

## POHJOIS-SAVON KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖT JA HIILITASE



POHJOIS-SAVON KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖT JA HIILITASE

## POHJOIS-SAVON KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖT JA HIILITASE

IISALMI, JOROINEN, KAAVI, KEITELE, KIURUVESI, KUOPIO, LAPINLAHTI, LEPPÄVIRTA,  
PIELAVESI, RAUTALAMPI, RAUTAVAARA, SIILINJÄRVI, SONKAJÄRVI, SUONENJOKI,  
TERVO, TUUSNIEMI, VARKAUS, VESANTO, VIEREMÄ JA PIEKSÄMÄKI

BENVIROC OY: EMMA LILJESTRÖM, SUVI MONNI

LUONNONVARAKESKUS: LASSE ARO, HANNU HIRVELÄ, ANTTI WALL, MARKUS  
HAAKANA, JAAKKO HEIKKINEN, MATTI KATILA, EERO MIKKOLA, KAI MÄKISARA, PAULA  
OLLILA



## SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ .....	3
JOHDANTO .....	5
1. LASKENTAMENETELMÄT .....	6
1.1 Päästökaupan alainen teollisuus .....	7
1.1.1 Kulutusperusteinen .....	7
1.1.2 Tuotantoperusteinen .....	7
1.2 Pienteollisuus .....	7
1.3 Työkoneet .....	8
1.4 Sähkö .....	8
1.4.1 Kulutusperusteinen .....	8
1.4.2 Tuotantoperusteinen .....	9
1.5 Lämmitys (sis. lämmityssähkö) .....	9
1.5.1 Kulutusperusteinen .....	9
1.5.2 Tuotantoperusteinen .....	10
1.6 Tieliikenne .....	10
1.7 Vesiliikenne .....	11
1.8 Maatalous .....	11
1.9 Jätehuolto .....	12
1.9.1 Kulutusperusteinen .....	12
1.9.2 Tuotantoperusteinen .....	13
1.10 Maankäyttösektori .....	14
1.10.1 Metsämaa (puusto ja maaperä) .....	14
1.10.2 Viljelysmaat .....	15
1.10.3 Ruohikkomaat .....	15
1.10.4 Kosteikkoalueet (sis. sisävedet) .....	16
1.10.5 Rakennettu maa ja muu maa .....	17
1.10.6 Puutuotteiden hiilivarasto .....	17
2. LASKENTOJEN TULOKSET JA HIILITASE .....	18
2.1 Pohjois-Savon kuntien kasvihuonekaasupäästöt kulutusperusteisella menetelmällä .....	18
2.2 Pohjois-Savon kuntien maankäyttösektorin päästöt ja nielut .....	22
2.3 Pohjois-Savon kuntien kasvihuonekaasutase .....	23
3. PÄÄSTÖKEHITYS VUOTEEN 2040 .....	24
3.1 Kasvihuonekaasupäästöjen kehitys Pohjois-Savossa .....	24

## POHJOIS-SAVON KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖT JA HIILITASE

3.2	Maankäyttösektorin päästöjen ja nielujen kehitys Pohjois-Savossa .....	31
5.	HIILINEUTRAALIUSTAVOITTEEN SAAVUTETTAVUUS.....	34
LIITE 1.	Pohjois-Savon kuntien kasvihuonekaasupäästöt tuotantoperusteisella menetelmällä....	36
LIITE 2.	Tieliikenteen päästöt.....	37
LIITE 3.	CO2-raportin ja ALas 1.0 päästölaskentamenetelmien väliset erot.....	38
LIITE 4.	Luonnonvarakeskuksen laskelmiin ja arvioihin liittyviä varauksia .....	46
LIITE 5.	Maankäyttösektorin laskennassa käytetty kirjallisuus .....	47

## TIIVISTELMÄ

Osana Hiilineutraali maakunta – Pohjois-Savo (HIMA) -hanketta selvitettiin Pohjois-Savon kuntien kasvihuonekaasupäästöt ja hiilitaseet vuodelta 2018. Kasvihuonekaasupäästöjen laskenta kattoi seuraavat sektorit: päästökaupan alainen teollisuus, pienteollisuus, työkoneet, sähkö, lämpö (sisältäen lämmityssähkön), tieliikenne, vesiliikenne, maatalous ja jätehuolto. Kasvihuonekaasupäästöt laskettiin kulutusperusteisesti ja tuotantoperusteisesti. Tässä raportissa on tarkastelu ensisijaisesti kulutusperusteisia päästöjä. Lisäksi laskettiin maankäyttösektorin päästöt ja nielut. Maankäyttösektorin päästölaskentaan sisältyivät seuraavat maankäyttömuodot: metsämaa (puusto ja maaperä), viljelysmaat, ruohikkomaat, kosteikkoalueet (sisältäen sisävedet) sekä rakennettu maa ja muu maa. Mahdollisuutta arvioida puutuotteiden hiilinielua tarkasteltiin erikseen.

Kulutusperusteisella laskentatavalla laskettuna Pohjois-Savon kasvihuonekaasupäästöt olivat yhteensä 2191,7 kt CO<sub>2</sub>-ekv vuonna 2018. Suurimmat päästöjä aiheuttaneet sektorit olivat tieliikenne (562,1 kt CO<sub>2</sub>-ekv), lämmitys (451,7 kt CO<sub>2</sub>-ekv) ja maatalous (445,4 kt CO<sub>2</sub>-ekv). Maankäyttösektori oli 735,9 kt CO<sub>2</sub>-ekv nielu vuonna 2018. Maakunnan hiilitase vuonna 2018 oli siis positiivinen, ja maakunta oli 1455,8 kt CO<sub>2</sub>-ekv päästö.

Hiilitaseen laskennan lisäksi arvioitiin kuntien ja maakunnan päästökehitystä vuoteen 2040 kahdessa eri skenaariossa: perusuraskenaariossa, jossa oletettiin, että päästökehitystä ohjaavat yksinomaan kansalliset tavoitteet, toimet ja linjaukset sekä HIPOS-skenaariossa, jossa kansallisten toimien lisäksi otettiin huomioon myös maakunnassa toteutettavien ilmastotoimien vaikutukset päästökehitykseen. Perusuraskenaarion perusteella maakunnan päästöt laskivat 50 %, eli 1091,2 kt CO<sub>2</sub>-ekv vuoden 2018 tasosta vuoteen 2040 mennessä. HIPOS-skenaariion perusteella vastaavat lukemat olivat 67 % ja 1473,0 kt CO<sub>2</sub>-ekv.

Myös maankäyttösektorin päästöjen ja nielujen kehitystä arvioitiin kahden vaihtoehtoisen skenaarion perusteella: suurin ylläpidettävissä oleva aines- ja energiapuun hakkuukertymäarvio (SY) ja suurin ylläpidettävissä oleva aines- ja energiapuun hakkuukertymäarvio sisältäen hiilensidontatavoitteen (SY-C). SY-skenaario kuvaa arviota hakkuiden ylärajasta silloin, kun metsätalouden taloudellista ja puuntuotannollista kestävyyttä pidetään tavoiteltavana. Hiilensidontatavoitteen sisältämä hakkuumahdollisuusarvio (SY-C) oli sama kuin SY-skenaario, mutta lisäksi vaadittiin, että puuston hiilensidonnalla kompensoidaan kaikki kasvihuonekaasupäästöt, myös maankäyttösektorin osalta. Tämän lisäksi asetettiin hiilensidonnalle laskennallinen kuntakohtainen lisänielu, jonka suuruus oli 10 % HIPOS-skenaariion mukaisista kasvihuonekaasupäästöistä vuonna 2040. Hiilinielujen kehityksen arvioinnin osalta keskityttiin maankäyttömuodoista metsien puustoon ja maaperään. Metsien merkitys maankäyttösektorin hiilinielupotentiaalin kannalta on ehdottomasti suurin verrattuna muihin maankäyttömuotoihin.

SY-skenaariion perusteella Pohjois-Savon maankäyttösektori oli 366,1 kt CO<sub>2</sub>-ekv nielu vuonna 2040 ja SY-C -skenaariion perusteella 943,0 kt CO<sub>2</sub>-ekv nielu. Verrattaessa maankäyttösektorin skenaarioiden tuloksia HIPOS-skenaariion tuloksiin, voidaan todeta, että SY-skenaariion perusteella hiilineutraaliutta ei vielä saavutettaisi mutta SY-C -skenaariossa tavoite toteutuisi ja Pohjois-Savo olisi 224,3 kt CO<sub>2</sub>-ekv hiilinielu vuonna 2040.

Puuston hiilivarastoa ja sen kehitystä SY- ja SY-C -skenaarioissa on tarkasteltu erikseen. Arvion perusteella puuston hiilivarasto Pohjois-Savossa vuonna 2015 oli 65 971 189 t hiiltä. SY-skenaariion perusteella hiilivarasto olisi 75 160 438 t ja SY-C -skenaariion perusteella 76 243 368 t hiiltä vuonna 2040.

## POHJOIS-SAVON KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖT JA HIILITASE

Pohjois-Savon maakunta määriteltiin tässä selvityksessä niin, että nykyisen Pohjois-Savon kuntien (Iisalmi, Kaavi, Keitele, Kiuruvesi, Kuopio, Lapinlahti, Leppävirta, Pielavesi, Rautalampi, Rautavaara, Siilinjärvi, Sonkajärvi, Suonenjoki, Tervo, Tuusniemi, Varkaus, Vesanto, Vieremä) lisäksi maakuntaan laskettiin kuuluvaksi Joroisten kunta, joka liittyy osaksi maakuntaa vuoden 2021 alussa. Raportissa on lisäksi esitetty Pieksämäen kaupungin tulokset, mutta näitä ei minkään sektorin osalta ole sisällytetty maakunnan yhteenlaskettuihin tuloksiin.

## JOHDANTO

Vuonna 2015 YK:n ilmastopöytäkirjan puitteissa pidetyn Pariisin ilmastokokouksen jälkeen ilmastomuutos on puhuttanut enenevässä määrin sekä maailmanlaajuisesti että valtakunnallisesti. Kunnianhimoisia ilmastotavoitteita on asetettu niin kansallisesti kuin alueellisestikin. Suomi on asettanut tavoitteekseen olla hiilineutraali vuonna 2035, eli ensimmäisten joukossa Euroopassa. Hiilinegatiivisuuteen pyritään pian tämän jälkeen.

Maakunnissa tehdään usein kuntarajat ylittävää yhteistyötä paitsi useiden muiden alojen myös ilmastotyön osalta. Muun muassa ELY-keskukset ja maakuntaliitot ovat tehneet pitkäjänteistä työtä ilmastopäästöjen vähentämiseksi, tukeneet ja rahoittaneet kuntien ilmastotyötä sekä edistäneet ilmastohankkeita ja -toimia alueillaan.

Myös Pohjois-Savossa ilmastotyöhön on tartuttu tosissaan ja sitä vauhditetaan tällä hetkellä erityisesti kahdella hankkeella – HIMA ja KESTO.

Hiilineutraali maakunta – Pohjois-Savo (HIMA) -hanke on vuonna 2020 käynnistynyt Pohjois-Savon ELY-keskuksen koordinoima hanke. Hankkeen rahoitus on haettu Pohjois-Savon liiton kautta Euroopan aluekehitysrahastosta (EAKR) ja Pohjois-Savon kehittämisrahastosta. Hankkeen kesto on 1,5 vuotta ja sen aikana järjestetään Pohjois-Savon ilmastofoorumien toimintaa sekä laaditaan maakunnallinen ilmastotiekartta yhteistyössä eri toimijoiden kanssa.

Navitas Kehitys Oy:n hallinnoima KESTO (kestävän energiankäytön, materiaalitehokkuuden ja ilmaston seudullinen toimintasuunnitelma) -hankkeessa puolestaan laaditaan ilmasto-ohjelmat sekä kunnalliset ilmaston toimintasuunnitelmat Keski-Savon ja Ylä-Savon seudulle sekä Siilinjärvelle.

Tässä HIMA-hankkeen puitteissa tehdyssä selvityksessä laskettiin ilmastotiekartan taustatiedoksi Pohjois-Savon maakunnan kuntien kasvihuonekaasupäästöt sekä maankäyttösektorin päästöt ja nielut. Pohjois-Savon maakunnan kunnat ovat Iisalmi, Kaavi, Keitele, Kiuruvesi, Kuopio, Lapinlahti, Leppävirta, Pielavesi, Rautalamppi, Rautavaara, Siilinjärvi, Sonkajärvi, Suonenjoki, Tervo, Tuusniemi, Varkaus, Vesanto ja Vieremä. Lisäksi selvitys kattaa Joroisten kunnan, joka liittyy Pohjois-Savon maakuntaan vuoden 2021 alusta, ja Pieksämäen kaupungin, joka osallistuu aktiivisesti alueelliseen ilmastotyöhön. Kuntien kasvihuonekaasupäästöt ja nielut laskettiin vuodelta 2018. Kasvihuonekaasupäästöt laskettiin sekä kulutusperusteisesti että tuotantoperusteisesti. Osana selvitystä arvioitiin lisäksi kasvihuonekaasupäästöjen ja nielujen kehitystä vuoteen 2040.

Selvityksen toteutti Benviroc Oy alihankkijanaan Luonnonvarakeskus. Selvitys toteutettiin Pohjois-Savon ELY-keskuksen toimeksiannosta.

## 1. LASKENTAMENETELMÄT

Pohjois-Savon kuntien kasvihuonekaasupäästöt laskettiin vuodelta 2018. Päästölaskennassa hyödynnettiin Benviroc Oy:n kehittämää CO<sub>2</sub>-raportin laskentamallia. Laskentamalli on kehitetty perustuen menetelmiin, joita käytetään Tilastokeskuksen vuosittain YK:n ilmastopöytäkirjalle raportoidussa Suomen kasvihuonekaasuinventaariossa ja se noudattaa Euroopan Unionin kaupunkien ja kuntien päästölaskentaa varten kehittämää standardia. CO<sub>2</sub>-raportin laskentamalli eroaa jonkin verran Suomen ympäristökeskuksen kehittämästä ALas 1.0 - päästölaskentamallista. Mallien välisiä eroja on kuvattu tämän raportin liitteessä 3. CO<sub>2</sub>-raportti on vakiinnuttanut asemansa Suomen kuntien ja kaupunkien päästöseurannassa ja Pohjois-Savon kunnista Kuopio, Suonenjoki ja Varkaus seuraavat päästökehitystään vuosittain CO<sub>2</sub>-raportin laskentamallilla. Myös maankäyttösektorin päästöjen ja nielujen laskennassa hyödynnettiin kansallisen kasvihuonekaasuinventaariotietojen menetelmiä ja päästökertoimia. Laskennoissa hyödynnettiin muun muassa Luonnonvarakeskuksen monilähteisen Valtakunnan Metsien Inventoinnin (MVMI) aineistoja sekä kansallista laskentaa varten kehitettyjä laskentamalleja.

Päästölaskenta sisältää seuraavat sektorit:

- Päästökaupan alainen teollisuus
- Pienteollisuus
- Työkoneet
- Sähkö
- Lämpö
  - Kaukolämpö
  - Sähkö- ja maalämmitys
  - Erillislämmitys (öljylämmitys ja puulämmitys)
- Tieliikenne
  - Raskas liikenne
  - Henkilöliikenne
  - Kauttakulkuliikenne
- Vesiliikenne
- Maatalous
- Jätehuolto
- Maankäyttösektori
  - Metsämaa (puusto ja maaperä)
  - Viljelysmaa
  - Ruohikkoalueet
  - Kosteikkoalueet (sis. sisävedet)
  - Rakennettu maa ja muu maa
  - Puutuotteiden hiilivarasto

Kasvihuonekaasuista ovat mukana seuraavat kasvihuonekaasut: hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>), metaani (CH<sub>4</sub>) ja dityppioksidi (N<sub>2</sub>O). Laskentojen tulokset esitetään hiilidioksidiekvivalenteina (CO<sub>2</sub>-ekv).

Kasvihuonekaasupäästölaskennat toteutettiin sekä kulutusperusteisesti että tuotanto-perusteisesti. Kulutusperusteinen ja tuotanto-perusteinen laskenta eroavat toisistaan energia- ja jätehuoltosektorin laskennan osalta. Kulutusperusteisessa laskennassa kunnan päästöihin sisältyvät kunnassa kulutetun energian tuotannosta aiheutuvat päästöt sekä kunnan tuottaman jätteen käsittelystä aiheutuvat päästöt huolimatta siitä, missä energia tuotetaan tai jätteet käsitellään. Tuotanto-perusteisessa laskennassa puolestaan tarkastellaan kunnan alueella



tapahtuvia päästöjä, eli kaikki kunnan alueella tuotetusta energiasta ja jätteiden käsittelystä aiheutuvat päästöt allokoidaan kunnalle huolimatta siitä, missä energiaa kulutetaan tai missä käsitelty jäte on tuotettu. Muiden sektoreiden osalta kulutus- ja tuotantoperusteinen laskenta eivät eroa toisistaan. Tässä raportissa on tarkasteltu ensisijaisesti kulutusperusteisen päästölaskennan tuloksia, jotka on esitetty taulukossa 3 luvussa 2.1. Maankäyttösektorin laskennan tulokset on esitetty luvussa 2.2. Tuotantoperusteisen päästölaskennan tulokset on esitetty liitteessä 1.

### 1.1 Päästökaupan alainen teollisuus

#### 1.1.1 Kulutusperusteinen

Pohjois-Savossa sijaitsevat päästökaupan alaiset teollisuuden toimijat kartoitettiin hyödyntämällä ympäristöhallinnon tietojärjestelmä YLVA<sup>1</sup> kuntakohtaisia polttoainetietoja sekä Energiaviraston päästökaupan sähköistä asiointijärjestelmää<sup>2</sup>. Laskennan lähtötietoina käytettiin muun muassa päästökauppajärjestelmän tietoja, ympäristöhallinnon YLVA-tietokannan tietoja ja toimijoille tehdyin tietokyselyin kerättyjä tietoja. Päästökaupan alaisen teollisuuden päästöt sisältävät polttoaineen käytön (pois lukien verkkoon myydyin sähkön ja kaukolämmön tuottamiseen käytetyt polttoaineet), ostetun lämmön ja höyryn päästöt sekä prosessipäästöt (esim. typpihapon tuotannosta). Polttoainekohtaiset päästökertoimet määriteltiin Tilastokeskuksen polttoaineluokitukseen perustuen.

#### 1.1.2 Tuotantoperusteinen

Tuotantoperusteiseen päästökaupan alaisen teollisuuden laskentaan kuuluvat kunnan rajojen sisäpuolella tapahtuva polttoaineenkäyttö (pois lukien verkkoon myydyin sähkön ja kaukolämmön tuottamiseen käytetyt polttoaineet, jotka sisältyvät sähkösektorin päästöihin) sekä prosessipäästöt. Sähkön, lämmön tai teollisuuden prosessihöyryn kuntarajat ylittäviä myyntejä tai ostoja ei vuonna 2018 ollut, joten tuotantoperusteisen ja kulutusperusteisen laskennan tulokset eivät päästökaupan alaisen teollisuuden osalta eronneet toisistaan.

### 1.2 Pienteollisuus

Pienteollisuuden päästöjen laskentaan sisältyvät päästökaupan ulkopuolisten teollisuuden toimijoiden päästöt. Laskennan tietolähteinä hyödynnettiin ympäristöhallinnon YLVA-tietokannan tietoja teollisuuden toimijoiden polttoaineenkulutuksesta, kuntakohtaisia kevyen ja raskaan polttoöljyn myyntimäärätietoja ja toimijoille tehtyjä tietokyselyitä.

---

<sup>1</sup> YMPARISTO.fi, Ympäristönsuojelun valvonnan sähköinen asiointijärjestelmä YLVA, <https://www.ymparisto.fi/YLVA>

<sup>2</sup> Energiavirasto, Päästökaupan sähköinen asiointijärjestelmä, <http://www.paastolupa.fi/default>

## 1.3 Työkoneet

Työkoneiden päästöt laskettiin hyödyntäen VTT:n työkoneiden päästölaskentaan kehittämää TYKO-mallia<sup>3</sup>. Mallilla tuotetaan Suomen viralliset vuosittaiset päästömäärät EU:lle, YK:lle ja Suomen tilastoihin. Malli kattaa kaikkiaan noin 50 eri konetyyppiä ja sisältää työkoneiden lisäksi myös maastoajoneuvot. TYKO-malli on kehitetty valtakunnan tason laskentaa varten mutta kuntakohtaiset arviot saadaan jakamalla valtakunnallinen tulos kunnan ja valtakunnan väkiluvun suhteella. Tässä työssä TYKO-mallilla laskettiin bensiinikäyttöisten työkoneiden päästöt. Dieselkäyttöisten työkoneiden päästöt laskettiin hyödyntäen kevyen polttoöljyn myyntimääriä ja ne sisältyvät pienteollisuus -sektorin päästöihin.



