

Vastaanottaja  
**Pohjois-Pohjanmaan liitto**

Tyyppi  
**Raportti**

Päivämäärä  
**19.11.2020**

# Maatalouden biojakeiden ja sivuvirtojen kestävä hyödyntäminen ja toimenpiteiden vaikutukset Pohjois-Pohjanmaalla – skenaariotarkastelu



# **MAATALOUDEN BIOJAKEIDEN JA SIVUVIRTOJEN KESTÄVÄ HYÖDYNTÄMINEN JA TOIMENPITEIDEN VAIKUTUKSET POHJOIS- POHJANMAALLA – SKENAARIOTARKASTELU**

Projekti **Maatalouden biojakeiden ja sivuvirtojen kestävä hyödyntäminen ja  
toimenpiteiden vaikutukset Pohjois-Pohjanmaalla – skenaariotarkastelu**

Vastaanottaja **Pohjois-Pohjanmaan liitto**

Asiakirjatyyppi **Raportti**

Versio **1.1**

Päivämäärä **19.11.2020**

Laatijat **Heikki Savikko, Joonas Hokkanen**

## SISÄLLYS

<b>1.</b>	<b>TAUSTA JA TAVOITE</b>	<b>1</b>
1.1	Tausta	1
1.2	Tavoite	1
<b>2.</b>	<b>AINEISTO JA MENETELMÄT</b>	<b>2</b>
2.1	Maatalouden biojakeiden ja sivuvirtojen määrät sekä hyödyntäminen Pohjois-Pohjanmaalla	2
2.2	Maatalouden nykyiset ja suunnitellut toimenpiteet	2
2.3	Työpajatyöskentely	2
2.4	Suunniteltujen toimenpiteiden vaikutusten arviointi	3
<b>3.</b>	<b>MAATALOUDEN PÄÄSTÖT SUOMESSA</b>	<b>4</b>
<b>4.</b>	<b>MAATALOUDEN PÄÄSTÖT POHJOIS-POHJANMAALLA</b>	<b>5</b>
<b>5.</b>	<b>TARKASTELTAVAT SKENAARIOT</b>	<b>7</b>
5.1	Taustaa skenaarioille	7
5.2	Valtakunnalliset maatalouden päästövähennysskenaariot	8
5.3	Pohjois-Pohjanmaan maatalouden kehitysskenaariot	11
5.3.1	Skenaario 1: Perusuran mukainen kehitys	11
5.3.2	Skenaario 2: Valtakunnallisen kehitysskenaarion mukainen	11
5.3.3	Skenaario 3: Pohjois-Pohjanmaan erityispiirteet huomioiva	12
<b>6.</b>	<b>VAIKUTUSTEN ARVIOINTI</b>	<b>13</b>
6.1	Ilmastovaikutukset	13
6.2	Maatalouden biojakeet ja sivuvirtojen kestävä hyödyntäminen	13
6.3	Kustannus- ja tuottovaikutukset sekä potentiaali Pohjois-Pohjanmaalla	14
<b>7.</b>	<b>LÄHTEET</b>	<b>16</b>

# 1. TAUSTA JA TAVOITE

## 1.1 Tausta

Pohjois-Pohjanmaalla on alkanut toukokuussa 2019 POPilmasto-hanke, missä ajanmukaiset Euroopan unionin ja Suomea koskevat ilmasto- ja energiatavoitteet tuodaan maakunnan tasolle. Hankkeessa luodaan uusimman tiedon pohjalta maakunnallinen tiekartta kohti kestävää ja vähähiilistä taloutta. Lisäksi hankkeessa luodaan toimintamalli tiekartan toimeenpanoon ja seurantaan. Tiekartan toimenpiteet viedään käytäntöön aktiivisella tavalla toimijoita vähähiiliseen talouteen.

Tiekartassa ilmastonmuutosta tarkastellaan kestävyiden näkökulmista. Kestävyys kattaa ympäristö-, talous- ja sosiaaliset vaikutukset. Pääkohderyhmänä hankkeessa ovat julkinen sektori ja yritykset, jotka ovat merkittävässä asemassa vähähiilisen talouden mahdollistajina ja edistäjinä. Ilmasto- ja ympäristökysymykset nousevat tulevaisuudessa entistä vahvemmin osaksi kuntien ja kaupunkien elinvoiman kehittämistä sekä julkisia hankintoja ja investointeja. Yrityksille muutos voi tarjota uusia mahdollisuuksia liiketoimintaan.

Suomen ympäristökeskus julkaisi helmikuussa kaikille Suomen kunnille Hinku-laskentaan perustuvat kasvihuonekaasupäästöt (Alas-malli: sisältää taakanjakosektorin luvut, mutta ei sisällä LULUCF- eli maankäyttö, maankäytönmuutos ja metsäsektoria). Pohjois-Pohjanmaan kokonaisilmastopäästöt olivat 3,19 milj.t CO<sub>2</sub>e vuonna 2017. Maatalouden osuus kaikista päästöistä oli 29 %. Maatalous-sektorin laskennassa mukana ovat lannan käsittely, eläinten ruuansulatus ja peltoviljely.

