 2009. Itä-Suomen jätesuunnitelma vuoteen 2016. Etelä-Savon ympäristökeskus, Pohjois-Savon ympäristökeskus, Pohjois-Karjalan ympäristökeskus Suomen Ympäristö 47|2009. Vammalan Kirjapaino Oy. Sas-tamala 2009. 144 s.
- Pohjois-Karjala.fi. 2015. http://pohjois-karjala.fi/#_48_INSTANCE_NP7Fw1dODCwI_=about%3Ablank. [viitattu 15.1.2015].
- Pohjois-Karjalan Maakuntaliitto 2010. Pohjois-Karjalan maakuntakaavan täydennys (2. vaihe). Maakuntakaavaselostus. http://pohjois-karjala.fi/documents/557926/992658/136+Pohjois-karjalan+maakuntakaavan+ta%CC%88ydennys_2.+vaihe_maakuntakaavaselostus.pdf/0f8570c2-4a46-4212-b521-467847bb317e
- Pohjois-Karjalan maakuntaliitto 2014a. Pohjois-Karjalan maakuntakaavan 3. vaihe. Maakuntakaavaselostus. Pohjois-Karjalan maakuntaliitto. Joensuu. Julkaisu 165. <http://pohjois-karjala.fi/documents/557926/1511114/Maakuntakaavaselostus+3.pdf/ed19a082-3451-4786-80e2-b4def3db65d7>.
- Pohjois-Karjalan maakuntaliitto 2014b. Pohjois-Karjalan maakuntakaavan 4. vaihe. Maakuntakaavaselostus. Luonnos 26.5.2014. <http://pohjois-karjala.fi/documents/557926/1511116/selostus+luonnos/8d6f33db-deea-47e0-845b-ec2cbbd03d1a>.
- Pyykkönen, P., Bäckman, S., Tuure, V.M., Lätti, M. 2013. Biokaasutus lannankäsittelyn vaihtohtona. PTT työpapereita 149.
- Rademaekers, K., Zaki S., Smith, M. 2011. Sustainable Industry: Going for Growth & Resource Efficiency. Report for Directorate General- Enterprise and Industry. ECORYS. Rotterdam. 44 s.
- Rissanen, T.; Peronius, A. 2013. Suomen kaivostoiminnan toimialakatsaus 2012. Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun julkaisuja. Sarja B. Raportit ja selvitykset 3/2013.
- Ristimäki, T., Meriläinen, H., Kylä-Setälä, E., Holmberg, M. 2008. Kotitalouspalvelut osana työn ja perheen yhteensovittamista. Tuloksia PALAPELI-perheiden arkea helpottavien palveluiden kehittämishankkeesta. Väestöntutkimuslaitos. Katsauksia E 31/2008. 125 s.
- RKTL 2011. Metsästys 2010. Riista – ja kalatalous –tilastoja 6 / 2 0 1 1. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Tampereen Yliopistopaino Oy. Tampere. 36 s.
- Räisänen, M., Venäläinen, P., Lehto, H., Härmä, P., Vuori, S., Ojalainen, J., Kuula-Väisänen, P., Komulainen, H., Kauppinen-Räisänen, H., Vallius, P. 2007. Rakennuskivitoiminnassa syntyvän sivukiven hyötykäyttö Kaakkois-Suomessa, Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 169. 64 s.
- Science Communication Unit 2012. Science Communication Unit, University of the West of England, Bristol. Science for Environment Policy In-depth Report: Resource Efficiency Indicators. Report produced for the European Commission DG Environment, February 2013. <http://ec.europa.eu/science-environment-policy>. 32 s.
- Seppälä, J., Mäenpää, I., Koskela, S., Mattila, T., Nissinen, A., Katajajuuri, J.M., Härmä, T., Korhonen, M.R., Saarinen, M., Virtanen, Y. 2009. Suomen kansantalouden materiaalivirtojen ympäristövaikutusten arviointi ENVIMAT-mallilla. Suomen ympäristö 20/2009. Helsinki. 134 s.
- Sitra 2014. Resurssiviisauden indikaattorit. <http://www.sitra.fi/artikkelit/resurssiviisauden/resurssiviisauden-indikaattorit> [viitattu 16.1.2015]
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, W., Rosales, M., de Haan, C. (2006). Livestock's Long Shadow – Environmental Issues and Options. FAO. Available at: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/A0701E/A0701E00.pdf>.
- Suomen virallinen tilasto 2013. Suomen virallinen tilasto (SVT): Kansantalouden tilinpito [verkkajulkaisu]. ISSN=1795-8881. 2013, Laatuseloste: Kansantalouden tilinpito. Helsinki: Tilastokeskus http://tilastokeskus.fi/til/vtp/2013/vtp_2013_2014-07-11_laa_001_fi.html [viitattu 11.1.2015].
- TEM 2013. Kestävää kasvua materiaalitehokkuudella. Työryhmän esitys Kansalliseksi materiaalitehokkuusohjelmaksi. Työ- ja elinkeinoministeriön sekä ympäristöministeriön asettaman työryhmän ehdotus. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja. Konserni 33/2013. Edita Publishing Oy. 33 s.
- Tilastokeskus 2014a. Energiatilastot. Tilastokeskus, Helsinki. <http://www.tilastokeskus.fi/til/ene.html> [viitattu 15.6.2014].