## 1.4 Sähkö

### 1.4.1 Kulutusperusteinen

Sähkön päästöt laskettiin perustuen Energiateollisuus ry:n tilastoon kuntien sähkönkulutuksesta<sup>4</sup>. Tilastossa sähkönkulutus on esitetty seuraaville luokille: asuminen ja maatalous; palvelut ja rakentaminen; ja teollisuus.

Lämmitys sähkö eriteltiin "kulutussähköstä" vähentämällä Energiateollisuus ry:n tilastoluokkien "asuminen, maatalous, palvelut ja rakentaminen" sähkönkulutuksesta sähkölämmityksen ja

<sup>3</sup> VTT 2019, Suomen työkoneiden päästömalli TYKO 2018, <http://lipasto.vtt.fi/tyko/>

<sup>4</sup> Energiateollisuus ry, Sähkönkäyttö kunnittain, [https://energia.fi/julkaisut/materiaalipankki/sahkonkaytto\\_kunnittain\\_2007-2018.html#material-view](https://energia.fi/julkaisut/materiaalipankki/sahkonkaytto_kunnittain_2007-2018.html#material-view)

maalämpöpumppujen sähkönkulutus. "Kulutussähkö" sisältää kuitenkin osittain myös lämmityssähköä, sillä sektorille sisältyvät esimerkiksi kylpyhuoneiden sähköllä toimivan lattialämmityksen sekä ilmalämpöpumppujen käyttämä sähkö.

Teollisuuden sähkönkulutuksen päästöt laskettiin vähentämällä sähkönkulutustilaston teollisuusluokan sähkönkulutuksesta teollisuuslaitosten omaan käyttöönsä tuottaman sähkön päästöt, jotka sisältyvät teollisuussektoreille.

Laskennan päästökertoimena käytettiin Suomen keskimääräistä sähkönkulutuksen päästökerrointa. Päästökerroin laskettiin perustuen Tilastokeskuksen ja Energiateollisuus ry:n aineistoon. Yhteistuotannon tapauksessa Suomen sähköntuotannon päästöt laskettiin käyttäen hyödynjakomenetelmää, ja näin saadut päästöt jaettiin Suomen sähkönkulutuksella.

### 1.4.2 Tuotantoperusteinen

Sähkön tuotantoperusteisessa laskennassa laskettiin kunnan alueella tapahtuvan sähköntuotannon päästöt. Sähköä tuottavia laitoksia tunnistettiin kuusi kappaletta: Kuopion Energian yhteistuotantolaitos ja Pitkälahden moottorivoimalaitos Kuopiossa, Savon Voiman yhteistuotantolaitokset Iisalmessa ja Pieksämäellä, Riikinvoiman lämpöä ja sähköä tuottava ekovoimalaitos Leppävirralla sekä Joroisilla sijaitseva Fingridin Huutokosken varavoimalaitos. Teollisuuden omaan käyttöön tuottaman sähkön päästöt eivät sisälly sähkön tuotantoperusteiseen laskentaan vaan ne on allokoitu teollisuussektoreille. Sähköä tuottavia teollisuuden laitoksia Pohjois-Savossa olivat Mondi Powerflute Kuopiossa, Stora Enso Varkaudessa sekä Lehtoniemen ja Maaningan biokaasulaitokset Kuopiossa. Laskennassa hyödynnettiin Tilastokeskuksen polttoaineluokituksen perustuvia päästökertoimia.

Kunnissa tapahtuva aurinkoenergialla, tuulivoimalla tai vesivoimalla tuotettu sähkö on päästötöntä, uusiutuvaa energiantuotantoa, eikä sitä siksi oteta sähkön tuotantoperusteisessa päästölaskennassa huomioon.

## 1.5 Lämmitys (sis. lämmityssähkö)

### 1.5.1 Kulutusperusteinen

Lämmityksen päästöt koostuvat kaukolämmöstä, sähkölämmityksestä, maalämmöstä ja erillislämmityksestä (öljy ja puun pienkäyttö).

Kaukolämmityksen päästöt laskettiin pääosin Energiateollisuus ry:n kaukolämpötilaston tietoihin perustuen. Tietoja täydennettiin kaukolämmöntuottajille tehdyillä tietokyselyillä. Laskennassa käytetyt päästökertoimet perustuvat Tilastokeskuksen polttoaineluokituksen. Sähkön ja kaukolämmön yhteistuotannon polttoaineet jaettiin sähkölle ja kaukolämmölle hyödynjakomenetelmää käyttäen. Pohjois-Savossa sähkön ja kaukolämmön yhteistuotantolaitoksia sijaitsee Iisalmessa, Kuopiossa, Leppävirralla ja Pieksämäellä.

Sähkölämmityksen ja maalämmön päästölaskenta perustuu Tilastokeskuksen rakennuskantatilastoon, josta saatiin kuntakohtaiset rakennusten pinta-ala tiedot käyttötarkoituksen mukaan. Laskentamallissa hyödynnettiin lisäksi Tilastokeskuksen tilastoa rakennusten lämmityksen energiankulutuksesta koko Suomessa, sekä Motiva Oy:n tietoja lämpimän käyttöveden lämmityksen energiantarpeesta rakennuksen käyttötarkoituksen mukaan.

Sähkönkulutuksen päästökerroin laskettiin perustuen Tilastokeskuksen ja Energiateollisuus ry:n aineistoon.

Öljyllä lämmitettyjen rakennusten energiantarve laskettiin niin ikään perustuen Tilastokeskuksen rakennuskannasta saatuihin pinta-alatietoihin rakennusten käyttötarkoituksen mukaan. Öljyn kulutusta arvioitiin perustuen tietoihin öljyn ominaiskulutuksesta erityyppisissä rakennuksissa. Lisäksi arviossa hyödynnettiin Motiva Oy:n tietoja lämpimän käyttöveden lämmityksen energiantarpeesta rakennuksen käyttötarkoituksen mukaan. Erillislämmityksen polttopuulämmityksen laskennassa hyödynnettiin Luonnonvarakeskuksen tuottamia tietoja puun pienkäytöstä.

### 1.5.2 Tuotantoperusteinen

Tuotantoperusteinen lämmityksen päästölaskenta eroaa kulutusperusteisesta laskennasta kaukolämmön osalta. Tuotantoperusteisessa laskennassa kunnalle allokoidaan sen alueella tuotetun kaukolämmön päästöt. Kulutusperusteinen ja tuotantoperusteinen laskenta eroavat Pohjois-Savossa toisistaan Varkauden ja Leppävirran osalta. Leppävirran päästöt ovat tuotantoperusteisessa laskennassa kulutusperusteista laskentaa suuremmat ja Varkauden päinvastoin pienemmät. Tämä johtuu siitä, että Riikinvoiman ekolämpölaitos, jonka tuottama kaukolämpö kulutetaan Varkaudessa, sijaitsee Leppävirralla.

Sähkölämmityksen, maalämmön ja erillislämmityksen päästöt ovat samat sekä kulutus- että tuotantoperusteisessa laskennassa.

## 1.6 Tieliikenne

Tieliikenteen päästöt laskettiin perustuen VTT:n LIISA-malliin<sup>5</sup>, jossa lasketaan päästöt eri ajoneuvotyypeille ja tieluokille. LIISA-malli on yksi VTT:n LIPASTO-järjestelmän viidestä mallista. Mallilla tuotetaan Suomen viralliset vuosittaiset päästö määrät EU:lle, YK:lle ja Suomen tilastoihin. Laskenta perustuu kahteen pääelementtiin, autokohtaisiin vuosisuoritteisiin (km/a) ja suoritekohtaisiin päästökertoimiin (g/km). Kuntakohtaisessa laskennassa maantiesuoritteen lähtökohtana on Liikenneviraston ilmoitus maantiesuoritteesta kunnittain. Katusuorite jaetaan kunnille niiden väkiluvun suhteessa. Mallissa käytettyihin päästökertoimiin vaikuttavat polttoaineiden bio-osuudet.

Liikenteen päästöt jaettiin LIISA-mallin tietojen perusteella raskaaseen liikenteeseen (kuorma-autot ja linja-autot) sekä henkilöliikenteeseen (henkilöautot, pakettiautot, moottoripyörät, mopot ja mopoautot). Lisäksi eriteltiin kauttakulkuliikenne erottamalla LIISA-mallin tiedoista Liikenneviraston hallinnoimilla teillä aiheutuneet kasvihuonekaasupäästöt. Kauttakulkuliikenteen päästöt sekä jako raskaaseen ja henkilöliikenteeseen on esitetty liitteessä 2.

---

<sup>5</sup> VTT 2019, Suomen tieliikenteen pakokaasupäästöjen laskentajärjestelmä LIISA 2018, <http://lipasto.vtt.fi/liisa/index.htm>

## 1.7 Vesiliikenne

Vesiliikenteen päästöihin sisältyvät huviveneiden sekä satamien päästöt. Huviveneiden päästöt laskettiin liikenne- ja viestintävirasto Traficomien vesikulkuneuvorekisterin lukumäärätietojen perusteella. Päästökertoimina hyödynnettiin Suomen kansallisen päästöinventaarion tietojen perusteella määriteltyjä päästökertoimia.

Satamien päästölaskennassa hyödynnettiin VTT:n kehittämää MEERI-mallia<sup>6</sup>. MEERI-mallin satamakohtaisten päästöjen laskenta perustuu satamakohtaiseen laivakäyntimääriin, satamasta riippumattomiin sisään- ja ulosajoaikoihin (yhteensä 60 min, matkustaja-aluksilla 48 min) ja eri laivatyypeille ominaisiin laiturissaoloaikoihin (6–52 h). Päästökertoimet on määritetty kullekin laivatyyppille keskimääräistä laivakäyntiä kohden. Pohjois-Savon alueelta tunnistettiin seuraavat satamat: Iisalmen satama, Nerkon satama Leppävirralla, Ahkionlahden, Kuopion ja Maaningan satamat Kuopiossa, Siilinjärven satama ja Varkauden satama.

## 1.8 Maatalous

Maatalouden päästöt koostuvat eläinten ruuansulatuksesta, lannankäsittelystä ja peltoviljelystä. Laskennassa hyödynnetty menetelmä on kehitetty Suomen kansallisen kasvihuonekaasuinventaarion menetelmiin perustuen.

Eläinten ruuansulatuksen ja lannankäsittelyn päästöt on laskettu perustuen eläinten lukumäärään sekä Suomen kasvihuonekaasuinventaarion eläintyyppikohtaisiin päästökertoimiin. Laskennassa ovat mukana seuraavat eläintyyppit: nautaeläimet (5 eri luokkaa), hevoset, ponit, lampaat, vuohet, siat ja siipikarja (6 eri luokkaa). Eläinten lukumäärätiedot on saatu Ruokaviraston maaseutuelinkeinohallinnon tietojärjestelmästä ja Suomen raviurheilun ja hevoskasvatuksen keskusjärjestö Hippos ry:stä.

Peltoviljelystä aiheutuu  $N_2O$ -päästöjä, sillä pieni osa pelloille lisätystä typestä muodostaa  $N_2O$ :ta. Päästölaskennassa ovat mukana synteettinen typpilannoitus, lannan käyttö lannoitteena, kasvien



<sup>6</sup> VTT 2019, MEERI 2018, <http://lipasto.vtt.fi/meeri/index.htm>



niittojäännös ja typpeä sitovat kasvit. Lisäksi laskennassa ovat mukana peltojen kalkituksen CO<sub>2</sub>-päästö, sekä epäsuorat N<sub>2</sub>O-päästöt muiden tyyppiyhdisteiden laskeuman sekä typen huuhtouman seurauksena.

Peltoviljelyn päästölaskenta perustuu Ruokaviraston viljelypinta-alatietoihin seuraaville kasveille: apilansiemen, herne, kaura, kevätvehnä, kukkakaali, lanttu, mukulaselleri, ohra, peruna, porkkana, punajuuri, ruis, seosvilja, sokerijuurikas, syysvehnä, tarhaherne, valkokaali ja öljykasvit. Lisäksi on käytetty tietoa koko viljelypinta-alasta.

### 1.9 Jätehuolto

#### 1.9.1 Kulutusperusteinen

Jätehuollon päästöt sisältävät kaatopaikkasijoituksen, kompostoinnin ja jätevedenkäsittelyn. Jätteenpolton päästöt sisältyvät kansainvälisten laskentaohjeiden mukaisesti kaukolämmön ja sähkön päästöihin. Kulutusperusteisessa laskennassa jätteenkäsittelyn päästöt lasketaan syntypaikan mukaan, eli useiden kuntien yhteisten jätteenkäsittelylaitosten päästöt allokoidaan kullekin kunnalle kunnassa syntyvän jätemäärän perusteella.

Kaatopaikalla osa orgaanisesta jätteestä hajoaa anaerobisesti vuosien ja vuosikymmenien kuluessa tuottaen metaania. Hajoavia jätejakeita ovat esimerkiksi elintarvikete, puutarhajäte, paperi ja pahvi. Sen sijaan esimerkiksi muovit, lasi ja metalli eivät hajoa kaatopaikalla lainkaan. Myös osa orgaanisesta jätteestä jää kaatopaikoilla hajoamatta ja varastoituu kaatopaikalle pitkäksi ajaksi.

Kaatopaikan ratkaisuilla voidaan vaikuttaa metaanipäästöjen syntyyn. Kaatopaikkakaasun talteenotolla saadaan muodostunutta metaania talteen, ja sitä voidaan hyödyntää energiana tai polttaa soihutpolttona, jolloin metaani palaa hiilidioksidiksi. Kaatopaikan hapettavan pintakerroksen avulla voidaan osa metaanista hapettaa hiilidioksidiksi.

Kaatopaikalla muodostuvan metaanin määrää arvioitiin dynaamisella mallilla, joka ottaa huomioon eri vuosina kaatopaikalle sijoitetut jätemäärät, jätteen tyyppin, kaatopaikkakaasun talteenoton ja hapettumisen pintakerroksessa. Laskennassa hyödynnetty FOD (*First Order Decay*) -malli on Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) kehittämä. Lähtötietoina käytettiin ympäristöhallinnon YLVA-järjestelmän jätemäärätietoja sekä kaatopaikkakaasun talteenottotietoja. Kulutusperusteisessa laskennassa kaatopaikkojen päästöt jaettiin jätehuoltoyhtiön toiminta-alueen kunnille asukasluvun suhteessa, sillä tietyn alueen kuntien asukaskohtaiset jätemäärät eivät yleensä vaihtelee merkittävästi.

Kunnan alueella sijaitsevien teollisuuden kaatopaikkojen päästöt laskettiin SYKE:n jätemallilla perustuen YLVA-tietokannan jätemäärätietoihin.

Kaatopaikoilla anaerobisesti hajoavat jätejakeet tuottavat päästöjä vielä kymmeniä vuosia kaatopaikkasijoituksen jälkeen. Näin ollen laskentaan sisällytettiin myös suljettuja yhdyskuntajätteen kaatopaikkoja, sikäli kun laskentaa varten tarvittavat lähtötiedot olivat näiden osalta saatavilla. Päästöt arvioitiin SYKE:n jätemallilla hyödyntäen kaatopaikkakohtaisia tietoja sijoitetuista jätejakeista, kaatopaikan toimintavuosista sekä kaatopaikkakaasun talteenotosta.

Kompostoinnin päästöt laskettiin perustuen YLVA-tietokannan tietoihin kompostointilaitoksissa käsitellyistä jätejakeista. Useiden kuntien yhteisten kompostointilaitosten päästöt jaettiin kunnille asukasluvun suhteessa.

Jäteveden käsittelystä syntyy CH<sub>4</sub>- ja N<sub>2</sub>O-päästöjä. Yhdyskuntajäteveden CH<sub>4</sub>-päästöjen laskenta perustuu jätevedenkäsittelylaitoksille saapuvan orgaanisen aineksen (BOD<sub>7</sub>) kuormaan, ja N<sub>2</sub>O-päästöjen laskenta jätevedenpuhdistamojen typpikuormaan vesistöihin. Nämä tiedot saatiin YLVA-järjestelmästä. Useiden kuntien yhteisten jätevedenpuhdistamoiden tapauksessa päästöt jaettiin kunnille puhdistamolle saapuvan jätevesikuorman suhteessa. Kuntakohtaiset jätevesimäärät selvitettiin tietokyselyillä.

Yhdyskuntajäteveden puhdistamoiden piiriin kuulumattomien asukkaiden jätevedenkäsittelyn päästöt laskettiin perustuen haja-asutusalueiden väkilukuun. CH<sub>4</sub>-päästö perustuu asukaskohtaiseen keskimääräiseen orgaanisen aineksen kuormaan, ja N<sub>2</sub>O-päästö keskimääräiseen proteiininkulutukseen ja proteiinin typpisisältöön.

Teollisuuden jätevedenkäsittelyn päästöjen laskenta perustuu jätevedenkäsittelylaitosten orgaanisen aineksen (COD) sekä typen kuormitukseen vesistöihin. Myös tämä tieto saatiin YLVA-järjestelmästä.

Myös kalankasvatuksen päästöt laskettiin käyttäen YLVA-tietokannasta saatua tietoa kalankasvatuksen typpikuormasta.

Jätehuollon päästölaskennassa käytetty menetelmä ja päästökertoimet on kehitetty Suomen kansallisen kasvihuonekaasuinventaarion menetelmiin perustuen.

### 1.9.2 Tuotantoperusteinen

Myös tuotantoperusteisessa laskennassa jätehuollon päästöt koostuvat kaatopaikkasijoituksesta, kompostoinnista ja jäteveden käsittelystä. Toisin kuin kulutusperusteisessa laskennassa, jossa kunnan alueella syntyneen kiinteän jätteen tai jäteveden käsittelyn päästöt allokoidaan jätteen tuottajakunnalle, allokoidaan tuotantoperusteisessa laskennassa kunnalle kaikki kunnan alueella tapahtuvan kiinteän jätteen ja jäteveden käsittelyn päästöt, vaikka jäte tai jätevesi olisi tuotettu kunnan rajojen ulkopuolella.

Pohjois-Savon alueella toimi vuonna 2018 kolme alueellista jätehuoltoyhtiötä: Jäte kukko Oy, Keski-Savon Jätehuolto liikelaitoskuntayhtymä sekä Ylä-Savon Jätehuolto Oy. Jätehuollon tuotantoperusteisessa laskennassa kunkin jätehuoltoyhtiön toiminta-alueen kaatopaikkasijoituksen päästöt allokoitiin kokonaisuudessaan kaatopaikan sijaintipaikkakunnalle. Näin ollen Jäte kukkon Heinälammirinteen kaatopaikan päästöt allokoitiin Kuopiolle, Keski-Savon Jätehuollon Riikinnevan kaatopaikan päästöt Leppävirralle ja Ylä-Savon Jätehuollon Peltomäen kaatopaikan päästöt lisalmelle. Pohjois-Savossa käsitellään myös maakunnan ulkopuolelta tulevia jätteitä, ja tästä syystä tuotantoperusteiset jätehuollon päästöt olivat suuremmat kuin kulutusperusteiset päästöt.

Yhteiskompostointilaitoksia, joissa kompostoitiin useamman kunnan alueelta kerättyjä jätteitä, oli Pohjois-Savon alueella vuonna 2018 kolme kappaletta. Yhteiskompostointilaitokset sijaitsivat lisalmessa (Ylä-Savon Jätehuollon Peltomäen jätteenkäsittelypaikka), Kuopiossa (Jäte kukkon Heinälammirinteen jätekeskus) ja Varkaudessa (Keski-Savon Veden Jätevedenpuhdistamo Akonniemi). Tuotantoperusteisessa laskennassa yhteiskompostointilaitosten päästöt allokoitiin kokonaisuudessaan laitoksen sijaintipaikkakunnille.

Useamman kunnan jätevesiä käsitteleviä yhteispuhdistamoita tunnistettiin Pohjois-Savon alueelta kaksi: lisalmen Veden jätepuhdistamo, jossa puhdistetaan lisalmen kaupungin, Vieremän ja Sonkajärven kuntien alueiden kuluttajien jätevedet, sekä Siilinjärven kunnan

jätevedenpuhdistamo, jossa puhdistetaan osittain myös Kuopion kaupungin jätevesiä. Tuotantoperusteisen laskentatavan mukaisesti yhteispuhdistamoiden jätevedenkäsittelystä aiheutuvat päästöt allokoitiin puhdistamon sijaintipaikkakunnalle.