Maatalous on merkittävässä asemassa Pohjois-Pohjanmaan aluetaloudessa. Pohjois-Pohjanmaa on Suomen suurin maidon ja naudanlihan tuottajamaakunta. Pohjois-Pohjanmaalla on myös maakuntien suurin luomuviljelyalue ja Suomen korkealaatuisen siemenperunan HighGrade -tuotantoalue.

Maatalous on päivitetettävän ilmastotiekartan yksi kärkiteema. Tavoitteena on maatalouden kehittyminen hiilensitojana. Toimenpiteet koostuvat maaperän hiilinielun vahvistamisesta ja hiiliviljelystä, uusien kasvien viljelystä, turvemaiden viljelytoimien kehittämisestä, maatalouden resurssitehokkuuden edistämisestä sekä biojakeiden ja sivuvirtojen kestävästä hyödyntämisestä.

## 1.2 Tavoite

Tämän selvityksen tavoitteena on ollut tuottaa ilmastotiekarttaan numeerista tietoa:

- maatalouden biojakeiden ja sivuvirtojen kestävästä hyödyntämisestä,
- toimenpiteiden ilmastovaikutuksista,
- kustannus- ja tuottovaikutuksista sekä
- potentiaalista Pohjois-Pohjanmaalla.

## 2. AINEISTO JA MENETELMÄT

### 2.1 Maatalouden biojakeiden ja sivuvirtojen määrät sekä hyödyntäminen Pohjois-Pohjanmaalla

Maatalouden biojakeiden ja sivuvirtojen määrät sekä hyödyntäminen selvitettiin Rambollin ja Luonnonvarakeskuksen yhteistyönä kehittämällä resurssivirtamallilla, joka on todellisiin fyysisiin resurssivirtoihin perustuva panos-tuotos metodiikkaa käyttävä malli (Hokkanen ym. 2015). Malli kehitettiin vuonna 2013-2015 ja esitettiin World Resource Forum 2015 Davosissa. Malli on esitelty tieteellisessä julkaisusarjassa ja sitä on käytetty aikaisemmin Pohjois-Pohjanmaalla selvittäessä fyysisiä materiaalivirtoja Pohjois-Pohjanmaan alueelliset resurssivirratt selvityksen yhteydessä (Savikko ym. 2018 ja Hokkanen ym. 2017). Mallin tiedot päivitettiin tuoreimmalla Luonnonvarakeskuksen maataloustilastoilla, missä on mm. tietoja viljelymaan käytöstä, sadoista, ja satotasosta sekä kotieläinten määristä, maidon, lihan ja kanamunien tuotantomääristä Pohjois-Pohjanmaan alueella.

Resurssivirtamallissa maatalouden fysikaaliset panos-tuotosmallit perustuivat kasvuotannon osalta Ketjuvastuu – hankkeessa (Virtanen et al. 2009) kehitettyihin kasvikohtaisiin lohkomalleihin ja HierarchyNet –hankkeessa (Virtanen et al. 2014) tuotettuihin koneketjujen malleihin. Päästöarvioissa on lisäksi käytetty Luonnonvarakeskuksen kuntakohtaista maannostietokantaa viljelyssä mukana olevien turvemaiden osuuden selvittämiseksi. Kotieläintuotannon vastaavat mallit perustuivat HierarhyNet –hankkeessa kehitetyn virtuaalikaljarjaimallin eläinmalleihin. Lannankäsittelymallit on laadittu Normilanta –hankkeen tulosten pohjalta hyödyntäen myös Suomen maatalouden ammoniakkipäästömallin ja sen sovellusten tuottamia tietoja (Grönroos et al. 2009 ja Grönroos, 2014).

Lohko-, koneketju- ja eläinmallit ovat kaikki tyypiltään yksikköprosessimalleja, jotka kuvaavat fysikaaliset panokset ja tuotokset peltopinta-alaa (lohkomallit ja lohkoilla suoritettavat konetyöt), suoritteiden massayksikköä (sadon kuivaus ja kuljetukset), ja eläinyksikköä kohden. Tuotoksiin sisältyvät myös päästöt ympäristöön, joita ovat mm. kasvihuonekaasut, happamoittavat päästöt sekä vesistöjen rehevöitymistä aiheuttavat päästöt. Tässä selvityksessä keskitytään ainoastaan kasvihuonekaasupäästöihin.