- Tilastokeskus 2014b. Tilastotietokannat. http://193.166.171.75/database/StatFin/databasetree_fi.asp. Helsinki: Tilastokeskus. [viitattu: 1.9.2014].
- Tilastokeskus 2014c. Tilasto: Ilmapäästöt toimialoittain [verkkojulkaisu]. ISSN=2323-7589. 2012. Helsinki: Tilastokeskus. Saantitapa: http://www.tilastokeskus.fi/til/tilma/2012/tilma_2012_2014-09-25_tie_001_fi.html [viitattu: 3.12.2014].
- TIKE 2011a. Maatilatilastollinen vuosikirja 2011. TIKE. Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus. Edita Prima Oy. Helsinki. 270 s.
- TIKE 2011b. Puutarhatilastot 2010. TIKE. Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus. Edita Oy. Helsinki. 129 s.
- TIKE 2014. Maataloustilastojen tietopalvelu Matilda. Helsinki. <http://matilda.mmm.fi> [viitattu 1.6.2014]
- Tilastokeskus 2014a. Energiatilastot. Tilastokeskus, Helsinki. <http://www.tilastokeskus.fi/til/ene.html> [viitattu 15.6.2014].
- Tilastokeskus 2015a. Tilastokeskus. Tietoa tilastoista. Käsitteet ja määritelmät. Sähkön ja lämmön yhteistuotanto. http://193.166.173.45/meta/kas/sahko_lampo_tuo.html [viitattu 26.1.2015].
- Turkia, V., Holttinen, H. 2011. Tuulivoiman tuotantotilastot. Vuosiraportti 2011. VTT TECHNOLOGY 74. 72 s.
- UNEP 2010. Environmental Impacts of Consumption and Production: Priority Products and Materials, June 2 at the European Commission, Brussels, Belgium. www.unep.org/resourcepanel
- United Nations Statistics Division 2012. The System of Environmental-Economic Accounts (SEEA): Measurement Framework in Support of Sustainable Development and Green Economic Policy. Retrieved from United Nations Department of Economic and Social Affairs: <http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/Brochure.pdf>
- Uusitalo, R., Ekholm, P., Turtola, E., Pitkänen, H., Lehtonen, H., Granlund, K., Bäck, S., Puustinen, M., Räike, A., Lehtoranta J., Rekolainen, S., Walls M., Kauppila, P. 2007. Maatalous Itämeren rehevöittäjänä. Maa- ja elintarviketalous 96.
- Vahti 2014. VAHTI 2003. Ympäristönsuojelun tietojärjestelmä. Ympäristöhallinnon tietojärjestelmät. Ympäristötietojärjestelmät. [viitattu 15.6.2014]
- Varis, Eira (toim.) 2010. POKAT 2014. Pohjois-Karjalan maakuntaohjelma 2011–2014. Pohjois-Karjalan maakuntaliitto Joensuu. Julkaisu 128. Kopijyvä Oy, Jyväskylä.
- Varis, E. (toim.) 2014. POKAT 2017– Työtä, elinvoimaa ja hyvinvointia kestävästi Pohjois-Karjalaan. Pohjois-Karjalan maakuntaohjelma 2014–2017. Pohjois-Karjalan maakuntaliitto. Joensuu. Kopijyvä Oy, Jyväskylä. 82 s.
- Varjonen, J., Aalto, K., Leskinen, J. 2005 Kotityön markkinat. Sitran raportteja 45. Edita Prima Oy. Helsinki. 116 s.
- Villa, A., Saukkonen P. 2010. Bioenergia 2020. Arvioita kasvusta, työllisyydestä ja osaamisesta. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja. Työ ja yrittäjyys 6/2010. Edita Publishing Oy, Helsinki. 70 s.
- Wahlgren, I. 2009. Ilmastonmuutoksen hillintä maankäytön suunnittelulla. Teoksessa: Ilmastonmuutos Pohjois-Karjalan mahdollisuutena. Ilmastonmuutoksen Pohjois-Karjala -projekti. Pohjois-Karjalan maakuntaliitto. Julkaisu 124.
- Ympäristö 2015. Ympäristö.fi. Ympäristöhallinnon yhteinen tietoejärjestelmä. Ilman epäpuhtauksien päästöt Suomessa. http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Ilman_epapuhtauksien_paastot/Ilman_epapuhtauksien_paastot_Suomessa%289416%29 [viitattu 25.1.2015].