### 1.10 Maankäyttösektori

#### 1.10.1 Metsämaa (puusto ja maaperä)

Metsämaiden puuston kuntakohtaisten hiilivarastojen laskennassa käytettiin Luonnonvarakeskuksen aineistoja, kuten esimerkiksi monilähteisen inventoinnin (MVMI, Luonnonvarakeskus 2019) aineistoa, joka koostui Luonnonvarakeskuksen valtakunnan metsien inventoinnin (VMI) koeala-aineiston, numeeristen paikkatietoaineistojen ja satelliittikuvien kautta saatavan tiedon yhdistelmästä sekä MELA-ohjelmistoa (Hirvelä ym. 2017). Uusin käytettävissä ollut VMI-koeala-aineisto (Valtakunnan metsien ... 2013, 2017) oli mitattu vuosina 2013–2017 ja siten laskelma-aineisto vastasi keskimäärin vuoden 2015 metsävarojen tilannetta. Metsänkäsittelyrajoitusten vaikutusten kuvaamiseksi aineisto jaettiin laskelmissa kahteen käsittelyluokkaan: metsänkäsittelyn piirissä olevat ja metsänkäsittelyn ulkopuolella olevat (Mäkisara ym. 2019).



Jotta puuston nykytila ja maankäyttösektorin päästöjen ja nielujen kehitys vuoteen 2040 perustuisivat yhdenmukaiseen laskentaan, laskettiin kunnittaiset puuston hiilivarastot hakkuumahdollisuusarvioiden kautta Luken MELA-ohjelmistolla (Hirvelä ym. 2017), joka on metsien käyttömahdollisuuksien analysointiin ja metsien käytön suunnitteluun kehitetty laskentaväline. MELA-ohjelmiston avulla tuotettiin aineistolle joukko erilaisia käsittely- ja kehitysvaihtoehtoja laskelmakausien määrittämälle ajalle ja näistä vaihtoehtoisista käsittelyketjuista valittiin lineaarisen optimoinnin (Lappi 1992) avulla metsien käytölle



asetettujen kuntakohtaisten vaatimusten mukainen käsittely- ja kehityssarja. Puuston kehitys, hakkuumäärät ja -tulot sekä korjuukustannukset määräytyivät simuloitujen käsittely- ja kehitysvaihtoehtojen sekä kunnan alueen metsätaloudelle asetettujen tavoitteiden ja rajoitteiden perusteella.

MELA-ohjelmistolla tehtyjen laskelmien oletuksina ja taustatietoina sekä vaihtoehtoisten käsittelyketjujen simulointimäärityksinä käytettiin MELA Tulospalvelun (Luonnonvarakeskus 2020a) mukaisia määrytyksiä mm. metsänhoidon suosituksista, metsänkäytön rajoituksista johdettujen käsittelyluokkien metsänkäsitteilyistä, puiden kasvuntasosta, hinnoista ja kustannuksista. Laskentaa ei tehty vuosittain, vaan laskelma-aika jaettiin kuuteen viiden vuoden pituiseen laskelmakauteen. Arviot esitetään viiden ensimmäisen kauden ajalle (vuosille 2015–2040). Laskelmien kuudes kausi oli mukana vain kestävyuden varmistamiseksi eikä tämän kauden arvioita esitetä. Laskelmissa ei otettu huomioon mahdollisia laskelman aikaisia muutoksia metsäpinta-alassa tai metsänkäytön rajoituksissa. Puuston hiilivaraston muutos vuonna 2018 arvioitiin ensimmäisen laskentajakson 2015–2019 perusteella. Tässä laskennassa käytetty skenaario oli ”Suurin ylläpidettävissä oleva aines- ja energiapuun hakkuukertymääräarvio (SY, katso luku 3.2)”.

Metsämaiden maaperän (kivennäismaat ja ojitetut suometsät) hiilivaraston muutokset (päästöt ja nielut) laskettiin perustuen Luken kasvihuonekaasuinventaarion menetelmiin. Hiilivaraston muutoksen laskennassa käytettiin kasvihuonekaasuinventaarion päästökertoimia. Laskentaan sisältyivät myös CH<sub>4</sub>- ja N<sub>2</sub>O-päästöt ojitettujen suometsien osalta.

Kasvihuonekaasuinventaariossa kivennäismaan hiilivaraston muutokset mallinnettiin käyttäen Yasso07-maaperämallia (Liski ym. 2006, Tuomi ym. 2009). Maaperämalli ennustaa hiilivaraston muutokset sisältäen karikkeen ja maan orgaanisen hiilen 1 m:n paksuisessa maakerroksessa. Maaperämalli käyttää syötteenä maanpäällisen ja maanalaisen pintakasvillisuuden ja puuston tuottamaa kariketta ja karikkeen hajotusmalli perustuu karikkeen kemialliseen koostumukseen ja ilmastotietoihin. Ojitettujen turvemaiden maaperän päästökertoimet on laskettu perustuen kaasumaisiin CO<sub>2</sub>-päästön mittaustuloksiin ja maanalaiseen puuston karikesyötteeseen.

### 1.10.2 Viljelysmaat

Viljelysmaiden maaperän päästöt laskettiin kuntakohtaisten viljelypinta-alojen ja kasvihuonekaasuinventaariossa (KHK-inventaario; Statistics Finland 2020, IPCC 2014) käytettyjen päästökertoimien avulla. Kivennäis- ja orgaanisilla mailla sijaitsevien peltojen viljelypinta-ala (taulukko 1) määritettiin paikkatietoaineistojen perusteella yhdistämällä Ruokaviraston peltolohkorekisteri ja maannostietokanta. Kivennäismaille päästökertoimena käytettiin kasvihuonekaasuinventaarion mukaista kerrointa. Kivennäismaiden päästökerroin perustuu Yasso07 maaperän hiilimallilla tehtyyn mallinnukseen, jossa on käytetty viljelykasvien satotietoja, kotieläinmääriä sekä vuosittaista keskilämpötilaa ja sademäärää. Orgaanisille maille käytettiin IPCC:n ohjeiden mukaisia päästökertoimia yksivuotiselle ja nurmiviljelylle. Orgaanisten maiden laskennassa käytettiin samaa nurmiosuutta kuin kasvihuonekaasuinventaariossa.

### 1.10.3 Ruohikkomaat

Suomessa ruohikkomaat ovat pääosin hylättyjä peltoja. Ruohikkomaiden pinta-ala (taulukko 1) arvioitiin viljelykäytössä olevan peltopinta-alan mukaan siten, että ruohikkomaita oletettiin

olevan samassa suhteessa viljelysmaiden pinta-alaan kuin koko Suomessa. Päästökertoimina käytettiin kasvihuonekaasuinventaarion kertoimia kivennäis- ja orgaanisille maille.

*Taulukko 1. Viljelys- ja ruohikkomaiden pinta-ala (ha) kunnittain.*

Kunta	Viljelysmaa		Ruohikkomaa	
	kivennäismaa	orgaaninen	kivennäismaa	orgaaninen
Iisalmi	13257	639	1299	63
Joroinen	6930	806	679	79
Kaavi	2672	174	262	17
Keitele	2901	691	284	68
Kiuruvesi	19230	4688	1884	459
Kuopio	36949	1833	3621	180
Lapinlahti	14926	1271	1463	125
Leppävirta	6280	566	615	55
Pielavesi	7511	1447	736	142
Rautalampi	3819	1157	374	113
Rautavaara	1824	369	179	36
Siilinjärvi	7485	332	733	33
Sonkajärvi	8263	1239	810	121
Suonenjoki	4476	501	439	49
Tervo	1933	407	189	40
Tuusniemi	3805	257	373	25
Varkaus	1395	152	137	15
Vesanto	3714	298	364	29
Vieremä	11263	965	1104	95
Pohjois-Savo yhteensä	<u>158634</u>	<u>17789</u>	<u>15545</u>	<u>1743</u>
Pieksämäki	8035	436	787	43

#### 1.10.4 Kosteikkoalueet (sis. sisävedet)

Kosteikkoalueiksi luettavien turvetuotantoalueiden kuntakohtaiset pinta-alat (taulukko 2) laskettiin Maanmittauslaitoksen kartta-aineistojen ja monilähteisen Valtakunnan Metsien Inventoinnin (MVMi-2017; Luonnonvarakeskus 2019) menetelmien avulla. Pinta-ala-arvio sisältää myös turvetuotannosta poistuneet suonpohjat niiltä osin kuin ne eivät olleet siirtyneet uuteen maankäyttöön. Turvetuotantoalueiden maaperän kasvihuonekaasupäästöt laskettiin kansallisessa kasvihuonekaasuinventaariossa käytetyillä päästökertoimilla, jotka perustuvat kasvihuonekaasujen (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) päästömittaustuloksiin. Kansallisen päästöinventaarion käytännön mukaisesti muiden kosteikkoalueiden, mukaan lukien sisävedet, hiilivaraston arvioidaan olevan ihmisen toiminnan ulkopuolella ja niitä ei siksi raportoida. Samaa tulkintaa on käytetty arvioitaessa Pohjois-Savon muiden kosteikkoalueiden hiilivarastoa, eli tämä maankäyttömuoto ei toimi päästölähteenä tai nieluna.

*Taulukko 2. Turvetuotannon kuntakohtaiset pinta-alat (ha). Pinta-aloissa on mukana myös turvetuotannosta vapautuneet suonpohjat, jos ne eivät olleet vielä siirtyneet uuteen maankäyttöön (esim. metsä, ruohikko).*

Kunta	Pinta-ala
Iisalmi	20
Joroinen	361
Kaavi	0
Keitele	211
Kiuruvesi	1233
Kuopio	494
Lapinlahti	143
Leppävirta	0
Pielavesi	390
Rautalampi	281
Rautavaara	500
Siilinjärvi	0
Sonkajärvi	951
Suonenjoki	367
Tervo	40
Tuusniemi	0
Varkaus	0
Vesanto	24
Vieremä	472
Pohjois-Savo yhteensä	<u>5487</u>
Pieksämäki	394

#### 1.10.5 Rakennettu maa ja muu maa

Kansallisessa kasvihuonekaasuinventaariossa rakennetun maan ja muun maan hiilivaraston on arvioitu olevan tasapainossa. Samaa tulkintaa on käytetty arvioitaessa Pohjois-Savon rakennetun maan ja muun maan hiilivarastoa, eli nämä maankäyttömuodot eivät toimi päästölähteinä tai nieluina.

#### 1.10.6 Puutuotteiden hiilivarasto

Kansallisessa kasvihuonekaasuinventaariossa puutuotteiden hiilivaraston muutosten arviointiin käytetään niin sanottua tuotantolähestymistapaa, mikä tarkoittaa, että laskennassa ovat mukana kaikki kotimaisesta puutavarasta kotimaassa tuotetut puutuotteet riippumatta siitä, käytetäänkö ne kotimaassa vai menevätkö ne vientiin. Puutuotteiksi laskennassa luetaan niin kutsutut puolivalmisteet kolmessa ryhmässä: sahatavara, puulevyt sekä paperi- ja kartonkituotteet (massat). Tuotantoa ja puutuotteiden elinikää on seurattu vuodesta 1900 lähtien.

Mikäli lähestymistapaa seurattaisiin kirjaimellisesti, Pohjois-Savon laskennassa olisivat mukana pohjoissavolaisista metsistä hakatusta puusta Pohjois-Savossa sijaitsevista tuotantolaitoksissa valmistetut tuotteet, kuntatasolla vastaavasti kunnan metsistä hakatut ja kunnan rajojen sisällä

valmistetut tuotteet. Vaikka tiedot tuotantolaitosten kautta selvitetäisiinkin, ei lähestymistapa ole tarkoituksenmukainen. Tällöin esimerkiksi maakuntatason laskennassa kaikki maakunnan ulkopuolelle viety raakapuu jäisi kokonaan laskennasta pois, samoin maakunnassa jalostettu, mutta toisesta maakunnasta tuotu puu jäisi laskennan ulkopuolelle.

Suomen raportoidun hiilinielun osittaminen maakuntatasolle tarkoittaisi lähestymistapana sitä, että otettaisiin huomioon maakunnasta hakattu, Suomessa puutuotteeksi jalostettu raakapuu. Tässä laskennassa haasteellista on se, että maakunnan hakkuumäärät eivät välttämättä seuraa kansallista trendiä, jolloin kansallista hiilinielua ei pystytä jakamaan maakunnille, vaan laskenta tulisi tehdä erikseen jokaiselle alueelle seuraten hakkuita ja hakatusta puusta tuotettuja puutuotteita vuodesta 1900 lähtien.

Tilastojen perusteella viime vuosina noin 6 % metsäteollisuuden käyttämästä tukki- ja kuitupuusta on jalostettu Pohjois-Savossa (Luonnonvarakeskus 2020b). Vastaavasti Pohjois-Savon osuus ainespuun hakkuukertymästä on ollut noin 10 % koko Suomen hakkuukertymästä (Luonnonvarakeskus 2020c). Tästä voidaan päätellä jotakin Pohjois-Savon merkittävydestä Suomen kansalliselle puutuotteiden hiilinielulle, mutta ei voida suoraan vetää johtopäätöksiä edellä mainituista syistä.

Toistaiseksi puutuotteiden hiilivaraston seurantaan ei ole vakiintuneita käytäntöjä kunta- tai maakuntatasolla. Laskenta on mielekästä vain, jos se tehdään samalla tavalla kaikilla alueilla. Tällöin vältetään tuotteiden tuplalaskenta ja se, että osa tuotteista jää kokonaan huomioimatta. Kuntatasolla pitkäaikaisen puutuotevaraston kehittymistä voisi seurata esimerkiksi varastonmuutosmenetelmällä eli seuraamalla rakennettavien ja purettavien puurakennusten sisältämiä hiilivarastoja. Tämänkaltaisen lähestymistapa loisi selkeän kannustimen lisätä puurakentamista, ja olisi helposti ymmärrettävä.

## 2. LASKENTOJEN TULOKSET JA HIILITASE

### 2.1 Pohjois-Savon kuntien kasvihuonekaasupäästöt kulutusperusteisella menetelmällä

Pohjois-Savon kuntien kasvihuonekaasupäästöt olivat vuonna 2018 yhteensä 2191,7 kt CO<sub>2</sub>-ekv kulutusperusteisella menetelmällä laskettuna. Kuntakohtaiset kasvihuonekaasupäästöt eri sektoreilta on esitetty taulukossa 3. Taulukosta nähdään, että Pohjois-Savossa eniten kasvihuonekaasupäästöjä aiheutui vuonna 2018 tieliikenteestä (26 %), lämmityksestä (21 %) ja maataloudesta (20 %). Päästöjen kannalta seuraavaksi merkittävimmät sektorit olivat päästökaupan alainen teollisuus (12 %) ja sähkö (12 %). Muiden sektoreiden osuudet kokonaispäästöistä vaihtelivat 0,5–5 % välillä.

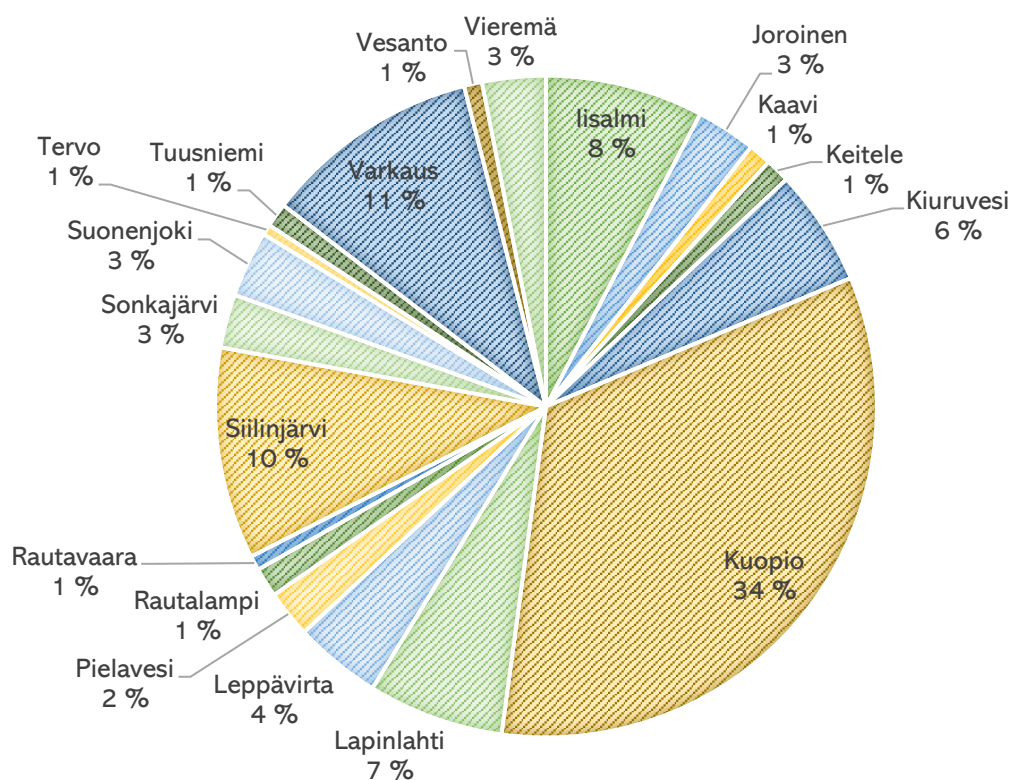
POHJOIS-SAVON KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖT JA HIILITASE

Taulukko 3. Pohjois-Savon kuntien ja Pieksämäen kulutusperusteiset kasvihuonekaasupäästöt (kt CO<sub>2</sub>-ekv) sektoreittain vuonna 2018.