### 2.2 Maatalouden nykyiset ja suunnitellut toimenpiteet

Maatalouden nykyiset ja suunnitellut toimenpiteet kerättiin olemassa olevasta aineistosta tekemällä dokumenttianalyysi keskeisten toimijoiden, kuntien, sekä maakunnan tuottamiin toimenpideohjelmiin, sitoumuksiin sekä strategioihin. Dokumenttianalyysistä saatiin tietoa nykytilanteesta, tulevista trendeistä sekä asetetuista tavoitteista ja linjauksista. Työvaihe piti sisällään myös muiden Suomen maakuntien ja alueiden benchmarkkauksen, missä verrattiin muualla Suomessa tehtyjä toimia ilmasto- ja ympäristöasioihin liittyen, miten muualla tuetaan ilmastomyönteisyyttä sekä tuoda esiin uusin tieto ja käytännöt.

Dokumenttianalyysin tiedot koottiin ja analysoitiin työryhmän yhteisessä round table -työskentelyssä. Round table -työskentelyssä analysoitiin saadut tulokset työryhmän asiantuntijuuden pohjalta. Round table -työskentelyn pohjalta laadittiin alustavat skenaariot tulevaisuuden kehityksestä, mitä käsiteltiin ohjausryhmän kanssa pidettävässä skenaariotyöpajatyöskentelyssä.

### 2.3 Työpajatyöskentely

Työn aikana pidettiin yksi työpajaa. Työpajassa määriteltiin tulevaisuuden kehityksestä kolme arvioitavaa skenaarioita. Nämä olivat

1. Perusura,
2. vahva kehitysura, joka on yhdenmukainen valtakunnallisen LUKEn arvioiman kehitysuran kanssa, ja
3. Pohjois-Pohjanmaan erityispiirteet huomioiva kehitysura.

Työpajan fasilitaattorina toimi konsultin edustajat ja työpajaan osallistui työn ohjausryhmä, johon kuuluivat Ritva Isomäki, Tarja Bäckman, Ritva Imppola, Timo Lehtiniemi ja Jussi Rämetsä.

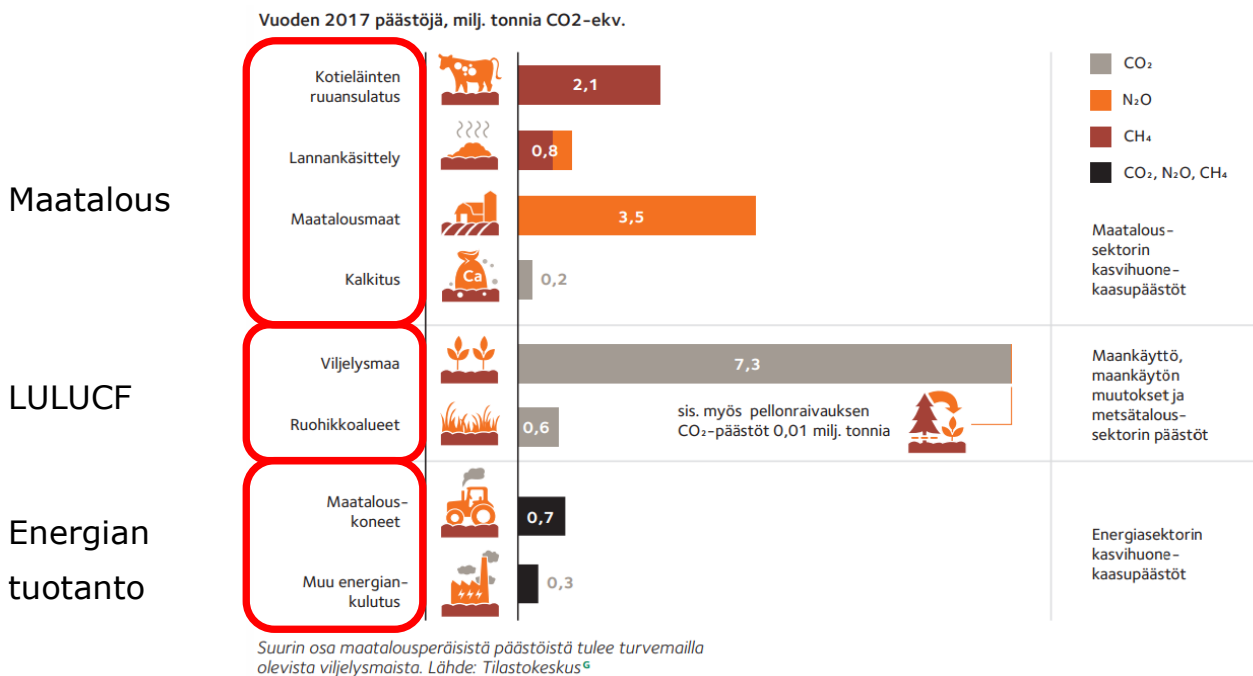
## **2.4 Suunniteltujen toimenpiteiden vaikutusten arviointi**