KUVAILEHTI

Julkaisija	Suomen ympäristökeskus	Julkaisu-aika
Tekijä(t)	Susanna Sironen, Ilmo Mäenpää, Tanja Myllyviita, Pekka Leskinen, Jyri Seppälä	
Julkaisun nimi	Pohjois-Karjalan materiaalivirrat ja resurssitehokkuus Pohjois-Karjalan materiaalivirrat ja resurssitehokkuus – hankkeen loppuraportti	
Julkaisusarjan nimi ja numero	Suomen ympäristökeskuksen raportteja 30/2015	
Julkaisun teema		
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut	Julkaisu on saatavana vain internetistä: www.syke.fi/julkaisut helda.helsinki.fi/syke	
Tiivistelmä	<p>Alueellisten materiaalivirtojen kartoittaminen ja resurssitehokkuuden määrittely on välttämätön lähtökohta ennen kuin voidaan muodostaa käytännön toimenpiteitä ja resurssitehokkuutta palvelevia toimintoja. Resurssitehokkuuden keinot ja toimenpiteet voidaan tiivistää 3 samanaikaiseen tavoitteeseen; vähennetään luonnonvarojen käyttöä, vähennetään muita ympäristövaikutuksia ja lisätään tuotteiden arvoa. Hankkeessa selvitettiin Pohjois-Karjalan talouden tuotos, resurssivirrat ja ympäristönäkökohdat. Tuotannosta ja kulutuksesta luodun kokonaiskuvan avulla pyrittiin tunnistamaan kriittisimmät resurssivirrat maakunnan tasolla sekä toimialtoittain. Keinoina olivat panos-tuotosanalyysi sekä materiaalivirta-analyysi. Resurssitehokkuuden mittaamiseen käytettyjen materiaalivirta-indikaattoreiden lisäksi otettiin huomioon ympäristövaikutuksia kuvaavia ja hyvinvointia määritteleviä sosiaalis-kulttuurisia indikaattoreita.</p> <p>Pohjois-Karjalan raaka-aineiden käytön intensiteetit olivat koko maan keskimääräisiä intensiteettejä suuremmat jokaisessa loppukäytön ryhmässä. Ero oli suurin erityisesti investoinneissa. Pohjois-Karjalassa kaikissa loppukäytön ryhmissä euroa kohden kulutettiin enemmän raaka-aineita kuin koko maassa keskimäärin. Pohjois-Karjalan raaka-aineiden käytön intensiteetin voidaan siten sanoa olevan korkeampaa kuin koko maassa keskimäärin. Suurimmat toimialat raaka-aineiden käytöltään olivat maa- ja vesirakentaminen, metsänhoito, muu kaivos-toiminta ja louhinta sekä paperi- ja kartonkituotteiden valmistus. Oman raaka-aineeton osuus oli suuri rakennusmateriaalien sekä puun osalta. Tuonnin käytetty otto muodostui metallien sekä fossiilisten polttoaineiden tuonnista. Asukaslukuun suhteutettuna raaka-ainekäyttö oli noin 7 % koko Suomen keskimääräistä tuotantolähtöistä raaka-ainekäyttöä suurempi. Kulutuslähtöinen raaka-ainekäyttö oli Pohjois-Karjalassa asukaslukuun suhteutettuna 20 % suurempi kuin koko maassa. Pohjois-Karjalassa nousi erittäin tärkeäksi kiertotalous ja uudistuvan jätehuollon hierarkia etenkin maa-ainesten, tuotannon sivutuotteiden ja rakennus- ja purkujätteen hyödyntäminen.</p> <p>P-K:n KHK-päästöt ovat jo nyt asukaslukuun suhteutettuna noin puolet koko maan keskimääräisistä päästöistä. Maatalous ja energianhuolto tuottivat suurimmat suorat KHK-päästöt. Alueen omat loppukäytön KHK-päästöt olivat 63% ja viennistä johtuvat 37%. Hankkeessa testattiin alustavasti ns. resurssientehostamispolkua. Tämä osoitti, että raaka-aineiden kulutusta pienentämällä, käyttämällä uudelleen sekä korvaamalla vähemmän ympäristölle haitallisilla voidaan saada tuotosta paranemaan, raaka-aineiden käyttöä vähentämään sekä KHK-päästöjä pienentämään. Käytännön toteuttaminen vaatii kuitenkin eri toimijatasojen ratkaisuja lainsäädännön ja yhteiskunnan tuen lisäksi muun muassa kunnilta.</p>	
Asiasanat	materiaalivirrat, materiaalivirta-analyysi, panos-tuotosanalyysi, Pohjois-Karjala, resurssitehokkuus, sosiaalis-kulttuuriset vaikutukset, ympäristövaikutukset	
Rahoittaja/toimeksiantaja	Euroopan aluekehitysrahaston (EAKR)	
	ISSN (pdf)	ISBN (verkkoj.)
	1796-1718	978-952-11-4521-6
	Sivuja	Kieli
	155	Suomi
	Luottamuksellisuus julkinen	
Julkaisun jakelu	Suomen ympäristökeskus (SYKE), neuvonta PL 140, 00251, Helsinki Sähköposti: neuvonta.syke@ymparisto.fi	
Julkaisun kustantaja	Suomen ympäristökeskus (SYKE), syke.fi PL 140, 00251, Helsinki Puh. 0295 251 000	
Painopaikka ja -aika		