Kunta/Sektori	Päästökauppa- teollisuus	Pienteollisuus	Työkoneet	Sähkö	Lämpö (sis. lämmityssähkö)	Tieliikenne	Vesiliikenne	Maatalous	Jätehuolto	Yhteensä
Iisalmi	0,0	10,9	0,9	18,9	60,5	43,0	0,6	28,1	6,6	<u>169,4</u>
Joroinen	0,0	4,3	0,2	5,2	7,8	29,3	0,3	13,6	3,2	<u>64,0</u>
Kaavi	0,0	0,2	0,1	4,7	6,0	7,0	0,1	5,6	0,4	<u>24,1</u>
Keitele	0,5	4,3	0,1	5,4	2,6	6,5	0,1	6,0	0,7	<u>26,2</u>
Kiuruvesi	0,0	12,3	0,3	5,2	6,5	17,1	0,2	80,6	2,7	<u>124,9</u>
Kuopio	99,8	29,3	4,7	86,8	203,8	187,1	5,5	100,4	16,8	<u>734,2</u>
Lapinlahti	34,8	5,6	0,4	10,1	14,6	33,6	0,3	43,0	3,4	<u>145,6</u>
Leppävirta	0,0	1,3	0,4	7,9	19,2	45,9	1,1	11,6	6,3	<u>93,6</u>
Pielavesi	0,0	6,5	0,2	2,8	3,5	12,8	0,3	22,8	1,5	<u>50,4</u>
Rautalampi	0,0	1,7	0,1	1,7	6,6	10,1	0,4	10,3	0,6	<u>31,6</u>
Rautavaara	0,0	1,0	0,1	0,8	2,4	6,4	0,0	4,7	0,2	<u>15,6</u>
Siilinjärvi	72,9	9,6	0,9	32,9	25,0	57,7	0,7	23,5	3,7	<u>226,9</u>
Sonkajärvi	0,0	3,2	0,2	2,7	6,9	16,3	0,1	26,5	1,4	<u>57,3</u>
Suonenjoki	0,0	7,6	0,3	7,2	15,2	28,5	0,3	10,0	1,9	<u>71,0</u>
Tervo	0,0	0,1	0,1	0,8	2,4	4,3	0,2	3,3	0,2	<u>11,4</u>
Tuusniemi	0,0	2,7	0,1	1,4	3,2	11,3	0,3	6,4	0,4	<u>25,7</u>
Varkaus	64,5	2,3	0,8	54,1	58,3	28,1	1,9	2,1	20,1	<u>232,4</u>
Vesanto	0,0	1,2	0,1	1,1	3,9	5,1	0,2	7,5	0,3	<u>19,3</u>
Vieremä	0,0	8,4	0,1	3,4	3,5	11,9	0,1	39,3	1,3	<u>68,0</u>
Pohjois-Savon maakunta	<u>272,5</u>	<u>112,4</u>	<u>9,9</u>	<u>253,3</u>	<u>451,7</u>	<u>562,1</u>	<u>12,5</u>	<u>445,4</u>	<u>71,7</u>	<u>2191,7</u>
Pieksämäki	0,0	4,7	0,7	11,5	55,2	41,4	0,3	14,2	1,7	<u>129,7</u>

## POHJOIS-SAVON KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖT JA HIILITASE

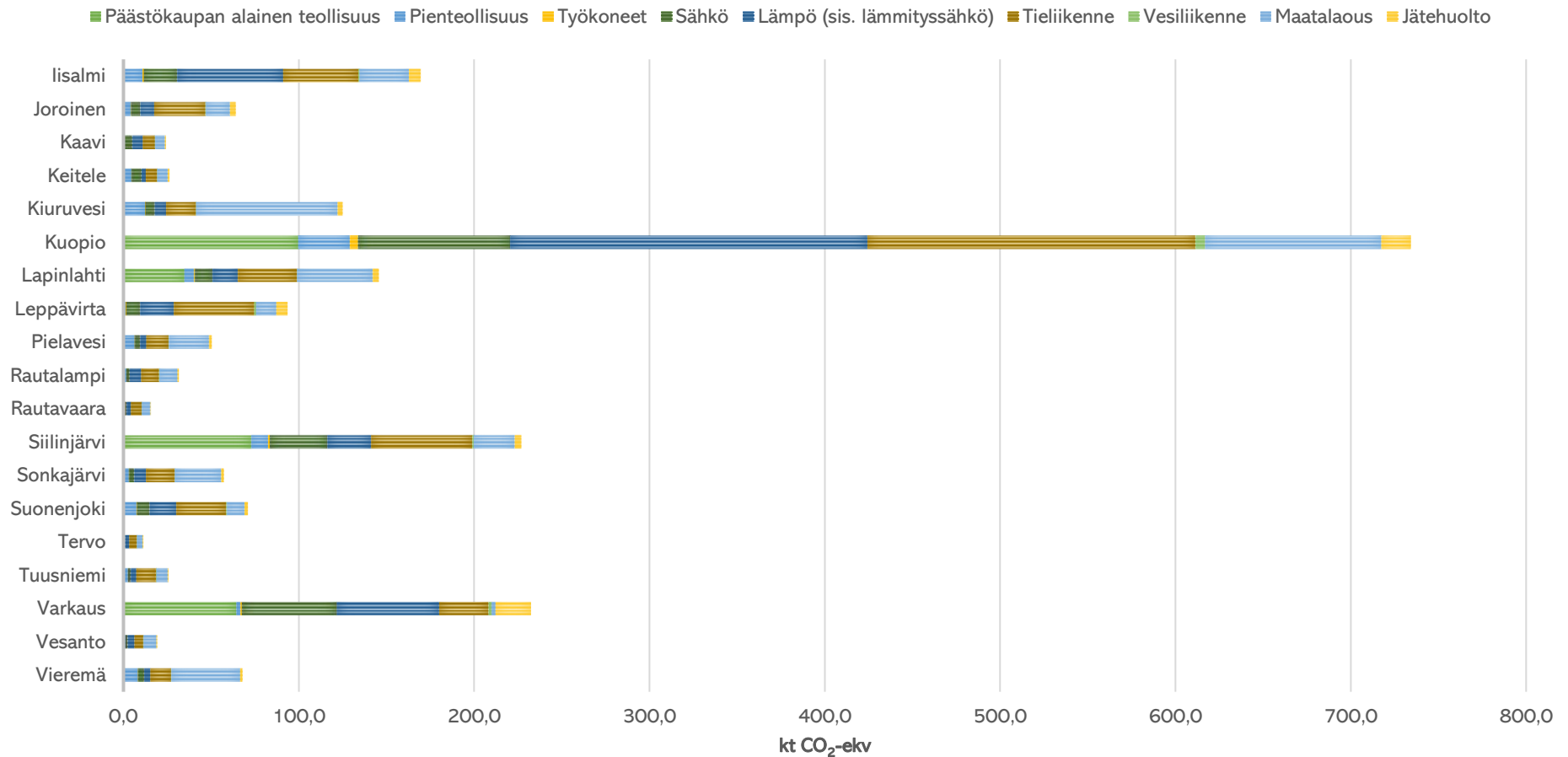
Kuvassa 1 on esitetty Pohjois-Savon kuntien osuudet maakunnan kokonaispäästöistä. Kuvasta erottuvat asukasluvultaan suurimmat kunnat: Kuopio (47 % maakunnan asukasluvusta), Siilinjärvi (9 % maakunnan asukasluvusta), Iisalmi (9 % maakunnan asukasluvusta) ja Varkaus (8 % maakunnan asukasluvusta). Lisäksi erottuvat Lapinlahti, jossa sijaitsee päästökauppaan kuuluva Valion tuotantolaitoksen yhteydessä sijaitseva Advenin lämpölaitos sekä Kiuruvesi, jossa on runsaasti maataloustoimintaa. Muiden kuntien osuudet maakunnan kokonaispäästöistä vaihtelivat 1–4 %:in välillä.



*Kuva 1. Pohjois-Savon kuntien osuudet maakunnan kulutusperusteisista kokonaispäästöistä vuonna 2018.*

## POHJOIS-SAVON KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖT JA HIILITASE

Kuvassa 2 on esitetty Pohjois-Savon kuntien kasvihuonekaasupäästöt sektoreittain vuonna 2018. Erityisesti erottuvat tieliikenteen, lämmityksen ja maatalouden päästöt, jotka ovat merkittäviä lähes jokaisessa kunnassa. Lisäksi joidenkin kuntien (Kuopio, Lapinlahti, Siilinjärvi, Varkaus) osalta erottuvat päästökaupan alaisen teollisuuden päästöt.



Kuva 2. Pohjois-Savon kuntien sektorikohtaiset kasvihuonekaasupäästöt (kt CO<sub>2</sub>-ekv) kulutusperusteisesti vuonna 2018.

## 2.2 Pohjois-Savon kuntien maankäyttösektorin päästöt ja nielut

Pohjois-Savon kuntien maankäyttösektorin päästöt ja nielut on esitetty taulukossa 4. Valtaosassa Pohjois-Savon kunnista maankäyttösektori toimi kasvihuonekaasupäästöjen nieluna vuonna 2018 ja maakuntatasolla tarkasteltuna Pohjois-Savon maankäyttösektori oli 735,9 kt CO<sub>2</sub>-ekv nielu vuonna 2018. Muutamissa Pohjois-Savon kunnissa (Keitele, Kiuruvesi, Pielavesi, Rautavaara, ja Vieremä) maankäyttösektori toimi kuitenkin kasvihuonekaasujen päästönä.

Taulukossa 4 on lisäksi esitetty arvio puuston hiilivaraston nykytilasta. Arviossa hyödynnettiin tietoja muun muassa elävän puuston runkotilavuudesta (m<sup>3</sup>), elävän puuston biomassasta (t) sekä siihen sitoutuneesta hiilen määrästä (t).

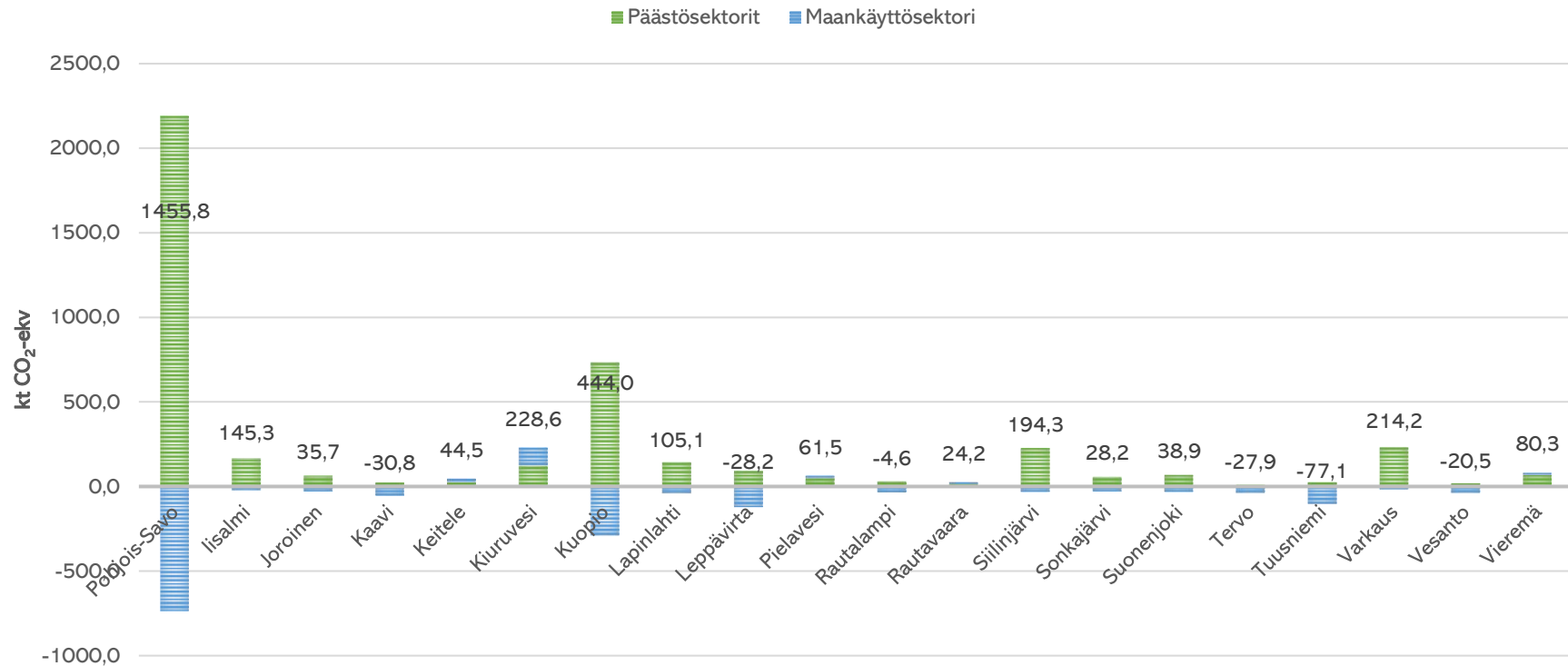
*Taulukko 4. Kuntien maankäyttösektorin päästöt (positiiviset lukemat) ja nielut (negatiiviset lukemat) (kt CO<sub>2</sub>-ekv) vuonna 2018 sekä puuston hiilivarasto (1000 t) vuonna 2015.*

Kunta/Sektori	Metsämaa (puusto ja maaperä)	Viljelysmaa	Ruohikkoalueet	Kosteikkoalueet (sis. sisävedet)	Rakennettu maa ja muu maa	Yhteensä	Puuston hiilivarasto
Iisalmi	-49,4	24,1	0,8	0,3	0,0	-24,2	2658
Joroinen	-59,1	24,0	1,0	5,8	0,0	-28,3	2222
Kaavi	-61,1	6,0	0,2	0,0	0,0	-54,9	2668
Keitele	-4,6	18,6	0,9	3,4	0,0	18,2	1946
Kiuruvesi	-47,7	125,8	5,9	19,7	0,0	103,7	4070
Kuopio	-368,9	68,5	2,3	7,9	0,0	-290,2	13131
Lapinlahti	-84,8	40,5	1,6	2,3	0,0	-40,5	4122
Leppävirta	-140,3	17,8	0,7	0,0	0,0	-121,8	5158
Pielavesi	-36,8	39,8	1,8	6,3	0,0	11,1	4551
Rautalampi	-72,6	30,4	1,5	4,5	0,0	-36,2	2176
Rautavaara	-10,0	10,1	0,5	8,0	0,0	8,5	4170
Siilinjärvi	-45,9	12,9	0,4	0,0	0,0	-32,5	1280
Sonkajärvi	-81,3	35,3	1,6	15,2	0,0	-29,1	4908
Suonenjoki	-53,5	15,0	0,6	5,9	0,0	-32,0	2914
Tervo	-51,5	11,1	0,5	0,6	0,0	-39,2	1368
Tuusniemi	-111,8	8,7	0,3	0,0	0,0	-102,8	2271
Varkaus	-23,0	4,6	0,2	0,0	0,0	-18,2	1806
Vesanto	-50,2	9,6	0,4	0,4	0,0	-39,8	1637
Vieremä	-27,1	30,7	1,2	7,6	0,0	12,4	2917
Pohjois-Savon maakunta	-1379,6	533,5	22,4	87,9	0,0	-735,9	65971
Pieksämäki	-134,4	15,8	0,5	6,3	0,0	-111,7	6271



### 2.3 Pohjois-Savon kuntien kasvihuonekaasutase

Kasvihuonekaasutaseella tarkoitetaan kuntien kasvihuonekaasupäästöjen ja nielujen summaa. Maankäyttösektorin nielun ollessa kasvihuonekaasupäästöjä suurempi on kasvihuonekaasutase negatiivinen ja alue toimii kasvihuonekaasujen nettonieluna. Vuonna 2018 Pohjois-Savon kunnista kuusi toimi kasvihuonekaasupäästöjen nettonieluna: Kaavi (-30,8 kt CO<sub>2</sub>-ekv), Leppävirta (-28,2 kt CO<sub>2</sub>-ekv), Rautalampi (-4,6 kt CO<sub>2</sub>-ekv), Tervo (-27,9 kt CO<sub>2</sub>-ekv), Tuusniemi (-77,1 kt CO<sub>2</sub>-ekv) ja Vesanto (-20,5 kt CO<sub>2</sub>-ekv). Pohjois-Savon maakunnan päästösektoreiden päästöt yhteensä olivat 2191,7 kt CO<sub>2</sub>-ekv ja maankäyttösektorin nielu -735,9 kt CO<sub>2</sub>-ekv, eli maakunta oli 1455,8 kt CO<sub>2</sub>-ekv päästö vuonna 2018 (kuva 3).



Kuva 3. Pohjois-Savon maakunnan ja kuntien päästösektoreiden kulutusperusteiset päästöt ja maankäyttösektorin päästöt ja nielut vuonna 2018. Kuvan lukuarvot kuvaavat maakunnan ja kuntien hiilitasetta.

### 3. PÄÄSTÖKEHITYS VUOTEEN 2040

#### 3.1 Kasvihuonekaasupäästöjen kehitys Pohjois-Savossa

Maakunnan hiilineutraaliustyön tueksi arvioitiin kasvihuonekaasupäästöjen kehitystä sektoreittain vuoteen 2040. Kasvihuonekaasupäästöjen kehitystä arvioitiin kahden skenaarion avulla:

- Perusuraskenaario (Business As Usual), BAU
- Hiilineutraali Pohjois-Savo -skenaario, HIPOS

Perusuraskenaario laadittiin olettaen, että maakunnan päästökehitystä ohjaavat ainoastaan kansalliset päästövähennystavoitteet, toimet ja linjaukset sekä esimerkiksi maakunnan väestökehitys ja energiankulutuksen yleiset trendit. Kansallisen tason toimien ja linjausten sekä niiden vaikutusten arviot perustuivat pääasiassa huhtikuussa 2020 julkaistuun Suomen pitkän aikavälin strategiaan kasvihuonekaasujen vähentämiseksi<sup>7</sup>. Oletuksia täydennettiin lisäksi ELY-keskuksen asiantuntijoiden arvioiden perusteella. Kansallisetkaan toimet eivät kuitenkaan toteudu itsestään vaan niitä tulee aktiivisesti toimeenpanna maakunnan eri toimijoiden toimesta. Perusuraskenaarion oletukset toimivat myös HIPOS-skenaarion pohjana.

HIPOS-skenaariossa otettiin kansallisten toimien ja linjausten lisäksi huomioon maakunnassa toteutettavat merkittävimmät ilmastotoimet. Maakunnan ilmastotoimien vaikutusten arviointiin osallistui asiantuntijoita Pohjois-Savon ELY-keskuksesta, Savon Voimasta, Kuopion Energiasta, Ylä-Savon Jätehuollosta sekä Navitas Kehitys Oy:stä.

Skenaarioiden keskeisimmät sektorikohtaiset oletukset on esitetty taulukossa 5.

---

<sup>7</sup> Työ- ja elinkeinoministeriö 2020, Suomen pitkän aikavälin strategia (LTS), [https://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset\\_publisher/1410877/suomi-toimitti-pitkan-aikavalin-paastovahennysstrategian-komissiolle](https://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset_publisher/1410877/suomi-toimitti-pitkan-aikavalin-paastovahennysstrategian-komissiolle)

Taulukko 5. Perusraskenaarion ja HIPOS-skenaarion keskeisimmät sektorikohtaiset oletukset päästöjen kehityksestä vuoteen 2040.

Sektorit	Oletus	
	BAU-skenaario	HIPOS-skenaario
Maakunnan asukasluku	224 000 asukasta, Tilastokeskuksen väestöennuste vuodelle 2040 <sup>a</sup>	240 000, Onnistuva ja kestävä sopeutuja -skenaarion mukainen väestönkehitys <sup>b</sup>
Päästökaupan alainen teollisuus	<p>Päästökaupan alaisen teollisuuden päästöjen kehitystä arvioitiin seuraaviin kansallisiin toimiin ja linjauksiin perustuen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Päästökaupan ohjausvaikutus</li> <li>2. Kivihiilen käytöstä luovutaan vuoteen 2029 mennessä</li> <li>3. Öljynkäyttö puolittuu vuoteen 2030 mennessä</li> <li>4. Turpeen käyttö vähintään puolittuu vuoteen 2030 mennessä.<sup>c</sup></li> </ol> <p>Oletettiin että typpihapon tuotannon päästöt pysyvät ennallaan.</p>	<p>Päästökaupan alaisen teollisuuden päästöjen kehitystä arvioitaessa otettiin kansallisten toimien lisäksi huomioon seuraavat lisätoimet:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Öljynkäytöstä luovutaan kokonaan tai lähes kokonaan vuoteen 2040 mennessä</li> <li>2. Turpeesta luovutaan kokonaan tai lähes kokonaan vuoteen 2040 mennessä<sup>c</sup></li> <li>3. Kiertotalousajattelua painotetaan teollisuuden toiminnassa ja pyritään löytämään ilmastoja säästäviä uusia innovatiivisia ratkaisuja.<sup>b</sup></li> </ol> <p>Oletettiin, että typpihapon tuotannon päästöt pysyvät ennallaan.</p>
Pienteollisuus	<p>Pienteollisuuden päästöjen kehitystä arvioitiin seuraaviin kansallisiin toimiin ja linjauksiin perustuen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kivihiilen käytöstä luovutaan vuoteen 2029 mennessä</li> <li>2. Öljynkäyttö puolittuu vuoteen 2030 mennessä</li> <li>3. Turpeen käyttö vähintään puolittuu vuoteen 2030 mennessä.<sup>c</sup></li> </ol>	<p>Pienteollisuuden päästöjen kehitystä arvioitaessa otettiin kansallisten toimien lisäksi huomioon seuraavat lisätoimet:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Öljynkäytöstä luovutaan kokonaan tai lähes kokonaan vuoteen 2040 mennessä</li> <li>2. Turpeesta luovutaan kokonaan tai lähes kokonaan vuoteen 2040 mennessä<sup>c</sup></li> <li>3. Kiertotalousajattelua painotetaan teollisuuden toiminnassa ja pyritään löytämään ilmastoja säästäviä uusia innovatiivisia ratkaisuja.<sup>b</sup></li> </ol>
Työkoneet	Oletettiin TYKO-laskentamallin mukainen päästökehitys bensiinikäyttöisille työkoneille <sup>d</sup> .	
Sähkö	Sähkönkulutuksen arvioitiin kasvavan noin 15 % asukasta kohden ja sähkön päästökertoimen laskevan noin tasolle 20 t	Sähkönkulutuksen arvioitiin kehittyvän kuten perusraskenaariossa. HIPOS-skenaarion optimistisempi