Edellisessä työvaiheessa muodostettujen skenaarioiden pohjalta tehtiin vaikutustenarviointi, missä arvioitiin skenaarioiden kustannus- ja tuottovaikutuksia, potentiaalia sekä ilmastovaikutuksia. Suunniteltujen toimenpiteiden taloudelliset vaikutukset arvioitiin resurssivirtamallin avulla, missä mallin avulla nähtiin, miten raha- ja materiaalmääräiset resurssivirratt ohjautuvat alueen tuotantoon, toimialojen välillä ja kulutukseen sekä alueelta viedä pois. Vertaamalla nykytilannetta ja skenaarioiden mukaisia tilanteita keskenään, saatiin gap-analyysillä tutkittua nykytilanteen ja tavoitetilojen vastaavuuksia ja eroja (gaps, ”kuiluja”). Analyysin kautta konkretisoitiin eroja mm. nykyisten kustannus- ja tuottovaikutusten ja potentiaalivälillä.

Ilmastovaikutusten arvioinnissa tulokset laskettiin nykytilanteen sekä arvioitavien skenaarioiden välillä ja niitä verrattiin keskenään. Vertaamalla eri skenaarioiden numeerisia tietoja ilmastovaikutuksista sekä skenaarioiden mukaisista toimenpiteistä, saatiin kuvattua eri toimenpiteiden ilmastovaikutukset.

### 3. MAATALOUDEN PÄÄSTÖT SUOMESSA

Suomen maatalous on tuottanut viime vuosina kasvihuonekaasupäästöjä vuosittaisen virallisen kasvihuonekaasuinventaarion mukaan runsaat 15 miljoonaa tonnia (Mt CO<sub>2</sub> ekv.) (Kuva 3-1). Maataloudessa syntyvät kasvihuonepäästöt jakautuvat kuvan 3-1 mukaisesti maatalouden, maankäytön (LULUCF) ja energiantuotannon välille. LULUCF ja Energiantuotanto -sektorit sisältävät vain maataloudelle kohdistettavat päästöt.



Kuva 3-1. Suomen maatalouden kasvihuonekaasupäästöt Mt CO<sub>2</sub> -ekv. (Tilastokeskus 2020)

Maatalouden kokonaispäästöistä on maaperäpäästöjä noin 75 %, johon sisältyvät maatalouden dityppioksidin- ja maankäytön hiilidioksidipäästöt kasvihuonekaasuinventaarion mukaisesti. Suomen tasolla eloperäisten maiden päästöt ovat yli puolet (noin 8 Mt CO<sub>2</sub>-ekv.) maatalouden kokonaispäästöistä (runsaat 15 Mt CO<sub>2</sub>-ekv.). Viimeaikaisissa selvityksissä on noussut esiin, että kasvihuonekaasuinventariossa maaperäpäästöjä tai -sidontaa peltokasvien yhteyttämistuotteina ja mikrobitoiminnassa tarkastellaan toistaiseksi vaillinaisella tiedolla. Tämä näkyy myös Suomen virallisissa kasvihuonekaasuinventaarion epävarmuuksissa, erityisesti LULUCF -sektorilla (taulukko 3-1).

Taulukko 3-1. Kasvihuonekaasuinventaarion epävarmuudet (%) sektoreittain 2018

Sektorit	Epävarmuus %
Energia	1
Teollisuusprosessit ja tuotteiden käyttö	10
Maatalous	33
Maankäyttö, maankäytön muutos ja metsätalous (LULUCF)	112
Jätteet	33
Kaikki sektorit yhteensä (pl. LULUCF)	4
Kaikki sektorit yhteensä	25

Nykyisillä päästökertoimilla ja hiilensidonnan laskennalla, Suomen maataloudelle kasvihuonekaasuneutraalius on lähes mahdoton tavoite. Tästä huolimatta maatalouden on pyrittävä päästöjen vähentämiseen siinä mitassa, joka on mahdollista ruokaturvaa heikentämättä, maataloustuottajille kohtuullista ja kestävä kehityksen mukaista.