PRESENTATIONSBLAD

Utgivare	Finlands miljöcentral	Datum
Författare	Susanna Sironen, Ilmo Mäenpää, Tanja Myllyviita, Pekka Leskinen, Jyri Seppälä	
Publikationens titel	Materialflöden och resurseffektivitet i Norra Karelen Slutrapporten för projektet materialflöden och resurseffektivitet i Norra Karelen	
Publikationsserie och nummer	Finlands miljöcentrals rapporter 30/2015	
Publikationens tema		
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt	Publikationen finns tillgänglig på internet: www.syke.fi/publikationer helda.helsinki.fi/syke	
Sammandrag	<p>Kartlägga regionala materialflöden och definiera den regionala resurseffektivitet spelar en viktig roll inför praktiska åtgärder och insatser för att tjäna resurseffektivitet kan sammanfattas i tre samtidiga mål; minska användningen av naturresurser, minska sin miljöpåverkan och öka mervärdet av produkter. Syftet med detta projekt var att undersöka den ekonomiska vinsten, resursflöden och miljömässiga aspekterna av Norra Karelen. Projektet syftade till att identifiera de mest kritiska resursflöden både på regional nivå och sektornivå. De metoder som används var input-output-analys och materialflödesanalys. Den resurseffektivitet mättes genom materialflödesindikatorer samt indikatorer som beskriver de miljömässiga och sociokulturella effekter.</p> <p>Råvarans användning intensitet av Norra Karelen var högre i varje slutanvändning kategori än motsvarande genomsnittliga intensiteten hos hela Finland. Skillnaden i intensitet var högsta rörande investeringar. De största sektorerna i fråga om råvaror användning var mark och vatten konstruktion, skogsbruk, utvinning av mineral, samt tillverkning av papper och pappersprodukter. Norra Karelen egen råvara ingången var störst för bygg mineraler och trä. Importen bestod mestadels av metaller samt fossila bränslen. Tillverkning baserade användning av råvaror per capita var ca 7% högre än den genomsnittliga användningen i hela Finland. Förbrukning baserade råvaruanvändningen per capita var ännu 20% högre än genomsnittliga användningen i hela landet. Således principerna om cirkulär ekonomi och avfallshantering hierarkin kommer att vara avgörande för Norra Karelen resurseffektivitet. Speciellt återanvändning av avfall mark, biprodukter och bygg- och rivningsavfall ska anses viktigt.</p> <p>Utsläppen av växthusgaser per capita var ungefär 50% av de genomsnittliga utsläppen av hela Finland. Jordbruk och energisektorn producerade de högsta direkta utsläpp av växthusgaser i Norra Karelen. 63% av utsläppen av växthusgaser orsakades av Norra Karelens egen ekonomisk verksamhet och 37% orsakades av exporten. Analysen av detta projekt visade att förbrukningen av råmaterial genom att minska, återanvända och ersätta material med mindre skadliga ämnen i miljön, kan den ekonomiska produktionen ökas och likaså användningen av råvaror samt utsläpp av växthusgaser minskas. Praktiskt genomförande kräver dock stöd från aktörer på olika nivåer i samhället samt stöd från kommunerna.</p>	
Nyckelord	materialflöden, materialflödesanalys, input-output analys, Norra Karelen, resurseffektivitet, sociokulturella effekter, miljöeffekter	
Finansiär/ uppdragsgivare	Europeiska regionala utvecklingsfonden (ERUF)	
	ISSN (pdf)	ISBN (online)
	1796-1718	978-952-11-4521-6
	Sidantal	Språk
	155	Finska
	Offentlighet	
	Offentlig	
Distribution	Finlands miljöcentral (SYKE), PB 140, 00251 Helsingfors Epost: neuvonta.syke@ymparisto.fi	
Förläggare	Finlands miljöcentral (SYKE), PB 140, 00251 Helsingfors Tel. 0295 251 000 Epost: neuvonta.syke@ymparisto.fi	
Tryckeri/tryckningsort -år		