Sektorit	Oletus	
	BAU-skenaario	HIPOS-skenaario
	<p>CO<sub>2</sub>-ekv/GWh.</p> <p>Arvion mukaisen sähkönkulutuksen päästöjen laskun taustalla olivat seuraavat kansallisiin toimiin perustuvat oletukset:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Uusien ydinvoimalaitosten ja kasvavan tuulivoiman ansiosta kotimainen sähköntuotanto muuttuu vähäpäästöisemmäksi.</li> <li>2. Turpeen, hiilen ja öljyn käytöstä energiantuotannossa luovutaan asteittain.</li> <li>3. Aurinkovoiman kustannukset laskevat ja aurinkovoiman läpimurto nähdään 2030-luvulla.</li> <li>4. Sähköistyminen voimistuu 2030-luvulla, mikä vaikuttaa sähkönkulutuksen kasvuun.<sup>c</sup></li> </ol>	<p>väestönkehityssennuste otettiin kuitenkin huomioon.<sup>c,e</sup></p> <p>Pohjois-Savossa toteutettavia sähkön päästökertoimen laskuun vaikuttavia toimenpiteitä ovat esimerkiksi:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Maakunnan primäärienergian tarpeesta 15–20 % saadaan tuulivoimasta</li> <li>2. Uusiutuvien polttoaineiden osuus sähköntuotannossa 90-100 %.<sup>b</sup></li> </ol>
Lämpö (sis. lämmitys sähkö)	<p>Lämmityksen päästöjen kehitystä BAU-skenaariossa arvioitiin seuraavien kansallisten toimien perusteella:</p> <p>Kaukolämpö:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kivihiilen energiakäytöstä luovutaan viimeistään vuoteen 2029 mennessä</li> <li>2. Turpeen käyttö vähintään puolitetaan vuoteen 2030 mennessä.<sup>c</sup></li> </ol> <p>Sähkö- ja maalämmitys:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sähköistyminen voimistuu 2030-luvulla</li> <li>2. Sähkön päästökerroin laskee sähköntuotannon hiilineutraalin kehityksen ansiosta</li> <li>3. Lämpöpumppujen käyttö yleistyy.<sup>c</sup></li> </ol> <p>Erillislämmitys:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Öljylämmitteisten rakennusten pinta-ala puolittuu</li> <li>2. Bionesteen 10 %:n sekoitusvelvoite rakennusten erillislämmityksessä hyödynnettävälle kevyelle polttoöljylle toteutuu</li> </ol>	<p>Lämmityksen päästöjen kehitystä HIPOS-skenaariossa arvioitiin kansallisten toimien sekä seuraavien maakunnan toimien perusteella:</p> <p>Kaukolämpö:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Uusiutuvien polttoaineiden osuus kaukolämmön tuotannossa 90-100 % vuoteen 2040 mennessä <sup>b,e,g</sup></li> <li>2. Turpeesta käytöstä luovutaan 90-100 %:sti vuoteen 2040 mennessä<sup>e,g</sup></li> <li>3. Pienydinvoimaloiden potentiaalia tarkastellaan ja hyödynnetään mahdollisuuksien mukaan<sup>b,e</sup></li> <li>4. Geoenergian potentiaalia tarkastellaan ja hyödynnetään mahdollisuuksien mukaan<sup>b,e</sup></li> <li>5. Kaukolämmön kysyntä laskee nykytasosta 10 % pienimmässä taajamissa, johtuen väestön keskittymisestä suurimpiin kaupunkeihin ja kuntiin<sup>g</sup></li> <li>6. Kaukolämmön kysyntä laskee 0,25 % vuodessa aikavälillä 2025-2040 yli 100 000 asukkaan kaupunkeissa, johtuen esimerkiksi energiatehokkuuden ja kysyntäjouston</li> </ol>

Sektorit	Oletus	
	BAU-skenaario	HIPOS-skenaario
	<p>3. Biopolttoaineiden käyttö lämmityksessä yleistyy.<sup>c</sup></p> <p>Rakennusten lämmityksen loppuenergian tarve vähenee noin 40 % lämmityksen ominaiskulutuksen laskun myötä sekä uudisrakennuksissa että energiakorjatuissa rakennuksissa. Lämmitystarve vähenee lisäksi myös ilmaston lämpenemisen takia.<sup>c,f</sup></p>	<p>kehittymisestä<sup>e,h</sup></p> <p>7. Yhdyskuntajätteen energiakäyttö laskee lievästi vuoden 2030 jälkeen tehostuneen kierrätyksen tuloksena<sup>c</sup></p> <p>Sähkö- ja maalämpö:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sähkön päästökerroin laskee sähköntuotannon hiilineutraalin kehityksen ansiosta</li> <li>2. Geoenergiaa hyödynnetään mahdollisimman laajamittaisesti<sup>b,c</sup></li> </ol> <p>Erillislämmitys:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Öljylämmityksestä luovutaan vuoteen 2040 mennessä.<sup>h</sup></li> </ol>
Tieliikenne	<p>Tieliikenteen päästöjen arvioitiin laskevan 50 % vuoden 2018 tasosta vuoteen 2040 mennessä.</p> <p>Arvion mukaisen tieliikenteen päästöjen laskun taustalla ovat seuraavat kansallisiin toimiin perustuvat oletukset:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tieliikenteelle vuodelle 2030 asetetun 30 %:n biopolttoaineiden jakeluvuorituksen arvioidaan toteutuvan ja jatkuvan tämän jälkeen</li> <li>2. Liikenteen polttoaineista fossiilinen bensiini ja diesel korvataan enenevässä määrin biopolttoaineilla tai siirtymällä sähkö-, kaasu- tai polttokennoajoneuvoihin<sup>c</sup></li> </ol>	<p>Tieliikenteen päästöjen arvioitiin laskevan 60 % vuodesta 2018 vuoteen 2040. Päästöjen kehitykseen vaikuttavat kansallisten toimien lisäksi Pohjois-Savossa toteutettavat tieliikenteen päästöjä vähentävät toimet:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tavaraliikenteen maantiekuljetukset vähenevät, kun logistiikkaa tehostetaan ja esimerkiksi raidekuljetukset ja Saimaan kanavan kautta toteutettavat kuljetukset yleistyvät</li> <li>2. Joukko- ja raideliikenteen sekä lähiliikenteen kehitykseen panostetaan</li> <li>3. Etätyön määrä maakunnassa kasvaa ja liikkumisen tarve vähenee</li> <li>4. Kävelyn ja pyöräilyn edellytyksiä kehitetään. Toimenpiteillä myös positiivisia terveysvaikutuksia.<sup>b</sup></li> </ol>
Vesiliikenne	<p>Oletettiin MEERI-laskentamallin mukainen päästökehitys.<sup>i</sup></p>	<p>Vesiliikenteen päästöt kasvavat Saimaan kanavan kautta kulkevien tavaraliikenteen kuljetusten lisääntyessä. Erilaiset biopolttoaineisiin ja energiatehokkuuteen tähtäävät</p>

POHJOIS-SAVON KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖT JA HIILITASE

Sektorit	Oletus	
	BAU-skenaario	HIPOS-skenaario
		toimenpiteet kuitenkin hillitsevät päästöjen kasvua ja ne jäävät BAU-skenaarion tasolle.
Maatalous	<p>Maatalouden päästöjen arvioitiin laskevan 25 % vuodesta 2018 vuoteen 2040.</p> <p>Päästöjen laskun taustalla ovat seuraavat kansallisiin toimiin ja linjauksiin perustuvat oletukset:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tuotantoeläintilojen päästöt vähenevät pitkällä aikavälillä</li> <li>2. Turvepeltoja poistetaan viljelystä</li> <li>3. Keinolannoitteiden käyttö vähenee</li> <li>4. Isojen kotieläintilojen lanta ohjautuu lisääntyvässä määrin biokaasun tuotantoon</li> <li>5. Maitotuotteiden ja lihan kulutus vähenee, kun kotieläintuotteiden kulutus korvautuu kasviproteiineilla ja kalatuotteilla.<sup>c</sup></li> </ol>	<p>Maatalouden päästöjen arvioitiin laskevan 35 % vuodesta 2018 vuoteen 2040. Päästöjen kehitykseen vaikuttavat kansallisten toimien lisäksi Pohjois-Savossa toteutettavat maatalouden päästöjä vähentävät toimet:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kiertotalousajattelua painotetaan maakunnassa maatalouden osalta</li> <li>2. Kotieläintilojen lantaa hyödynnetään biokaasun tuotannossa aikaisempaa tehokkaammin.<sup>b</sup></li> </ol>
Jätehuolto	<p>Jätehuollon päästöjen arvioitiin laskevan 65 % vuodesta 2018 vuoteen 2040.</p> <p>Arvion mukaisen jätehuollon päästöjen laskun taustalla ovat seuraavat kansallisiin toimiin perustuvat oletukset:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Materiaali- ja energiahyödyntämisen vuoksi kaatopaikoille sijoitetaan hyvin vähän biohajoavaa jätettä vuoden 2018 jälkeen, joten kaatopaikkojen metaanintuotto laskee. Kiinteän jätteen metaanipäästöt tulevat vähenemään tulevaisuudessa jätteen hajoamisen myötä</li> <li>2. Kaatopaikkakaasun talteenottoa tehostetaan vanhoissa täydyissä, joissa kaasua saattaa vielä karata ilmaan</li> <li>3. Jätteen ja jätevesien päästöjä vähennetään biologisia käsittelyprosesseja parantamalla</li> </ol>	<p>Jätehuollon päästöjen arvioitiin laskevan 70 % vuodesta 2018 vuoteen 2040. Päästöjen kehitykseen vaikuttavat kansallisten toimien lisäksi Pohjois-Savossa toteutettavat jätehuollon päästöjä vähentävät toimet:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kierrätystä tehostetaan entisestään muun muassa tietoisuuden lisäämisen ja neuvonnan kautta</li> <li>2. Kierrätys lisääntyy ilmastokasvatuksen ja lisääntyneen tietoisuuden kautta</li> <li>3. Kiertotalousajattelua painotetaan maakunnassa</li> <li>4. Ilmastoystävällisiin teknologioihin jätteenkäsittelyssä investoidaan <sup>cj</sup></li> </ol>

POHJOIS-SAVON KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖT JA HIILITASE

Sektorit	Oletus	
	BAU-skenaario	HIPOS-skenaario
	4. Käsittelyprosessien tekniset ratkaisut kehittyvät <sup>c</sup>	

<sup>a</sup> Tilastokeskus 2019, Väestö iän ja sukupuolen mukaan alueittain, 2019–2040

<sup>b</sup> Pohjois-Savon liitto, Maakuntakaava 2040

<sup>c</sup> Suomen pitkän aikavälin strategia (LTS),

[https://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset\\_publisher/1410877/suomi-toimitti-pitkan-aikavalin-paastovahennysstrategian-komissiolle](https://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset_publisher/1410877/suomi-toimitti-pitkan-aikavalin-paastovahennysstrategian-komissiolle)

<sup>d</sup> VTT 2019, Suomen työkoneiden päästömalli 2018, <http://lipasto.vtt.fi/tyko/>

<sup>e</sup> Kuopion Energia, asiantuntija-arvio

<sup>f</sup> Ilmatieteen laitos 2015, Ilmastonmuutos vähentää rakennusten lämmitysenergian tarvetta, [https://www.ilmatieteenlaitos.fi/tiedeutisten-arkisto/-/asset\\_publisher/1R4q/content/ilmastonmuutos-vahentaa-rakennusten-lammitysenergian-tarvetta?redirect=http%3A%2F%2Filmatieteenlaitos.fi%2Ftiedeutisten-arkisto%3Fp\\_p\\_id%3D101\\_INSTANCE\\_1R4q%26p\\_p\\_lifecycle%3D0%26p\\_p\\_state%3Dnormal%26p\\_p\\_mode%3Dview%26p\\_p\\_col\\_id%3Dcolumn-2%26p\\_p\\_col\\_count%3D1](https://www.ilmatieteenlaitos.fi/tiedeutisten-arkisto/-/asset_publisher/1R4q/content/ilmastonmuutos-vahentaa-rakennusten-lammitysenergian-tarvetta?redirect=http%3A%2F%2Filmatieteenlaitos.fi%2Ftiedeutisten-arkisto%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_1R4q%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_count%3D1)

<sup>g</sup> Savon Voima, asiantuntija-arvio

<sup>h</sup> ELY-keskus, asiantuntija-arvio

<sup>i</sup> VTT 2019, Vesiliikenteen päästömalli 2018, <http://lipasto.vtt.fi/meeri/index.htm>

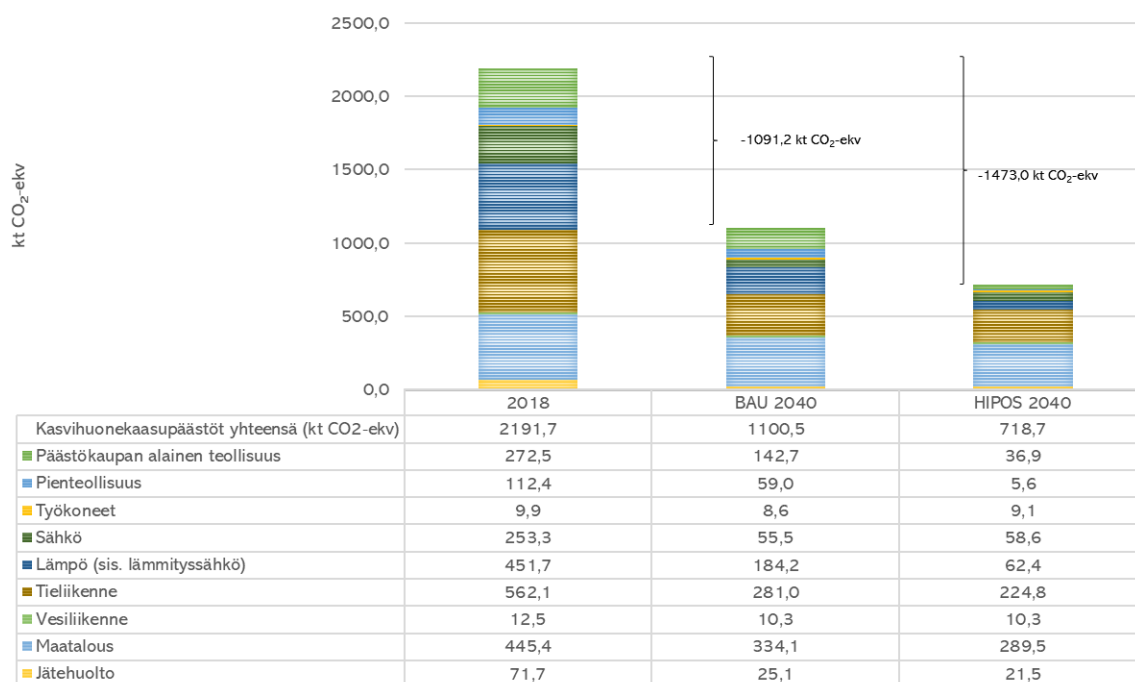
<sup>j</sup> Ylä-Savon jätehuolto, asiantuntija-arvio

## POHJOIS-SAVON KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖT JA HIILITASE

Kuvassa 4 on esitetty arviot Pohjois-Savon päästökehityksestä perusura- ja HIPOS-skenaariossa. Perusuraskenaarion perusteella Pohjois-Savon päästöt laskevat yhteensä 50 % vuodesta 2018 vuoteen 2040. Eniten laskevat sähkönkulutuksen (78 %), jätehuollon (65 %), lämmityksen (59 %) ja tieliikenteen (50 %) päästöt. Perusuraskenaarion mukaisen päästökehityksen perusteella saavutettaisiin noin 1091,2 kt CO<sub>2</sub>-ekv päästövähennys ja Pohjois-Savon maakunnan päästöt olisivat yhteensä 1100,5 kt CO<sub>2</sub>-ekv vuonna 2040. Perusuraskenaariorissa päästöjen kannalta merkittävien sektori vuonna 2040 olisi maatalous, josta aiheutuisi noin kolmannes maakunnan päästöistä.

HIPOS-skenaariossa päästöt laskevat 1473,0 kt CO<sub>2</sub>-ekv vuoteen 2040 mennessä. Arvion perusteella Pohjois-Savon päästöt vuonna 2040 olisivat 718,7 kt CO<sub>2</sub>-ekv, eli 67 % pienemmät kuin vuonna 2018. HIPOS-skenaariossa eniten laskevat pienteollisuuden (95 %), päästökaupan alaisen teollisuuden (86 %), lämmityksen (86 %) ja sähkönkulutuksen päästöt (77 %). HIPOS-skenaariossa vuonna 2040 yli 70 % maakunnan päästöistä aiheutuu maataloudesta ja tieliikenteestä.

Kuntakohtaiset skenaariotulokset on esitetty taulukossa 7 kappaleessa 5.



**Kuva 4. Pohjois-Savon maakunnan kasvihuonekaasupäästöt sektoreittain vuonna 2018 kulutusperusteisesti sekä BAU- ja HIPOS-skenaarioiden mukaiset päästöarviot vuodelle 2040.**



### 3.2 Maankäyttösektorin päästöjen ja nielujen kehitys Pohjois-Savossa

Kasvihuonekaasupäästöjen kehityksen lisäksi arvioitiin myös Pohjois-Savon maankäyttösektorin nielujen kehitystä vuoteen 2040. Hiilinielujen kehityksen arvioinnin osalta keskityttiin maankäyttömuodoista metsien puustoon ja maaperään. Metsien merkitys maankäyttösektorin hiilinielupotentiaalin kannalta on ehdottomasti suurin verrattuna muihin maankäyttömuotoihin. Lisäksi metsän kasvuun ja hakkuiden kehityksen arviointiin on olemassa vakiintunut menetelmä, jolla voidaan tarkastella vaihtoehtoisten hakkuuskenaarioiden vaikutuksia hiilinieluun. Metsien puuston hiilinielun kehitystä arvioitiin Luken MELA-ohjelmistolla laadituilla hakkuumahdollisuusarvioilla. Arvioiden laadinta perustui vaihtoehtoisten käsittelyvaihtoehtojen simulointiin laskelma-ajalle ja niiden perusteella kuntakohtaisten arvioiden valintaan lineaarisen optimoinnin avulla. Metsämaiden maaperän hiilivaraston muutos laskettiin käyttäen kasvihuonekaasujen inventaarion päästökertoimia.

Niin ikään maankäyttösektorin nielujen kehitystä arvioitiin kahden eri skenaarion avulla:

- Suurin ylläpidettävissä oleva aines- ja energiapuun hakkuukertymäarvio (SY).
- Suurin ylläpidettävissä oleva aines- ja energiapuun hakkuukertymäarvio sisältäen hiilensidontatavoitteen (SY-C).

SY-skenaariossa suurin ylläpidettävissä oleva aines- ja energiapuun hakkuukertymäarvio määriteltiin MELA-tulospalvelun laatuselosteen mukaisesti (Luonnonvarakeskus 2020a). Arvio kuvaa hakkuiden ylärajan silloin, kun metsätalouden taloudellista ja puuntuotannollista kestävyttä pidetään tavoiteltavana. Suurin ylläpidettävissä oleva hakkuukertymäarvio on laadittu siten, että:

- a) laskelmakausittaiset nettotulot ja aines- ja energiapuun kokonaishakkuukertymät pysyvät vähintään edellisen laskelmakauden tasolla,
- b) tukkipuukertymä säilyy koko laskelma-ajan vähintään ensimmäisen laskelmakauden tasolla,
- c) puuston tuottoarvo neljän prosentin korkokannalla laskettuna on laskelma-ajan lopussa vähintään alkuhetken tasolla ja
- d) nettotulojen nykyarvo maksimoituu edellä mainittujen rajoitteiden vallitessa neljän prosentin korkokannalla.

Laskelmassa ei rajoiteta puuston kasvun ja poistuman suhdetta, metsien ikäluokkarakennetta tai uudistushakkuiden määrää eikä puulajeitaista kestävyttä edellytetä. Energiapuukertymä voi vapaasti koostua rangasta, hakkuutähteestä ja kannoista.

Arvio kuvaa suurinta jatkuvasti ylläpidettävissä olevaa hakkuukertymää koko laskelma-ajan kuluessa. Se ei ole kuitenkaan noudatettavaksi tarkoitettu hakkuusuunnite, koska arvion laadinnassa ei ole otettu huomioon esimerkiksi raakapuumarkkinoita, puusta valmistettujen tuotteiden markkinoita eikä metsänomistajien puunmyyntihalukkuutta. Arvio ei myöskään kuva toteutuneiden hakkuiden määrää tai jakaumaa.