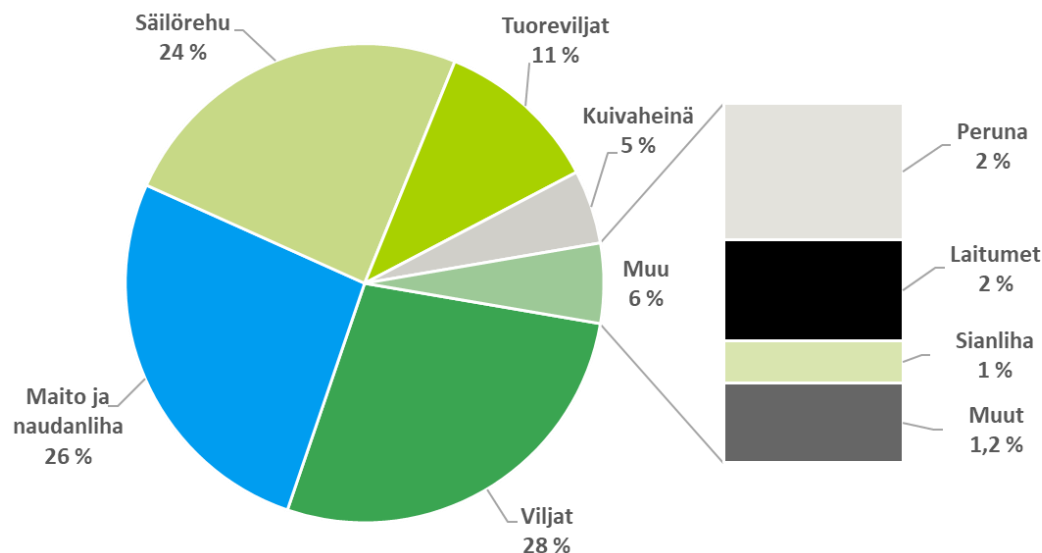
## 4. MAATALOUDEN PÄÄSTÖT POHJOIS-POHJANMAALLA

Maatalouden nykyiset päästöt Pohjois-pohjanmaalla mallinnettiin Resurssivirtamallin avulla. Mallinnus tehtiin ajanjaksolle 2014 – 2018. Mallinnuksen tulokset on esitetty taulukossa 4-1. Maatalouden kasvihuonekaasupäästöjen määrä Pohjanmaalla on pysynyt suhteellisen samalla tasolla vuodesta 2014. Suurin osa päästöistä syntyy maaperän päästöistä. Maataloudessa ei tarkasteluajanjaksolla ole tapahtunut suuria viljelyalan, tuotantolajikkeiden ja -määrien muutoksi, niin päästötkin ovat samaa suuruusluokkaa.

Taulukko 4-1. Maatalouden päästöt Pohjois-Pohjanmaalla vuosina 2014 – 2018.

	2014	2015	2016	2017	2018
<b>CH4 kg</b>	11 129 078	11 317 049	11 711 635	11 737 657	11 872 051
<b>CO2 kg</b>	95 958 870	81 903 675	93 195 000	88 748 976	90 575 701
<b>N2O kg</b>	4 371 315	3 574 300	4 249 528	4 016 218	4 110 427
<b>tCO2-ekv.</b>	1 565 972	1 345 970	1 547 246	1 481 701	1 512 256

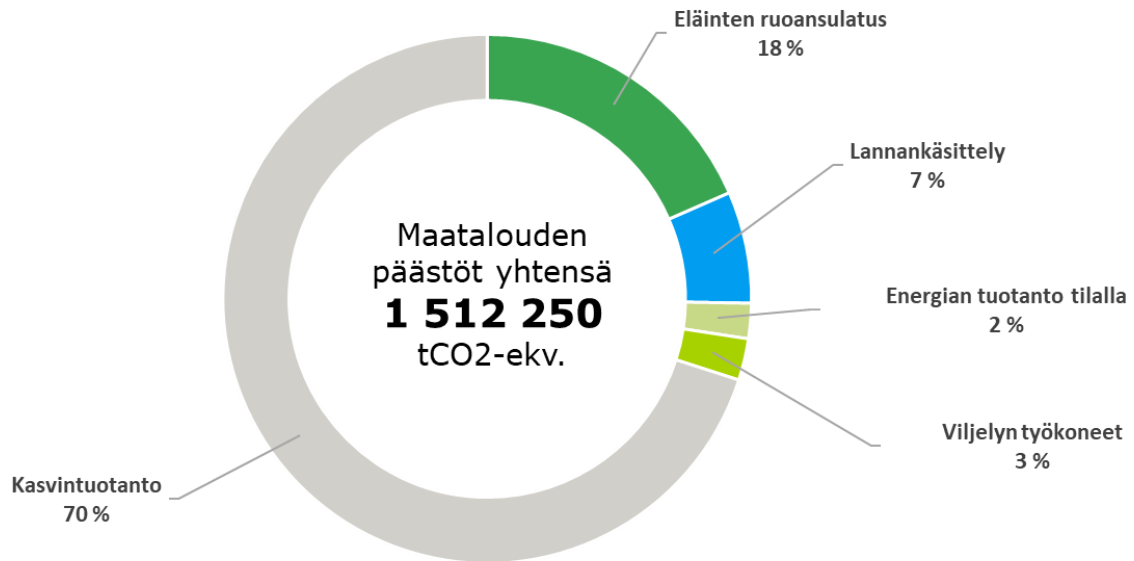
Päästöt voidaan luokitella useilla eri tavoilla, saadakseen paremman kuvan päästöjen muodostumisen syy-seuraus-suhteista. Tämä myös helpottaa päästövähennystoimenpiteiden kohdentamista merkitykseltään keskeisiin toimintoihin. Kuvassa 4-1 on esitetty Päästöjen muodostuminen Pohjois-Pohjanmaalla eri maatalouden tuotteiden mukaan jaoteltua vuonna 2018. Suurin yksittäinen päästöjä aikaan saava tuoteryhmä on viljat (28 %), toisena tulee maito ja naudanliha (26 %) ja kolmantena säilörehu (24 %). Nämä kolme tuoteryhmää kattavat yli ¾ osaa kaikista Pohjois-pohjanmaan maatalouden päästöistä.