DOCUMENTATION PAGE

Publisher	Finnish Environment Institute	Date
Author(s)	Susanna Sironen, Ilmo Mäenpää, Tanja Myllyviita, Pekka Leskinen, Jyri Seppälä	
Title of publication	Material flows and resource efficiency of the North Karelia Region The final report of the project Material flows and resource efficiency of the North Karelia Region	
Publication series and number	Reports of the Finnish Environment Institute 30/2015	
Theme of publication		
Parts of publication/ other project publications	The publication is available in the internet: www.syke.fi/publications helda.helsinki.fi/syke	
Abstract	<p>Mapping out regional material flows and defining regional resource efficiency plays an essential part before practical measures and operations to serve resource efficiency can be formed. Means of resource efficiency may be summarized in 3 simultaneous objectives; reduce the use of natural resources, reduce their environmental impacts and increase the added value of products. The aim of this project was to examine the economic output, resource flows and environmental aspects of North Karelia region. The project aimed to identify the most critical resource flows both at the regional level and sector levels. The methods applied were input-output analysis and material flow analysis. The resource efficiency was measured by material flow indicators as well as indicators describing the environmental and socio-cultural impacts.</p> <p>The intensities of the raw material usage of North Karelia were higher in each end-use category than the corresponding average intensities of the whole Finland. The difference in intensities was highest concerning investments. Thus the intensity of the raw material usage is higher in North Karelia than in Finland as an average. The largest sectors in terms of raw materials usage were land and water construction, forestry, mining and quarrying, and producing paper and paper products. North Karelia's own raw material intake was largest for construction minerals and wood. Imports consisted mostly of metals as well as fossil fuels. The production based use of raw materials per capita was about 7% greater than the average usage in the whole Finland. Consumption based raw material use per capita was even 20% higher than the average of whole country. Thus the principles of circular economy and the waste management hierarchy will be essential for North Karelia considering resource efficiency. Especially the reuse of waste land, by-products and construction and demolition waste should be considered important.</p> <p>GHG emissions per capita were already about 50% of the average per capita emissions of the whole Finland. Agriculture and the energy sector produced the highest direct GHG emissions in North Karelia. 63% of the GHG emissions were caused by the North Karelia's own economic activities and 37% was caused by exports. The analysis of this project indicated that the consumption of raw materials by reducing, re-using and replacing materials with less harmful materials to the environment, the economic output may be increased and similarly the use of raw materials as well as GHG emissions reduced. Practical implementation; however, requires support from actors at different levels of community as well as support from the municipalities.</p>	
Keywords	material flows, material flow analysis, input-output analysis, the North Karelia, resource efficiency, socio-cultural impacts, environmental impacts	
Financier/ commissioner	The European Regional Development Fund (ERDF)	
	ISSN (pdf)	ISBN (online)
	1796-1718	978-952-11-4521-6
	No. of pages	Language
	155	Finnish
	Restrictions	Price
	public	
Distributor	Finnish Environment Institute (SYKE), neuvonta P.O. Box 140, FI-00251 Helsinki, Finland Email: neuvonta.syke@ymparisto.fi	
Financier of publication	Finnish Environment Institute (SYKE), P.O. Box 140, FI-00251 Helsinki, Finland Phone +358 295 251 000	
Printing place and year		



ISBN 978-952-11-4521-6 (PDF)

ISSN 1796-1726 (verkkokj.)