Hiilensidontatavoitteen sisältämä hakkuumahdollisuusarvio (SY-C) oli sama kuin SY-skenaario, mutta lisäksi vaadittiin, että puuston hiilensidonnalla kompensoidaan kaikki kasvihuonekaasupäästöt, myös maankäyttösektorin osalta. Viljelysmaiden, ruohikko- ja kosteikkoalueiden, rakennetun maan ja muun maan osalta oletettiin, ettei niiden päästöissä tai nieluissa tapahdu muutoksia. Tämän lisäksi asetettiin hiilensidonnalle laskennallinen lisänielu, jonka suuruus oli 10 % HIPOS-laskennan kasvihuonekaasupäästöistä ilman maankäyttösektorin päästöjä vuonna 2040. Hiilensidontatavoite määriteltiin Pohjois-Savon ELY-keskuksen

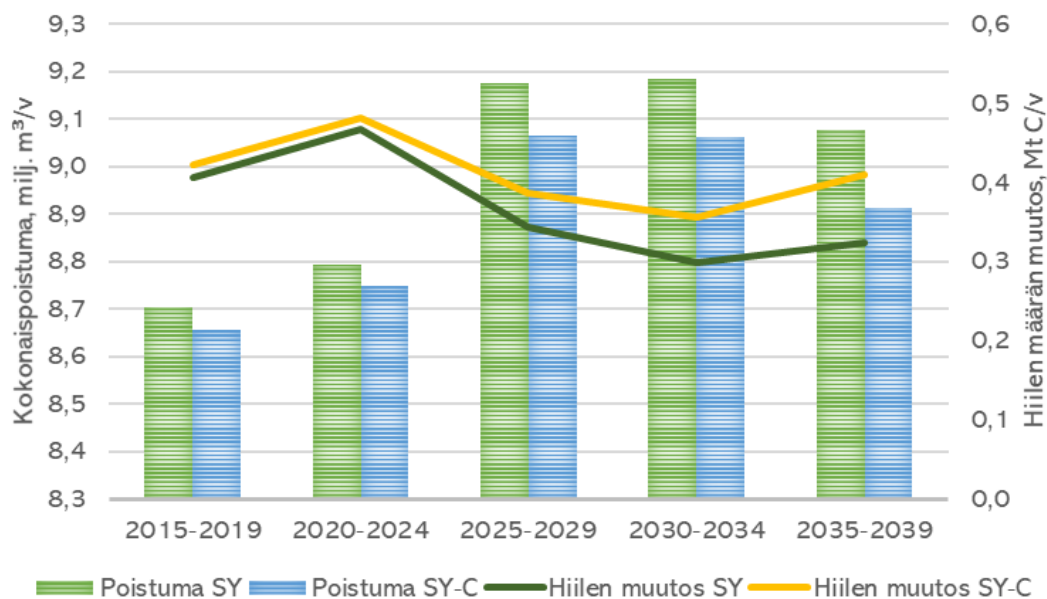
ohjeistuksen mukaisesti. Kun sama tavoite asetettiin kaikille kunnille, saavutettiin hiilensidontatavoite kokonaisuudessaan myös Pohjois-Savon maakunnan alueella. SY-C-skenaarion kunnittaiset puuston hiilensidontatavoitteet vuodelle 2040 on esitetty taulukossa 6.

*Taulukko 6. Kunnittaiset puuston hiilensidontatavoitteet (kt CO<sub>2</sub>-ekv.) vuodelle 2040. Hiilensidontatavoite sisältää vuodelle 2040 arvioitujen kasvihuonekaasupäästöjen kompensoinnin kokonaisuudessaan sekä lisäksi kunnittaisen 10 %:n lisänielun, joka laskettiin maankäyttösektorin ulkopuolisista päästöistä.*

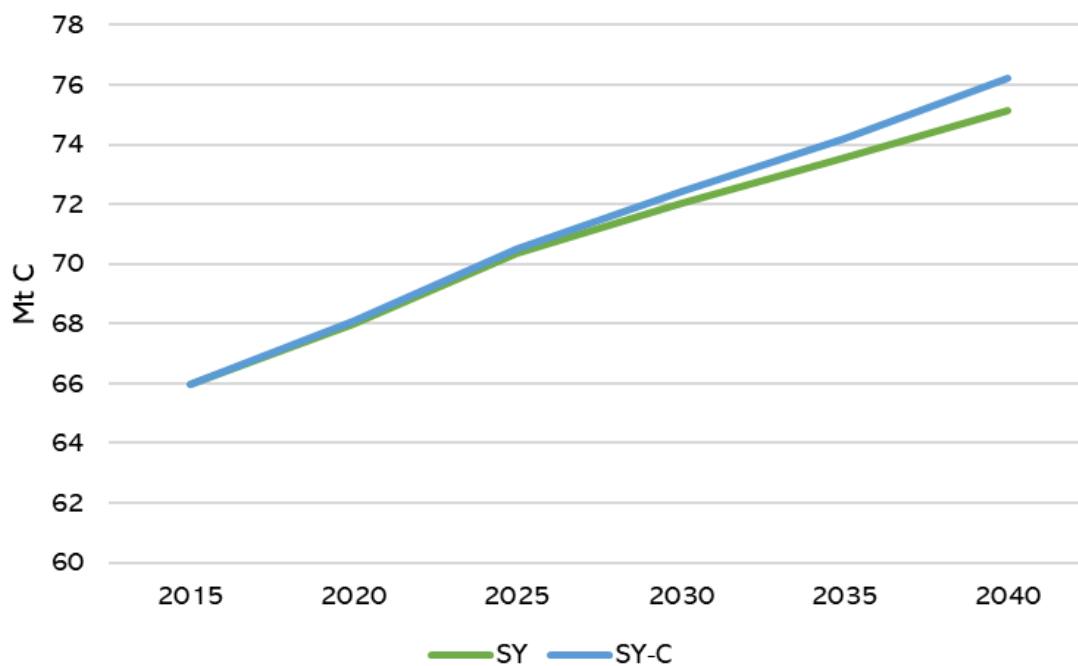
Kunta	kt CO <sub>2</sub> -ekv.
Iisalmi	77
Joroinen	57
Kaavi	16
Keitele	39
Kiuruvesi	257
Kuopio	273
Lapinlahti	104
Leppävirta	34
Pielavesi	85
Rautalampi	45
Rautavaara	63
Siilinjärvi	66
Sonkajärvi	131
Suonenjoki	49
Tervo	16
Tuusniemi	13
Varkaus	104
Vesanto	16
Vieremä	100
Pohjois-Savon maakunta	<u>1546</u>
Pieksämäki	71

Kuvassa 5 on esitetty runkopuun kokonaispoistuman ja elävään puustoon sitoutuneen hiilimäärän vuosimuutos kahden eri skenaarion mukaan viisivuotiskausina 2015–2039 Pohjois-Savon maakunnan alueella. Hiilensidontavoitteen lisääminen suurimpaan ylläpidettävissä olevaan aines- ja energiapuun hakkuukertymäärävioon (SY-C), jossa tavoitellaan metsätalouden taloudellista ja puuntuotannollista kestävyttä, pienentää jonkin verran runkopuun kokonaispoistumaa. Tämä näkyy vastaavasti elävään puustoon sitoutuneen hiilimäärän kasvuna (kuva 6).

## POHJOIS-SAVON KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖT JA HIILITASE



**Kuva 5.** Runkopuun vuotuinen kokonaispoistuma (milj. m<sup>3</sup>/v) ja elävän puuston (runko kuorineen, oksat, neulas, lehdet, kanto, juuret) hiilimäärän muutos (Mt C/v) Pohjois-Savon maakunnan alueella ilman hiilensidontatavoitetta (SY) ja hiilensidontatavoitteella (SY-C).



**Kuva 6.** Elävään puuston sitoutuneen hiilen määrä (Mt C) Pohjois-Savon maakunnan alueella ilman hiilensidontatavoitetta (SY) ja hiilensidontatavoitteella (SY-C).

## 5. HIILINEUTRAALIUSTAVOITTEEN SAAVUTETTAVUUS

Hiilineutraaliudella tarkoitetaan, että hiilidioksidipäästöjä tuotetaan korkeintaan sen verran kuin niitä voidaan sitoa ilmakehästä hiilinieluihin, kuten metsiin. HIPOS-skenaarion perusteella Pohjois-Savon kasvihuonekaasupäästöt olisivat 718,7 kt CO<sub>2</sub>-ekv vuonna 2040. Jotta hiilineutraalius saavutettaisiin maakuntatasolla, tulisi Pohjois-Savon kuntien maankäyttösektorin sitoa vähintään tämän verran hiilidioksidia. Suurin ylläpidettävissä oleva hakkuukertymäarvio -skenaarion (SY) perusteella hiilineutraaliutta ei vielä saavuteta, sillä SY-skenaarion perusteella maankäyttösektori olisi 366,1 kt CO<sub>2</sub>-ekv nielu vuonna 2040, eli maakunta olisi tuolloin 352,6 kt CO<sub>2</sub>-ekv päästö. Hiilensidontatavoitteen sisältävän skenaarion (SY-C) perusteella maakunta saavuttaisi hiilineutraaliuden ja toimisi 224,3 kt CO<sub>2</sub>-ekv nettonieluna vuonna 2040 (taulukko 7).

Taulukossa 7 on lisäksi esitetty SY ja SY-C -skenaarioiden mukaiset kuntakohtaiset arviot puuston hiilivarastosta (1000 t C) vuonna 2040.

POHJOIS-SAVON KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖT JA HIILITASE

*Taulukko 7. Kuntien BAU- ja HIPOS -skenaarioiden mukaiset päästöt (t CO<sub>2</sub>-ekv) vuonna 2040, SY- ja SY-C -skenaarioiden mukaiset maankäyttösektorin päästöt (positiiviset lukemat) ja nielut (negatiiviset lukemat) vuonna 2040 sekä SY- ja SY-C -skenaarioiden mukaiset hiilitaseet, kun maankäyttösektorin päästöjä ja nieluja on verrattu HIPOS-skenaariion mukaisiin päästöihin. Lisäksi SY- ja SY-C -skenaarioiden mukaiset arviot puuston hiilivarastosta vuonna 2040.*

Kunta/Sektor	BAU 2040	HIPOS 2040	SY maankäyttösektori	SY + HIPOS hiilitase	SY puuston hiilivarasto (1000 t C)	SY-C maankäyttösektori	SY-C + HIPOS hiilitase	SY-C puuston hiilivarasto (1000 t C)
Iisalmi	78,8	44,9	-31,1	13,7	3 012	-49,2	-4,3	3 056
Joroinen	31,4	23,4	-32,3	-8,9	2 633	-32,3	-8,9	2 633
Kaavi	10,3	7,9	-14,2	-6,2	3 002	-14,2	-6,3	3 002
Keitele	12,3	8,5	14,3	22,8	2 091	-9,2	-0,8	2 131
Kiuruvesi	79,3	62,5	3,5	66,0	5 033	-68,8	-6,4	5 137
Kuopio	359,0	202,9	-13,7	189,1	14 502	-223,5	-20,6	14 859
Lapinlahti	77,0	46,2	26,6	72,8	4 513	-50,8	-4,6	4 662
Leppävirta	43,0	31,6	-42,3	-10,7	5 781	-42,4	-10,8	5 781
Pielavesi	29,1	21,8	-3,8	18,0	5 019	-24,2	-2,4	5 024
Rautalampi	16,7	12,2	-5,9	6,2	2 531	-13,5	-1,3	2 536
Rautavaara	8,2	6,1	-15,7	-9,6	4 575	-15,0	-8,8	4 579
Siilinjärvi	97,0	52,3	-32,7	19,6	1 576	-57,5	-5,2	1 617
Sonkajärvi	33,0	25,2	-39,2	-14,0	5 805	-39,2	-14,0	5 805
Suonenjoki	34,7	23,3	13,5	36,8	3 214	-25,6	-2,3	3 252
Tervo	5,7	4,5	-33,9	-29,5	1 713	-33,9	-29,5	1 713
Tuusniemi	13,3	9,7	-70,4	-60,7	2 901	-70,4	-60,7	2 901
Varkaus	119,7	96,1	-24,6	71,4	1 923	-105,8	-9,8	2 216
Vesanto	10,2	7,7	-32,1	-24,4	1 907	-32,1	-24,4	1 907
Vieremä	41,8	32,1	-31,8	0,3	3 428	-35,4	-3,3	3 432
Pohjois-Savon maakunta	<u>1100,5</u>	<u>718,7</u>	<u>-366,1</u>	<u>352,6</u>	<u>75 160</u>	<u>-943,0</u>	<u>-224,3</u>	<u>76 243</u>
Pieksämäki	57,8	30,8	-74,6	-43,9	7 268	-74,6	-43,8	7 268

## LIITE 1. Pohjois-Savon kuntien kasvihuonekaasupäästöt tuotantoperusteisella menetelmällä

Tuotantoperusteisessa laskennassa tarkastellaan kunnan alueella tapahtuvia päästöjä. Tuotantoperusteinen laskenta eroaa kulutusperusteisesta laskennasta energia- ja jätehuoltosektoreiden osalta. Tarkemmat kuvaukset kulutus- ja tuotantoperusteisen laskennan välisistä eroista on esitetty luvussa 1. Laskentamenetelmät.

Tuotantoperusteisen laskennan tulokset on esitetty taulukossa L1.1.

*Taulukko L1.1. Pohjois-Savon kuntien ja Pieksämäen tuotantoperusteiset kasvihuonekaasupäästöt (kt CO<sub>2</sub>-ekv) sektoreittain vuonna 2018.*

Kunta/Sektori	Päästökauppa- teollisuus	Pienteollisuus	Työkoneet	Sähkö	Lämpö (sis. lämmityssähkö)	Tieliikenne	Vesiliikenne	Maatalous	Jätehuolto	Yhteensä
Iisalmi	0,0	10,9	0,9	20,5	60,5	43,0	0,6	28,1	14,7	<u>179,2</u>
Joroinen	0,0	4,3	0,2	1,1	7,8	29,3	0,3	13,6	0,4	<u>57,0</u>
Kaavi	0,0	0,2	0,1	0,0	6,0	7,0	0,1	5,6	0,2	<u>19,3</u>
Keitele	0,5	4,3	0,1	0,0	2,6	6,5	0,1	6,0	0,2	<u>20,2</u>
Kiuruvesi	0,0	12,3	0,3	0,0	6,5	17,1	0,2	80,6	0,6	<u>117,7</u>
Kuopio	99,8	29,3	4,7	125,5	203,8	187,1	5,5	100,4	21,0	<u>777,1</u>
Lapinlahti	34,8	5,6	0,4	0,0	14,6	33,6	0,3	43,0	1,0	<u>133,1</u>
Leppävirta	0,0	1,3	0,4	33,4	47,2	45,9	1,1	11,6	27,2	<u>167,9</u>
Pielavesi	0,0	6,5	0,2	0,0	3,5	12,8	0,3	22,8	0,4	<u>46,5</u>
Rautalampi	0,0	1,7	0,1	0,0	6,6	10,1	0,4	10,3	0,4	<u>29,7</u>
Rautavaara	0,0	1,0	0,1	0,0	2,4	6,4	0,0	4,7	0,2	<u>14,8</u>
Siilinjärvi	72,9	9,6	0,9	0,0	25,0	57,7	0,7	23,5	2,7	<u>193,0</u>
Sonkajärvi	0,0	3,2	0,2	0,0	6,9	16,3	0,1	26,5	0,4	<u>53,6</u>
Suonenjoki	0,0	7,6	0,3	0,0	15,2	28,5	0,3	10,0	1,6	<u>63,5</u>
Tervo	0,0	0,1	0,1	0,0	2,4	4,3	0,2	3,3	0,2	<u>10,5</u>
Tuusniemi	0,0	2,7	0,1	0,0	3,2	11,3	0,3	6,4	0,2	<u>24,2</u>
Varkaus	64,5	2,3	0,8	0,0	30,3	28,1	1,9	2,1	7,8	<u>138,0</u>
Vesanto	0,0	1,2	0,1	0,0	3,9	5,1	0,2	7,5	0,2	<u>18,1</u>
Vieremä	0,0	8,4	0,1	0,0	3,5	11,9	0,1	39,3	0,3	<u>63,6</u>
Pohjois-Savon maakunta	<u>272,5</u>	<u>112,4</u>	<u>9,9</u>	<u>180,5</u>	<u>451,7</u>	<u>562,1</u>	<u>12,5</u>	<u>445,4</u>	<u>79,6</u>	<u>2126,7</u>
Pieksämäki	0,0	4,7	0,7	21,3	55,2	41,4	0,3	14,2	0,8	<u>138,6</u>

## LIITE 2. Tieliikenteen päästöt

Tieliikenteen päästöt laskettiin VTT:n kehittämällä LIISA-mallilla. Päästöt jaettiin raskaaseen liikenteeseen ja henkilöliikenteeseen. Raskaan liikenteen päästöt sisältävät kuorma-autojen ja linja-autojen päästöt, kun taas henkilöliikenteeseen sisältyvät henkilöautot, pakettiautot sekä moottoripyörät, mopot ja mopoautot. Lisäksi kunkin kunnan osalta on eritelty kauttakulkuliikenteen päästöt. Kauttakulkuliikenteen päästöt on saatu erittelemällä LIISA-mallin tiedoista Liikenneviraston hallinnoimilla teillä aiheutuneet kasvihuonekaasupäästöt. Kauttakulkuliikenteen osuus tieliikenteen kokonaispäästöistä kunnissa vaihteli 58 %:sta-93 %:iin. Tarkasteltaessa Pohjois-Savon maakuntaa oli kauttakulkuliikenteen osuus 77 % koko maakunnan liikenteen päästöistä. Liikenteen päästöt kunnittain ja koko maakunnan osalta on esitetty taulukossa L2.1.

**Taulukko L2.1. Tieliikenteen päästöt kuntakohtaisesti ja Pohjois-Savon maakunnan osalta. Päästöt on jaettu raskaaseen liikenteeseen ja henkilöliikenteeseen. Lisäksi on esitetty kauttakulkuliikenteen päästöt ja kauttakulkuliikenteen päästöjen osuus liikenteen päästöistä yhteensä.**

Sektorit/Kunta	Ilalmi	Joroinen	Kaavi	Keitele	Kiuruvesi	Kuopio	Lapinlahti	Leppävirta	Pielavesi	Rautalampi	Rautavaara	Sillinjärvi	Sonkajärvi	Suonenjoki	Tervo	Tuusniemi	Varkaus	Vesanto	Vieremä	Pohjois-Savon maakunta	Pieksämäki
Raskas liikenne	16,4	14,2	3,4	3,4	6,8	59,2	14,9	20,5	5,4	4,3	3,0	18,7	7,4	11,5	1,7	5,1	10,2	2,2	5,6	214,0	15,9
Henkilöliikenne	26,6	15,1	3,6	3,1	10,3	127,9	18,7	25,4	7,3	5,8	3,4	39,0	9,0	17,0	2,6	6,2	17,9	2,9	6,3	348,1	25,5
Tieliikenne (kt CO <sub>2</sub> -ekv)	43,0	29,3	7,0	6,5	17,1	187,1	33,6	45,9	12,8	10,1	6,4	57,7	16,3	28,5	4,3	11,3	28,1	5,1	11,9	562,1	41,4
Kauttakulkuliikenne	30,8	27,3	5,8	5,6	12,5	120,0	29,7	42,0	10,9	8,8	5,7	48,9	14,7	24,5	3,6	10,3	16,3	4,2	10,4	432,2	31,2

### LIITE 3. CO2-raportin ja ALas 1.0 päästölaskentamenetelmien väliset erot

Alla olevassa taulukossa on verrattu tämän selvityksen päästösektoreiden laskennoissa hyödynnettyä Benviroc Oy:n kehittämää CO2-raportin menetelmää Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) ALas 1.0 -menetelmään. Molemmat menetelmät ovat ns. käyttöperusteisia menetelmiä, ja niiden laskentaperiaatteet ja käytettävät tietolähteet ovat pääosin samat. Suurimpia eroja on sektoreilla, joilla kuntakohtaisia tilastotietoja ei ole saatavilla. Lisäksi muun muassa tieliikenteen laskentaperiaatteet eroavat toisistaan. Menetelmien tärkeimpiä tiedossa olevia eroavaisuuksia on tarkasteltu alla olevassa taulukossa L3.1. Näiden lisäksi menetelmien välillä voi olla muita, esimerkiksi päästökertoimiin tai muihin laskennan parametreihin liittyviä eroja.

Taulukossa L3.1 käytetty sektorijako vastaa tämän selvityksen laskennan sektorijakoa, joka poikkeaa jonkin verran CO2-raportin ja ALas 1.0 -laskennan sektorijaosta. Taulukossa on tarkasteltu CO<sub>2</sub>-, CH<sub>4</sub>- ja N<sub>2</sub>O-päästöjä, jotka ovat mukana tämän selvityksen laskennassa.