Kuva 4-1. Päästöjen muodostuminen Pohjois-Pohjanmaalla eri maatalouden tuotteiden mukaan jaoteltua vuonna 2018.

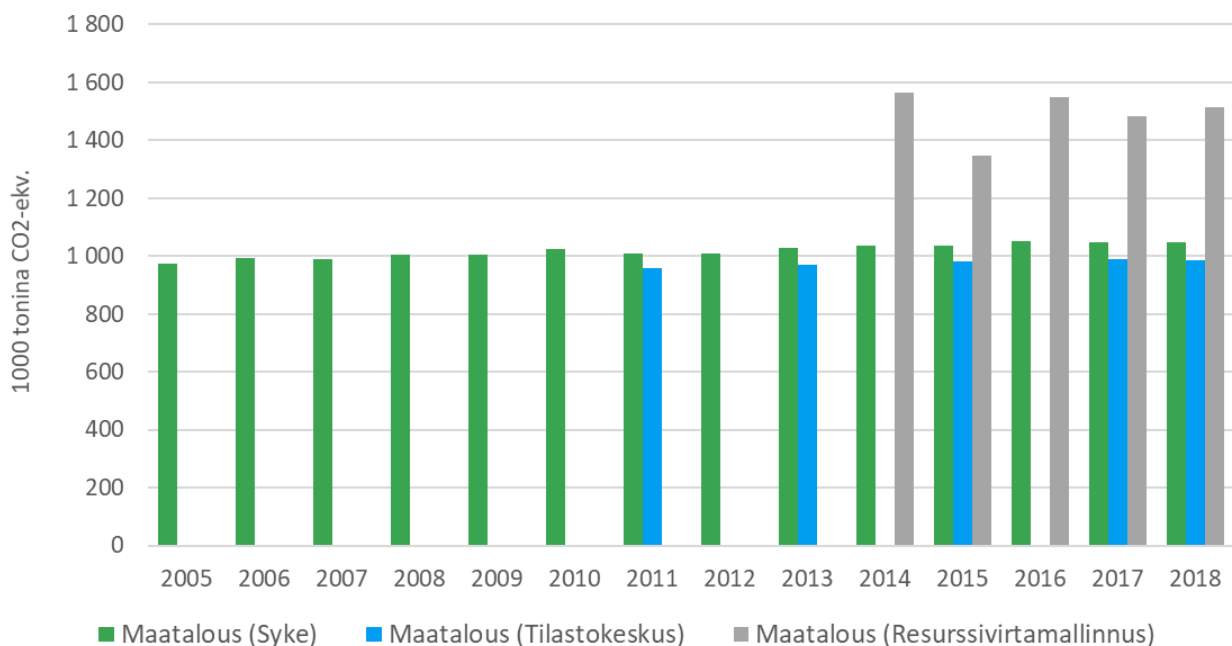
Vaihtoehtoinen tapa esittää päästöjen muodostumisen on esittää ne eri toimintojen mukaan (kuva 4-2). Toimintojen mukaan jaoteltuna jopa 70 % kaikista maatalouden päästöistä on seurausta kasvintuotannosta, 18 % on seurausta eläinten ruuansulatuksesta ja 7 % lannan käsittelystä. Ainoastaan 5 % päästöistä on seurausta energiantuotannosta maatiloilla ja viljelykoneisen aikaan saamista päästöistä.





**Kuva 4-2. Päästöjen jakautuminen eri toimintojen mukaan Pohjois-Pohjanmaalla vuonna 2018.**

Resurssivirtamallilla mallinnetut maatalouden päästöt sisältävät kaikki maataloudella muodostuvat päästöt riippumatta siitä, mihin luokkaan ne kasvihuonekaasuintentaarion mukaisessa luokituksessa jaotellaan. Näin olleen mallinnuksen tulokset kattavat myös LUFUCF ja Energia -sektoreille jyvitetävät päästöt ja näin ollen poikkeavat Tilastokeskuksen ja Syken raportoimista maatalouden päästöistä Pohjois-Pohjanmaalla. Kuvassa 4-3 on esitetty aikasarjat eri päästölaskennoista Pohjois-Pohjanmaalla vuoteen 2018 saakka.