*Taulukko L3.1. CO2-raportin ja ALas 1.0 päästölaskentamenetelmien väliset erot.*

SEKTORI	MENETELMÄ		Tärkeimmät erot
	CO2-RAPORTTI	ALas 1.0	
Päästökaupan alainen teollisuus	Päästökaupan alaisen teollisuuden päästöjen laskennan lähtötietoina käytetään päästökauppajärjestelmän tietoja, ympäristöhallinnon YLVA-tietokannan tietoja ja toimijoille tehtäviä tietokyselyitä. Päästökaupan alaisen teollisuuden päästöt sisältävät polttoaineen käytön (pois lukien hyödynjakomenetelmällä lasketut verkkoon myydyin sähkön ja kaukolämmön päästöt) sekä prosessipäästöt (esim. typpihapon tuotannosta).	Teollisuuden päästötiedot on kerätty Suomen ilmapäästötietojärjestelmästä (IPTJ), jonka tietosisältö pohjautuu tältä osin Energiaviraston päästökaupparekisterin tietoihin sekä Ympäristönsuojelun valvonnan sähköisen asiointijärjestelmän (YLVA) kautta saatuihin polttoaineen käyttömääriin. Polttoaineen käytön mukaan lasketut päästöarvot on jaettu teollisuuden ja energiantuotannon välille käyttäen ilman epäpuhtauksien päästöjen kansainvälisessä raportoinnissa käytettävää luokitustapaa (NFR).  Päästökaupasektorin (ETS) osalta NFR-luokituksestaan sekä teollisuuteen että energiantuotantoon kuuluvien kohteiden IPTJ:n mukaisista kokonaispäästöistä vähennetään niiden erikseen hyödynjakomenetelmällä arvioidut sähköntuotannon päästöt sekä kunnittain päästökaupan alaiset kaukolämmön tuotantoperusteiset päästöt. Lopputuloksena saadaan arvio teollisuuden lämmön- ja höyryntuotannon ETS-päästöistä, jotka skaalataan niin, että energiasektorin kokonaispäästöt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CO2-raportti sisältää myös prosessipäästöt (esim. typpihapon tuotannosta)</li> <li>- CO2-raportissa tämän sektorin päästöihin kuuluvat teollisuuslaitosten omaan käyttöönsä tuottaman sähkön päästöt. ALas1.0-laskennassa ne kuuluvat sähkönkulutuksen päästöihin.</li> <li>- ALas 1.0 -laskennassa kuntakohtaisia päästöjä skaalataan niin, että kaikki kunnat yhteensä vastaavat koko Suomen päästöjä.</li> </ul>



POHJOIS-SAVON KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖT JA HIILITASE

SEKTORI	MENETELMÄ		Tärkeimmät erot
	CO2-RAPORTTI	ALas 1.0	
		täsmäävät Suomen kasvihuonekaasuinventaarion tietoihin.	
Pienteollisuus	Pienteollisuuden päästöjen laskentaan sisältyvät päästökaupan ulkopuolisten teollisuuden toimijoiden päästöt. Laskennassa hyödynnetään ympäristöhallinnon YLVA-tietokannan tietoja sekä toimijoille tehtäviä tietokyselyitä. Nämä tiedot sisältävät sekä teollisuuden lämmön ja höyryn tuotannon polttoaineenkulutustietoja että työkoneiden polttoaineenkulutustietoja. Näiden lisäksi pienteollisuus sisältää myös ”muun öljynkäytön”, joka saadaan vähentämällä kuntaan myydyin kevyen ja raskaan polttoöljyn määristä rakennusten lämmitykseen, päästökauppa- ja pienteollisuuteen, energiantuotantoon ja liikenteeseen käytetyt määrät. Näin varmistetaan, että kuntatasolla laskennassa ovat mukana kaikki öljynkulutuksen päästöt. Pienteollisuuden lisäksi ”muu öljynkäyttö” voi sisältää myös käyttöä esimerkiksi työkoneissa tai maataloudessa.	Päästökaupan ulkopuoliset teollisuuden päästöt pitävät sisällään ilmapäästötietojärjestelmä IPTJ:stä lasketut, teollisuuteen kuuluvien taakanjakosektorin laitosten lämmön ja höyryn päästöt sekä teollisuuden hajapäästöt. Tästä vähennetään edelleen teollisuuskiinteistöjen erillislämmityksen päästöt.  IPTJ:n hajapäästöt perustuvat valtakunnallisen polttoainetaseen ja tunnettujen kohteiden kulutuksen erotukseen. Päästöt on jaettu kunnille ei-kaukolämmitteisten teollisuuskiinteistöjen pinta-alojen suhteessa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CO2-raportissa tehdään tietokyselyjä tunnistetuille toimijoille, jotka puuttuvat ympäristöhallinnon tietojärjestelmistä.</li> <li>- ALas 1.0 -menetelmässä valtakunnalliset kohdentamattomat hajapäästöt jaetaan kunnille teollisuuskiinteistöjen pinta-alatietoja hyödyntäen.</li> <li>- CO2-raportissa pienteollisuus sisältää myös raskaan ja kevyen polttoöljyn ”muun käytön”.</li> </ul>
Työkoneet	Bensiinikäyttöisten työkoneiden päästöt lasketaan hyödyntäen VTT:n työkoneiden päästölaskentaan kehittämää TYKO-mallia. Konetyyppejä on kaikkiaan noin 50. Malli sisältää työkoneiden lisäksi myös maastoajoneuvot. Valtakunnan tason laskentaa varten kehitettyä TYKO -mallia hyödynnetään bensiinikäyttöisten työkoneiden päästölaskentaan jakamalla valtakunnallinen tulos kunnan ja valtakunnan väkiluvun suhteella.  Diesel-käyttöiset työkoneet ovat mukana pienteollisuus-luokassa.	Työkoneiden päästöt lasketaan jakamalla TYKO-mallin valtakunnalliset tulokset kunnille erilaisilla, työkone-luokasta riippuvilla jakoperusteilla. Jakoperusteet saadaan SYKE:n FRES-mallista (päästöjen alueellinen skenaariomallinnus).  TYKO sisältää kaikkiaan 51 konetyyppeä, mukaan lukien maastoajoneuvot. Konetyypit jaetaan FRESissä 13 pääluokkaan: nosturit, trukit ja teollisuustraktorit, tietyökoneet, pyöräkuormaajat ja dumpperit, kaivurit, maataloustyökoneet, muut kunnossapitotyökoneet, metsätyökoneet, moottorikelkat ja mönkijät, viheraluetyökoneet, dieselgeneraattorit, dieselkompressorit ja moottorisahat. Näiden pääluokkien päästötulosten jakamiseen kunnille sovelletaan erilaisia allokatiomalleja eli ns. proxyja.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CO2-raportissa työkoneet -luokka sisältää bensiinikäyttöiset työkoneet, joiden päästöjä arvioidaan TYKO-mallin ja asukasluvun mukaan. Diesel-käyttöiset sisältyvät pienteollisuuteen.</li> <li>- ALas 1.0 -mallissa valtakunnalliset työkoneiden päästöt TYKO-mallista jaetaan kunnille työkoneityypeistä riippuvilla jakoperusteilla.</li> </ul>
Sähkö	Sähkönkulutus kuntatasolla perustuu Energiateollisuus ry:n tilastoon, josta on poistettu mallinnettu sähkölämmityksen ja maalämpöpumppujen sähkökäyttö sekä teollisuuden omaan käyttöön tuottama sähkö.	Asumisen kulutussähkön osuus koko sähkön-kulutuksesta arvioidaan POLIREM-mallin ominaiskulutusten perusteella. Maatalouden ja teollisuuden kulutussähkön kunnittaiset käyttömäärät lasketaan vähentämällä sektorikohtaisesta	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sähkölämmityksen ja maalämpöpumppujen käyttämä sähkö (joka poistetaan tilastoidusta kulutuksesta, jotta saadaan muu sähkönkulutus) arvioidaan</li> </ul>

POHJOIS-SAVON KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖT JA HIILITASE

SEKTORI	MENETELMÄ		Tärkeimmät erot
	CO2-RAPORTTI	ALas 1.0	
	Laskennassa käytetään sähkönkulutuksen päästökertoimenä Suomen keskimääräistä sähkönkulutuksen päästökerrointa. Päästökerroin on laskettu perustuen Tilastokeskuksen ja Energiateollisuus ry:n aineistoon (ks. sähkölämmitys ja maalämpö alla). Suomen sähköntuotannon päästöt on yhteistuotannon tapauksessa laskettu käyttäen hyödynjakomenetelmää, ja näin saadut päästöt on jaettu Suomen sähkönkulutuksella.	kokonaissähkönkulutuksesta lämmityssähkö ja maalämpöpumppujen sähkö. Palvelusektorin kulutuksesta vähennetään lisäksi raideliikenteen (henkilö- ja lähiliikenne) kuluttama sähkö. Laskennan pääasiallisena lähtötietona hyödynnetään Energiateollisuuden kuntakohtaisen sähkönkäytön tilastoa. Kulutussähkön päästöt lasketaan valtakunnallisilla sähkön vuosikertoimilla, ottaen huomioon lämmityssähkön muuta sähkönkäyttöä korkeammat päästöt.	molemmissa laskentamenetelmissä malleilla, joiden tulokset eroavat jonkin verran toisistaan. - Teollisuuslaitosten omaan käyttöön tuottaman sähkön päästö on CO2-raportissa mukana teollisuuden päästöissä, ALas 1.0 -mallissa sähkön päästöissä.
<b>Lämmitys</b>			
Sähkölämmitys ja maalämpö	Sähköllä ja maalämmöllä lämmitettyjen rakennusten päästölaskennan lähtötietoina käytetään Tilastokeskuksen rakennuskannasta saatavia kuntakohtaisia rakennusten pinta-alatietoja käyttötarkoituksen mukaan sekä kunnan vuosittaista lämmitystarvetta. Lämmitystarpeen tiedot perustuvat Ilmatieteen laitoksen tuottamiin lämmitystarvelukuihin. Mallissa hyödynnetään myös Tilastokeskuksen tilastoa rakennusten lämmityksen energiankulutuksesta koko Suomessa.  Sähkönkulutuksen päästökertoimenä käytetään valtakunnallista keskimääräistä sähkön päästökerrointa. Päästökerroin lasketaan Energiateollisuus ry:n ja Tilastokeskuksen materiaaliin perustuen. Sähkönkulutus lasketaan viikkotasolla ja sähkönkulutuksen päästökerroin kuukausitasolla, jolloin lämmityssähkölle saadaan eri, käytännössä muuta sähkönkulutusta suurempi, päästökerroin. Lämpimän käyttöveden energiantarve rakennusten käyttötarkoituksen mukaan arvioidaan Motiva Oy:n tietojen perusteella.	Lämmityssähkön ja maalämmön kunnittaiset vuosikulutukset lasketaan POLIREM-mallin rakennustyyppikohtaisten, lämmitystarpeella painotettujen ominaislämmönkulutusten ja päivitettyjen rakennuskantatietojen perusteella. Mallin rakennustilavuutta kohti lasketut ominaiskulutukset muutetaan vastaamaan kerrosalaa erilaisten rakennusten keskimääräisten huonekorkeuksien avulla.  Kunnittainen lämmityssähkön vuosikulutus jaetaan kuukausille paikallisen lämmitystarpeen kuukausivaihtelujen mukaisesti, ja päästö lasketaan käyttämällä vastaavasti sähkön kuukausikertoimia. Lämpimään käyttövedeen arvioidaan kuluvan 20 prosenttia lämmitysenergiasta, mihin lämmitystarpeen vaihtelu ei vaikuta.	- Sähkölämmityksen ja maalämpöpumppujen käyttämä sähkö arvioidaan molemmissa laskentamenetelmissä malleilla. Näissä on samankaltaiset tietolähteet, mutta ne eroavat toisistaan
Kaukolämpö	Kaukolämmön päästölaskennan pääasiallinen tietolähde on Energiateollisuus ry:n vuosittain julkaisema kaukolämpötilasto, jota täydennetään Kuntaliiton Tietoa pienistä lämpölaitoksista -	Kaukolämmön päästölaskennan pääasiallinen tietolähde on Energiateollisuus ry:n vuosittain julkaisema kaukolämpötilasto, jota täydennetään Kuntaliiton Tietoa pienistä lämpölaitoksista -julkaisun tiedoilla. Tämän	- CO2-raportin laskennassa tehdään tarvittaessa tietokyselyitä kaukolämmön tuottajille.

POHJOIS-SAVON KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖT JA HIILITASE

SEKTORI	MENETELMÄ		Tärkeimmät erot
	CO2-RAPORTTI	ALas 1.0	
	<p>julkaisun tiedoilla sekä lämmöntuottajille tehtävillä tietokyselyillä.</p> <p>Laskennassa otetaan huomioon kaukolämmön ostot ja myynnit kunnan rajojen yli. Kulutusperusteista laskentatapaa noudattaen kaukolämmöntuotannossa syntyneet päästöt allokoidaan sille kunnalle, jossa kaukolämpö kulutetaan. Sähkön ja kaukolämmön yhteistuotannon polttoaineet jaetaan sähkölle ja kaukolämmölle hyödynjakomenetelmää käyttäen.</p> <p>Päästölaskennassa käytetään Tilastokeskuksen polttoaineluokituksen mukaisia hiilidioksidin päästökertoimia. Metaanin ja dityppioksidin osalta hyödynnetään Kasvener-mallin kertoimia.</p>	<p>jälkeen mahdolliset jäännöspäästöt jaetaan kunnille niin, että yhteenlasketut kaukolämmön päästöt täsmäävät Tilastokeskuksen Energia-tilustaulukon 3.4.3 kaukolämmön päästöihin. Kuntaliiton tiedoista otetaan laskentaan mukaan vain ne kunnat, jotka puuttuvat kokonaan Kaukolämpötilastosta. Kaukolämpötilastosta lasketaan hyödynjakomenetelmällä kullekin lämmöntuottajalle kaukolämmön tuotannon päästöt sekä ostetun ja myydyn energian päästöt. Nettopäästöt summataan kunnittain.</p> <p>Rakennuskantatietojen mukaan kaukolämmitteisiä rakennuksia on lähes kaikissa Suomen kunnissa. Yhteenlasketut kaukolämpötilaston ja pienten lämpölaitosten päästöt ovat pienemmät kuin Tilastokeskuksen laskemat Suomen kaukolämmön päästöt. Päästöjen erotus jaetaan niille kunnille, joiden tunnettu kulutus on pienempi kuin mallinnettu kulutus. Tunnetusta summapäästöstä vähennetään teollisuustoimijoiden osuus, ja Tilastokeskuksen päästöön lisätään 2 prosentin ekvivalenttilisä, jotta laskentaperusteet vastaisivat toisiaan. Jäännöspäästöt ovat vuodesta riippuen 8-15 % kaukolämmön kokonaispäästöistä, ja jäännöskulutus noin 8 % kokonaiskulutuksesta.</p> <p>Laskennassa käytetään Tilastokeskuksen polttoaineluokituksen hiilidioksidin ja IPCC:n EFDB-tietokannan metaanin ja dityppioksidin päästökertoimia. Lisäksi hyödynnetään rakennuskannan ja lämmitystarpeen perusteella mallinnettuja kaukolämmön kunnittaisia oletuskulutuksia. Ongelmajäte lasketaan nollapäästöisenä.</p>	<p>- ALas 1.0 -laskennassa kunnille lisätään päästöjä siten, että kaikkien kuntien päästöt täsmäävät koko Suomen päästöjen kanssa.</p>
Erillislämmitys	<p>Öljylämmitteisten rakennusten päästölaskennan lähtötietoina käytetään Tilastokeskuksen rakennuskannasta saatavia kuntakohtaisia rakennusten pinta-alatietoja käyttötarkoituksen mukaan sekä kunnan vuosittaista lämmitystarvetta. Lämmitystarpeen tiedot perustuvat Ilmatieteen laitoksen tuottamiin lämmitystarve-</p>	<p>Öljylämmityksen kuntakohtaisessa laskennassa periaatteena on jakaa Suomessa vuosittain kulutettu lämmitysöljy kunnille tietyin allokaatioperustein. Tilastokeskuksen Energia 2018 -taulukkopalvelun taulukosta 7.3 saadaan lämmitykseen käytetyn kevyen polttoöljyn kulutukset erillisissä pientaloissa, rivi- ja ketjutaloissa, asuinkeuhkaloissa, vapaa-ajan</p>	<p>- Öljylämmityksen osalta molemmat menetelmät perustuvat rakennuskantatietoon ja energiantarpeen mallinnukseen. Vaikka malleissa on samankaltaiset tietolähteet, ne eroavat toisistaan</p> <p>- Puupolttoaineen kulutus rakennusten</p>

POHJOIS-SAVON KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖT JA HIILITASE

SEKTORI	MENETELMÄ		Tärkeimmät erot
	CO2-RAPORTTI	ALas 1.0	
	<p>lukuihin. Mallissa hyödynnetään myös Tilastokeskuksen tilastoa rakennusten lämmityksen energiankulutuksesta koko Suomessa, sekä Motiva Oy:n tietoja lämpimän käyttöveden lämmityksen energiantarpeesta rakennuksen käyttötarkoituksen mukaan.</p> <p>Puupolttoaineen kulutus rakennusten erillislämmityksessä perustuu Luonnonvarakeskuksen tilastoon polttopuun käytöstä. Puun pienkäyttöä koskeva kartoitus toteutetaan noin kymmenen vuoden välein.</p>	<p>asuinrakennuksissa, palvelurakennuksissa, teollisuusrakennuksissa ja maatalousrakennuksissa. Nämä vuosikulutukset jaetaan kunnille kunkin rakennustyyppin kunnittaisten, öljylämmitteisten kerrosneliömetrien mukaisesti, painottaen alueellisia eroja lämmitystarpeessa. Lämmitystarve ei vaikuta käyttöveden lämmitykseen, johon arvioidaan kuluvan 20 prosenttia lämmitysenergiasta.</p> <p>Puulämmityksen, maakaasun, raskaan polttoöljyn, turpeen ja hiilen, osalta kunta-allokaatio vastaa öljylämmitystä. Maatalouden muuhun erillislämmitykseen lisätään Suomen ilmapäästötietojärjestelmä IPTJ:n maatalouden hajakulutus ja -päästöt, jotka kuvaavat lähinnä viljankuivureiden käyttöä.</p>	<p>lämmityksessä perustuu CO2-raportissa Luonnonvarakeskuksen tilastoon puun pienkäytöstä. ALas 1.0 -menetelmässä hyödynnetään rakennuskantatietoja ja koko maan polttoaineenkulutusta.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Maakaasun, raskaan polttoöljyn, turpeen ja hiilen käyttö erillislämmityksessä lasketaan ALas 1.0 -mallissa samalla tavalla kuin öljylämmitys. Lisäksi mukana on maatalouden hajakulutus ja -päästöt, jotka kuvaavat lähinnä viljankuivureiden käyttöä.</li> <li>- CO2-raportissa maakaasulämmityksen päästö perustuu tietokyselyihin maakaasun jakelijoille. Hiilen ja turpeen käyttöä erillislämmityksessä ei ole erikseen arvioitu, sillä muu kuin teollisuuteen allokoituvaa käyttöä on pientä. Raskaan polttoöljyn sekä maatalouden muun öljynkäytön päästöt allokoituvat ”muuhun öljynkäyttöön” eli pienteollisuuden sektorille.</li> </ul>
Tieliikenne	<p>Tieliikenteen päästöt lasketaan perustuen VTT:n LIISA-malliin, jossa lasketaan päästöt eri ajoneuvotyypeille ja tieluokille. LIISA-mallin laskenta perustuu kahteen pääelementtiin, autokohtaisiin vuosisuoritteisiin (km/a) ja suoritekohtaisiin päästökertoimiin (g/km). Kuntakohtaisessa laskennassa maantiesuoritteen lähtökohtana on Liikenneviraston ilmoitus maantiesuoritteesta kunnittain. Katusuorite jaetaan kunnille niiden väkiluvun suhteessa. Mallissa käytettyihin päästökertoimiin vaikuttavat polttoaineiden bio-osuudet. Liikenteen päästöt jaetaan LIISA-mallin tietojen perustella edelleen raskaaseen liikenteeseen (kuorma-autot ja linja-autot) sekä henkilöliikenteeseen (henkilöautot ja pakettiautot). Lisäksi laskennassa eritellään</p>	<p>Henkilöautojen, moottoripyörien, mopojen ja mopoautojen päästöt lasketaan käyttöperusteisesti. Käyttöperusteisessa laskentatavassa kuntaan allokoidaan kaikki kyseiseen kuntaan rekisteröidyn ajoneuvokannan ajosuoritteen aiheuttamat päästöt riippumatta siitä, missä päästöjä aiheuttava ajosuorite tapahtuu. Laskenta perustuu Traficom in ajoneuvorekisterin tietoihin ensirekisteröintiajan-kohdasta sekä viimeisimmässä katsastuksessa todennettuihin matkamittarilukemiin. Paketti-, linja- ja kuorma-autoille lasketaan alueperusteiset päästöt, mutta ilman läpiajoliikennettä (ns. oma tieliikenne). Lopuksi kuntien päästöt tasokorjataan kunnittain vakiokertoimella siten, että laskennalliset koko maan päästöt ovat ajoneuvoluokittain yhtä kuin LIPASTON koko maan hiilidioksidiekvivalentteina lasketut päästöt.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CO2-raportin laskenta perustuu LIISA-malliin ja on siten alueperusteinen laskenta. Tämä on yksi ALas 1.0 -mallin yhteydessä esitetyistä tieliikenteen päästöjen vaihtoehdoista laskentatavoista.</li> <li>- ALas 1.0 -laskennan oletusmenetelmässä yhdistetään käyttöperusteista (kuntaan rekisteröityjen henkilöautojen, moottoripyörien, mopojen ja mopoautojen) laskentaa, sekä alueperusteista laskentaa (muut ajoneuvot).</li> </ul>

POHJOIS-SAVON KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖT JA HIILITASE

SEKTORI	MENETELMÄ		Tärkeimmät erot
	CO2-RAPORTTI	ALas 1.0	
	kauttakulkuliikenne, erottamalla LIISA-mallin tiedoista Liikenneviraston hallinnoimilla teillä aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt.	ALas 1.0 -mallin yhteydessä esitetään kuitenkin myös muita tapoja jakaa tieliikenteen päästöt kunnille. Näistä yksi on LIISA-mallin mukainen laskenta.	
Vesiliikenne	Vesiliikenteen päästöjen laskentaan sisältyvät huviveneiden päästöt sekä satamat. Huviveneiden päästöt lasketaan Traficomin vesikulkuneuvorekisterin vesikulkuneuvojen lukumäärätietojen perusteella. Satamien päästölaskennassa hyödynnetään VTT:n MEERI-mallin tietoja.	Vesiliikenteen laskenta perustuu Suomen kasvihuonekaasuinventaarion kotimaan vesiliikenteen päästöjen allokointiin kunnille. Seitsemälle vesiliikenteen kategorialle (huviveneet, matkustajalaivat, rahtilaivat, risteilyalukset, kalastusalukset, työveneet sekä lautat ja lossit) on kullekin kehitetty soveltuvat, saatavilla oleviin aineistoihin perustuvat jakosäännöt. Jäänmurtajien päästöt eivät sisälly kuntien vesiliikenteen päästölaskentaan. Raportoinnissa risteilyalusten melko pienet päästöt on laskettu yhteen matkustajalaivojen kanssa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CO2-raportissa lasketaan huviveneiden päästöt kuntaan rekisteröidyille veneille. Satamien päästöt perustuvat MEERI-mallin satamakohtaisiin tietoihin.</li> <li>- ALas 1.0 -laskennassa koko Suomen päästöt useille eri vesikulkuneuvotyypeille allokoidaan kunnille tiettyjä jakosääntöjä noudattaen.</li> </ul>
Maatalous	<p>Maatalouden päästöt koostuvat eläinten ruuansulatuksesta, lannankäsittelystä ja peltoviljelystä. Laskentamenetelmä on kehitetty Suomen kansallisen kasvihuonekaasuinventaarion menetelmiin perustuen.</p> <p>Eläinten ruuansulatuksen ja lannankäsittelyn päästöt on laskettu perustuen eläinten lukumäärään sekä Suomen kasvihuonekaasuinventaarion eläintyyppikohtaisiin päästökertoimiin. Laskennassa ovat mukana seuraavat eläintyytit: nautaeläimet (5 eri luokkaa), hevoset, ponit, lampaat, vuohet, siat, porot ja siipikarja (6 eri luokkaa). Eläinten lukumäärätiedot on saatu Ruokaviraston maaseutuelinkeinohallinnon tietojärjestelmästä ja Suomen Hippos ry:stä. Porojen lukumäärätiedot on saatu Paliskuntain yhdistykseltä.</p> <p>Peltoviljelystä aiheutuu N<sub>2</sub>O-päästöjä, sillä pieni osa pelloille lisätystä typestä muodostaa N<sub>2</sub>O:ta. Päästölaskennassa ovat mukana synteettinen typpilannoitus, lannan käyttö lannoitteena, kasvien niittojäännös ja tyypeä sitovat kasvit. Lisäksi laskennassa ovat mukana peltojen kalkituksen CO<sub>2</sub>-päästö, sekä epäsuorat N<sub>2</sub>O-</p>	<p>Maatalouden kasvihuonekaasupäästöihin kuuluvat metaani- ja dityppioksidipäästöt Tuotantoeläimistä, lannasta ja maatalousmailta sekä kalkituksen ja urealannoituksen hiilidioksidipäästöt.</p> <p>Laskentaperusteet ovat samat kuin Suomen kasvihuonekaasuinventaariossa. Eläinten ruuansulatuksen ja lannankäsittelyn päästöt perustuvat kuntakohtaisiin eläinmääriin. Laskennassa ovat mukana nautaeläimet, hevoset, lampaat, vuohet, siat, siipikarja sekä porot ja turkiseläimet.</p> <p>Maatalousmaiden päästöt syntyvät väkilannoitteiden, lannan ja urean levityksestä, orgaanisten maiden muokkauksen vapauttamasta typestä, pelloille hajoavista kasvintähteistä, laiduntamisen seurauksena tuotetusta lannasta, peltopoltosta, kalkituksesta sekä ammoniakkilaskeuman ja vesistöihin huuhtoutuvan typen kautta. Maatalousmaiden päästöt lasketaan kunnittaisten viljelypinta-alojen perusteella. ALas 1.0:ssa maatalouden vuosien 2005–2009 päästöt ovat peräisin SYKEssä aiemmin tehdyistä laskennoista (Kasvener), joiden tulokset on täsmäytetty vastaamaan kasvihuonekaasuinventaarion summapäästöä. Tämän jälkeisille vuosille on hyödynnetty vastaavalla menetelmällä laskettuja, Tilastokeskuksen julkaisemia</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ALas 1.0 -laskennassa ovat mukana turkiseläimet sekä urealannoituksen CO<sub>2</sub>-päästöt, jotka eivät kuulu CO<sub>2</sub>-raportin maatalouden peruslaskentaan. Näiden merkitys on pieni.</li> </ul>

POHJOIS-SAVON KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖT JA HIILITASE

SEKTORI	MENETELMÄ		Tärkeimmät erot
	CO2-RAPORTTI	ALas 1.0	
	<p>päästöt muiden tyyppiyhdisteiden laskeuman sekä typen huuhtouman seurauksena. Peltoviljelyn päästölaskenta perustuu Ruokaviraston viljelypinta-alatietoihin seuraaville kasveille: apilansiemen, herne, kaura, kevävehnä, kukkakaali, lanttu, mukulaselleri, ohra, peruna, porkkana, punajuuri, ruis, seosvilja, sokerijuurikas, syysvehnä, tarhaherne, valkokaali ja öljykasvit. Lisäksi on käytetty tietoa koko viljelypinta-alasta.</p>	<p>alueellisen kasvihuonekaasupäästölaskennan tuloksia. Tilastokeskuksen laskenta kattaa vuodet 2010–2013, 2015 ja 2017. Puuttuville vuosille 2014 ja 2016 on oletettu lineaarinen päästökehitys.</p>	
<p><b>Jätehuolto (kaatopaikkasijoitus, kompostointi, jätevedenkäsittely)</b></p>	<p>Kaatopaikalla muodostuvan metaanin määrää arvioidaan dynaamisella, SYKEN kehittämällä FOD-mallilla, jonka lähtötietoina käytetään eri vuosina kaatopaikalle sijoitettuja jätetyyppikohtaisia jätemääriä, kaatopaikkakaasun talteenottomääriä sekä tietoa kaatopaikan perustamisvuodesta. Mukana ovat sekä teollisuuden että yhdyskuntajätteen kaatopaikat. Suljetut kaatopaikat ovat mukana sikäli kun tietoa on saatavissa. Alueellisten jätehuolto-yhtiöiden kaatopaikkojen päästöt allokoidaan yhtiöiden piirissä oleville kunnille asukasluvun mukaan. Teollisuuden kaatopaikkojen päästöt kohdennetaan sijaintikunnalle.</p> <p>Kompostoinnin päästöt lasketaan perustuen YLVA-tietokannan tietoihin kompostointilaitoksissa käsitellyistä jättejakeista. Päästöt lasketaan käyttäen Suomen kasvihuonekaasuinventaarion päästökertoimia. Useiden kuntien yhteisten kompostointilaitosten päästöt jaetaan kunnille asukasluvun suhteessa.</p> <p>Yhdyskuntajäteveden CH<sub>4</sub>-päästöjen laskenta perustuu jätevedenkäsittelylaitoksille saapuvan orgaanisen aineksen (BOD<sub>7</sub>) kuormaan, ja N<sub>2</sub>O-päästöjen laskenta jätevedenpuhdistamojen typpikuormaan vesistöihin. Nämä tiedot saadaan YLVA-järjestelmästä, ja päästöt lasketaan käyttäen Suomen kasvihuonekaasuinventaarion menetelmiä. Useiden kuntien yhteisten jätevedenpuhdistamoiden tapauksessa päästöt on</p>	<p>Kaatopaikkojen päästöt kattavat yhdyskuntajätteiden, rakennus- ja purkujätteiden, yhdyskuntien lietteiden sekä teollisuuden jätteiden ja lietteiden kaatopaikkasijoituksen metaanipäästöt. Laskennassa käytetään IPCC:n laskentaohjeiden mukaista First Order Decay eli FOD-menetelmää, jossa oletetaan, että muodostuvan metaanin määrä riippuu jätteissä jäljellä olevan hiilen määrästä, kun olosuhteet pysyvät vakioina. Päästöistä vähennetään talteen otettu kaatopaikkakaasu ja huomioidaan lisäksi kaatopaikan pintakerroksissa hapettava osuus.</p> <p>Kaatopaikkapäästöjen määrään vaikuttavat kaatopaikan toiminnan aikana vuosittain kaatopaikalle sijoitettujen jätteiden määrät, jättejakeiden koostumus ja hajoamisominaisuudet sekä kaatopaikkakaasun talteenotto. Laskentaparametreille käytetään Suomen kasvihuonekaasuinventaarion oletusarvoja. Jättemäärä- ja kaasunkeräystiedot ovat kunta- ja kaatopaikkakohtaisia.</p> <p>Yhdyskuntajätteiden kaatopaikkojen käyttömäärät perustuvat jätelaitosten yhteistyöalueisiin sekä muuhun selvitettyyn yhteistyöhön. Yhteistyöalueiden sisällä olevien kaatopaikkojen jätemäärät jaetaan kunnille väkilukujen suhteessa.</p> <p>Kompostoinnin, mädätyksen ja jätevedenpuhdistuksen kasvihuonekaasupäästöt lasketaan jakamalla valtakunnalliset kasvihuonekaasuinventaarion päästötiedot kunnille yhdyskuntajätteen osalta väestötietojen ja teollisuuden jätteiden osalta</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kompostoinnin päästöt lasketaan CO<sub>2</sub>-raportissa perustuen YLVA-tietokannan tietoihin kunnan kompostointilaitoksissa käsitellyistä jättejakeista. Useiden kuntien yhteisten kompostointilaitosten päästöt jaetaan kunnille asukasluvun suhteessa.</li> <li>- ALas 1.0 -laskennassa koko Suomen kompostoinnin päästöt jaetaan yhdyskuntajätteen osalta väestötietojen ja teollisuuden jätteiden osalta teollisuuskiinteistöjen kerrosalojen perusteella kunnille.</li> <li>- Jätevedenkäsittelyn päästöt (yhdyskunnat, teollisuus, kalankasvatus) lasketaan CO<sub>2</sub>-raportissa laitoskohtaisesti ja allokoidaan kunnille jätevedenkäsittelylaitokselle tulevaan jätevesikuormaan mukaan.</li> <li>- ALas 1.0 laskennassa koko Suomen jätevedenkäsittelyn päästöt jaetaan yhdyskuntajäteveden osalta väestötietojen ja teollisuuden jäteveden osalta teollisuuskiinteistöjen kerrosalojen perusteella kunnille.</li> </ul>

POHJOIS-SAVON KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖT JA HIILITASE

SEKTORI	MENETELMÄ		Tärkeimmät erot
	CO2-RAPORTTI	ALas 1.0	
	<p>jaettu kunnille puhdistamolle saapuvan jätevesikuorman suhteessa. Yhdyskuntajäteveden puhdistamoiden piiriin kuulumattomien asukkaiden jätevedenkäsittelyn päästöt lasketaan perustuen haja-asutusalueiden väkilukuun käyttäen Suomen kasvihuonekaasuinventaarion menetelmiä. CH<sub>4</sub>-päästö perustuu asukaskohtaiseen keskimääräiseen orgaanisen aineksen kuormaan, ja N<sub>2</sub>O-päästö keskimääräiseen proteiininkulutukseen ja proteiinin typpisisältöön. Teollisuuden jätevedenkäsittelyn päästöjen laskenta perustuu jätevedenkäsittelylaitosten orgaanisen aineksen (COD) sekä typen kuormitukseen vesistöihin. Myös tämä tieto saadaan VAHTI- ja YLVA-järjestelmistä, ja päästöt lasketaan käyttäen Suomen kasvihuonekaasuinventaarion menetelmiä. Kalankasvatuksen päästölaskennan lähtötiedot saadaan niin ikään YLVA-järjestelmästä.</p>	<p>teollisuuskiinteistöjen kerrosalojen perusteella.</p>	

## LIITE 4. Luonnonvarakeskuksen laskelmiin ja arvioihin liittyviä varauksia

Laskelmiin ja arvioihin liittyy epävarmuustekijöitä. Hakkuumahdollisuusarviot perustuvat oletukseen siitä, että puuston kasvuun vaikuttavat tekijät ja puiden reagointi niihin eivät muutu laskelma-ajan kuluessa. Muutokset näissä oletuksissa saattavat vaikuttaa esitettyihin arvioihin. Lisäksi arvioissa ei ole otettu huomioon metsänomistajien hakkuukäyttämistä, koeala-aineistosta laadittujen laskentakuvioiden sijaintia suhteessa toisiinsa tai ainespuun käyttöpisteisiin eikä näiden vaikutusta puustamaksukykyyn tai puun kysyntään.

Arvioissa on myös oletettu, että metsäpinta-ala ja metsänkäytön rajoitukset eivät muutu, vaan pysyvät vuoden 2015 tasolla.

Vaihtoehtojen simuloinnissa hakkuut simuloitiin aina, kun se oli puustotietojen ja metsänhoitosuosituksen perusteella mahdollista. Optimoinnissa ei kuitenkaan aina valittu ratkaisuun hakkuuta, jotka simuloitiin heti kun metsänhoitosuositukset sen mahdollistivat. Hakkuuta oli mahdollista siirtää tehtäväksi myöhempinä laskelmakausina, jos se oli maksimoitavana olleen tavoitemuuttujan ja sovellettujen rajoitteiden kannalta kannattavaa.

Hakkuumahdollisuusarvioiden tukkikertymään liittyy epävarmuutta, sillä tukkipuun määrän laskennan taustalla olevaan, valtakunnan metsien inventoinnin koeala-aineistoon perustuvaan tukkivähennysmalliin (Mehtätalo 2002) liittyy epävarmuutta puun laadun kehityksen kuvaamisessa. Tukkivähennysmallilla vähennetään tukkipuun määrää ja erotus siirtyy kuitupuuksi.

Tuloksia tulkittaessa on otettava huomioon arvioiden luotettavuuden olevan sitä huonompi mitä kauemmaksi tulevaisuuteen laskelmat ulottuvat. Jokaista laskelmakautta koskevat arviot ovat aina ehdollisia tehtyille oletuksille ja edeltävien laskelmakausien arvioille.

Arvioiden luonteen vuoksi tulokset eivät ole toteutuvan kehityksen ennusteita, vaan sovellettujen menetelmien, mallien, aineistojen ja tehtyjen oletusten perusteella laadittuja laskennallisia arvioita metsien kehityksestä ja hakkuumahdollisuuksista metsävarojen kannalta. Arviot eivät ole toteutettaviksi tarkoitettuja hakkuusuunnitelmia.

Kivennäismaan hiilivarastojen muutokset on mallinnettu Yasso07-mallilla käyttäen kansallisessa kasvihuonekaasujen inventaariossa käytettyjä Etelä-Suomen parametrejä ja asetusarvoja. Koska kuntakohtainen tieto maan hiilivarastojen nykytilasta puuttuu, kuntakohtaisiin tuloksiin sisältyy merkittävää epävarmuutta. Turvemaiden hiilivarastojen muutos perustuu kaasumaisen hiilidioksidin virtauksen mittaustuloksiin koko maan alueelta, samoin kuin metaanin ja typpioksiduulin osalta. Siten myös turvemaiden kasvihuonekaasupäästöihin sisältyy merkittävää epävarmuutta kunta- tai maakuntakohtaisten mittaustulosten puuttuessa.

Turvetuotannon pinta-alan arvioinnin tarkkuus riippuu MML:n karttojen ajantasaisuudesta. Lisäksi on huomioitava, että tässä työssä noudatettiin kansallisen kasvihuonekaasuinventaarion käytäntöä, jonka mukaan alue on turvetuotannossa niin kauan kunnes alue on siirtynyt havaittavasti uuteen maankäyttöön (kuten viljelys- tai ruohikkomaaksi, tai metsäksi).



## LIITE 5. Maankäyttösektorin laskennassa käytetty kirjallisuus

Hirvelä, H., Härkönen, K., Lempinen, R. & Salminen, O. 2017. MELA2016 Reference Manual. Natural resources and bioeconomy studies 7/2017. 547 p. ISBN 978-952-326-1 (Online).

IPCC 2014, 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands, Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Baasansuren, J., Fukuda, M. & Troxler, T.G. (eds). Published: IPCC, Switzerland

Lappi, J. 1992. JLP: A linear programming package for management planning. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 414. 134 s.

Liski, J., Lehtonen, A., Palosuo, T., Peltoniemi, M., Eggers, T., Muukkonen, P. & Mäkipää, R. 2006. Carbon accumulation in Finland's forests 1922-2004 - an estimate obtained by combination of forest inventory data with modelling of biomass, litter and soil. Annals of Forest Science 63(7): 687-697.

Luonnonvarakeskus 2019. Monilähteen valtakunnan metsien inventoinnin (MVMI) kartta-aineisto 2017. Saantitapa: <https://www.luke.fi/tietoa-luonnonvaroista/metsa/metsavarat-ja-metsasuunnittelu/metsavarakartat-ja-kuntatilastot/>

Luonnonvarakeskus 2020a. MELA Tulospalvelu, VMI12 (mittausvuodet 2014-2018) [viitattu 27.4.2020]. Saantitapa: <http://www.luke.fi/mela-metsalaskelmat/>

Luonnonvarakeskus 2020b. Metsäteollisuuden puunkäyttö 2019. Saantitapa: [https://stat.luke.fi/mets%C3%A4teollisuuden-puunk%C3%A4ytt%C3%B6-2019\\_fi](https://stat.luke.fi/mets%C3%A4teollisuuden-puunk%C3%A4ytt%C3%B6-2019_fi)

Luonnonvarakeskus 2020c. Hakkuukertymä ja puuston poistuma. Saantitapa: <https://stat.luke.fi/hakkuukertyma-ja-puuston-poistuma>

Mehtätalo, L. 2002. Valtakunnalliset puukohtaiset tukkivähennysmallit männylle, kuuselle, koivuille ja haavalle. Metsätieteen aikakauskirja 4/2002: 575-591.

Mäkisara, K., Katila, M. & Peräsaari, J. 2019 The multi-source national forest inventory of Finland – methods and results 2015. Technical Report 8/2019, Natural Resources Institute Finland (Luke). Natural resources and bioeconomy studies.

Statistics Finland 2020. GREENHOUSE GAS EMISSIONS IN FINLAND 1990 to 2018. National Inventory Report under the UNFCCC and the Kyoto Protocol. Saantitapa: <https://unfccc.int/documents/219060>

Tuomi, M., Thum, T., Järvinen, H., Fronzek, S., Berg, B., Harmon, M., Trofymow, J.A., Sevanto, S. & Liski, J. 2009. Leaf litter decomposition estimates of global variability based on Yasso07 model. Ecological Modelling 220: 3362-3371.

Valtakunnan metsien 11. inventointi (VMI11). 2013. Maastotyön ohjeet 2013. Koko Suomi ml. Ahvenanmaa. Metsäntutkimuslaitos. Moniste. 191 s.

Valtakunnan metsien 12. inventointi (VMI12). 2017. Maastotyön ohjeet 2017. Luonnonvarakeskus. Moniste 164 s.