**Kuva 4-3. Maatalouden kasvihuonekaasupäästökehitys eri mallinnustapojen perusteella.**

## 5. TARKASTELTAVAT SKENAARIOT

### 5.1 Taustaa skenaarioille

Hankkeessa arvioitujen skenaarioiden muodostaminen rakennettiin alueellisesti ja kansallisesti tunnistettujen kasvihuonekaasuja vähentävien toimenpiteiden perustalle. Turvemaidilla tunnettuja kasvihuonekaasujen vähentämiskeinoja ovat mm:

- Vältetään turvemaiden raivaamista pelloksi
- Poistetaan keuhkoja peltoja tuotannosta: huonosti tuotantoon soveltuvat, turvemaidilla sijaitsevat pellot poistetaan tuotannosta ja joko metsittää tai ennallistaa.
- Vähennetään turpeen hajotusta viljelyyn jäävillä pelloilla
- Huolehditaan että viljelyyn jäävillä turvepelloilla tulee riittävästä kasvipeitteisyydestä ympäri vuoden
- Pohjaveden pinnan nostaminen ja kosteikkoviljely

Maatalouden energiantuotantoon ja resurssitehokkuuteen liittyviä vähentämiskeinoja ovat mm:

- Uusiutuvan energian käytön kasvu maatiloilla ja maaseudulla
- Biokaasun tuotanto ja liikennekäyttöön jalostaminen maatilojen yhteislaitoksissa
- Maatalouden lietteistä biokaasua ja lannoitetta, lannan varastoinnin kehittäminen
- Yhdyskuntien jätevesilietteiden ja lieteperäisten rejektien käyttö energiakasvien kasvatukseen käytöstä poistuvilla turvesoilla
- Kehitetään maatalouden uusia resurssitehokkaita energiaekosysteemejä
- Energiaomavaraisuus

Hiilen sidonta kivennäismailla tapahtuu pääasiallisesti metsittämällä. Viljelymailla mahdollisia toimenpiteitä ovat mm:

- Peltojen maaperän hiilensidonnan kasvattaminen viljelyn keinoin. Hiiliviljelyn menetelmiä ovat muun muassa toimenpiteet, jotka lisäävät maaperän biologista aktiivisuutta ja kasvien yhteyttämistä sekä parantavat pellon rakennetta.
- Mm. pellon vesitalouden kunnostus, maan rakenteen parantaminen, monipuolinen viljelykierto, vihreä kasvipeite suurimman osan vuotta, syväjuuristen kasvien viljely, minimimuokkaus, torjunta-aineiden minimointi, eloperäisen aineen lisääminen peltoon, hiiltä sitovat laidunnuskäytännöt, agrometsätalous, vedenpinnan nostaminen turvemaidilla.
- Tutkitaan hiiltä sitovien viljelymenetelmien soveltuvuutta Pohjois-Pohjanmaan kontekstiin ja edistetään niiden käyttöönottoa.
- Kuivikehuolto kasvinviljelytiloilta kotieläintiloille

Edellä esitettyjen lisäksi on lukuisa joukko muitakin keinoja kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi. Näitä ovat esimerkiksi seuraavat:

- Tilojen yhteistyö
- Toimintaedellytysten kehittäminen ja tukijärjestelmien kehittäminen
- Lihan ja maidon kulutuksen vähentäminen
- Metsäpinta-alan lisääminen
- Uusien kasvien viljely uusiin ruokavalioihin, uudet proteiinin lähteet
- Valkuaisomavarainen tuotanto
- Tuotantopanosten tuottavuuden nostaminen

- Digitaalisuuden kehittäminen ja hyödyntäminen
- Mittausten ja menetelmien kehittäminen alueen erityispiirteet huomioiden
- Drone-tekniikan ja digitalisaation hyödyntäminen kasvipeitteisyyden varmistamiseksi

Kuvaan 5-1 on koottu eri lähteistä kartoitettuja teemoja maatalouden ilmastotyöhön. Tähdellä merkityt teemat on tunnistettu Pohjois-Pohjanmaan ilmastotiekartan yhteydessä pidetyissä työpajoissakin tärkeiksi teemoiksi alueella.



Kuva 5-1. Eri lähteissä käytettyjä teemoja maatalouden ilmastotyöhön.

## 5.2 Valtakunnalliset maatalouden päästövähennysskenaariot

Valtakunnallisina skenaarioina maatalouden kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi on esitetty kolme skenaariota, joista ensimmäinen on perusura, jossa ei toteuteta lisätoimia nykyisiin käytössä olevaan ilmastoimenpiteisiin nähden ja 2 ja 3 ovat skenaarioita, joissa tehdään tuntuvia realistisia kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiskeinoja. (Taulukko 5-1).

**Taulukko 5-1. Valtakunnalliset skenaariot maatalouden kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi**



Valtakunnallisten maatalouden päästövähennyskenaarioiden toimenpiteitä on avattu taulukossa 5-2.

**Taulukko 5-2. Valtakunnallisissa skenaarioissa toteutettavia käytännön kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistoimenpiteitä ja asetettuja tavoitteita.**

Toimenpide	lähtötaso	Skenaario 1	Skenaario 2
<b>YKSIVUOTISTEN KASVIEN VILJELY TURVEMAILLA</b>	94 500 ha	- 82 000 ha Lopputaso: 12 000 ha vuoteen 2050 mennessä.	Lopputulos: 0 ha vuoteen 2028 mennessä.
<b>TUOTANTONURMET TURVEMAILLA</b>	124 000 ha	- 20 000 ha vuoteen 2035 mennessä Lopputaso: 104 000 ha	- 30 000 ha vuoteen 2035 mennessä Lopputaso: 94 000 ha
<b>KESANNOT TURVEMAILLA</b>	38 000 ha	Vähennetään olennaisesti	Lopetetaan kokonaan jo vuoteen 2028 tai viimeistään vuoteen 2035 mennessä
<b>SÄÄTÖSALAOJITUS TURVEMAILLA</b>	3 000 ha	+ 17 000 ha. Lopputaso: 20 000 ha vuoteen 2050 mennessä	+27 000 ha. Lopputaso 30 000 ha vuoteen 2050.
<b>TURVEPELTOJEN VILJELYKÄYTTÖSTÄ POISTAMINEN</b>	69 000 ha	+ 56 000 ha vuosina 2020-2050 Lopputaso: 125 000 ha vuoteen 2050 mennessä.	Samat oletuksen tältä osin kuin skenaariossa 1.
<b>TURVEMAIDEN METSITYS</b>		+ 10 000 ha vuoteen 2050, eli vain 333 ha/vuodessa keskimäärin.	+ 20 000 ha vuoteen 2050, eli 666 ha/vuodessa keskimäärin.
<b>ENNALLISTAMINEN JA KOSTEIKKOVILJELY</b>		Lopputaso: 35 000 ha alalla vuoteen 2050. Osan tästä alasta voidaan käyttää kosteikkoviljelyyn (esim. 10 000 ha) soveltuvien osien ja markkinoiden kehityksen mukaan.	Lopputaso: 57 000 ha vuoteen 2050 mennessä (yli 1000 ha / vuodessa)
<b>TURVEMAIDEN RAIVAUS PELLOKSI</b>	arvio vuonna 2018: 932 ha, aiemmin 1000-3000 ha/ vuosi	Uusia raivioita vuosittain 800 ha ja ohutturpeisten poistuma 500 ha/ vuosi. Lopputaso: turvepeltojen ala kasvaksi 300 ha / vuosi ja noin 9000 ha vuoteen 2050 lineaarisesti.	Turvepeltojen raivaus 800 ha/ vuodessa vielä 2021 ja 600 ha 2022, mutta loppuu kokonaan 2023.
<b>HIILENSIDONTA JA SEN EDISTÄMINEN KIVENNÄISMAILLA</b>	ei odoteta merkittäviä muutoksia laajassa mittakaavassa	kivennäismaiden hiilensidonta lisääntyy 1,5 Mt CO2 ekv./vuosi	Toimien seurauksena kivennäismaiden hiilinielu kasvaa tasolle 1,66 Mt CO2 ekv./vuosi. Lisäksi erilaisin tehostetun hiilensidonnain keinoin tavoitellaan tasoa 5 Mt CO2 ekv./vuosi.
<b>KIVENNÄISMAIDEN METSITYS</b>		Metsitysalaksi oletetaan 15 000 ha yhteensä vuosina 2020-2035 ja toiset 15 000 ha 2035-2050 jakautuen <i>pääosin Etelä- ja Itä-Suomeen soveltuvien osien vapaaehtoisesti viljelijöiden harkinnan mukaan.</i> Hiilen sitoutuminen maahan olisi ensimmäisen 20 vuoden aikana noin 0,33 t C/ha/vuosi (0,2-0,46 t/ha; 0,7 – 1,7 t CO2 ekv./ha) eli noin 1,2 t CO2 ekv/ha/v.	Kivennäismaiden metsitys laajamittaisena päädyttäisiin noin 0,04 Mt CO2 ekv. päästövähennykseen vuositasolla vuoteen 2035 ja yli kaksinkertaiseen päästövähennykseen 0,08 Mt CO2 ekv. vuoteen 2050.
<b>ENERGIA JA BIOKAASU</b>	Aurinkosähköä vuonna 2035: tuotanto 30 GWh/v, asennettu voimalateho 35 MW ja voimaloiden lkm 1800.	Biokaasun laitosmäärä vuonna 2035: 100 kpl pieniä, 35 kpl keskikokoisia ja 8 kpl isoja. Kapasiteetti 300 000 t/vuosi ja investointeja vuoteen 2050 mennessä yhteensä 1 070 M€. Aurinkosähköä vuonna 2035: tuotanto 70 GWh/v, asennettu voimalateho 80 MW ja voimaloiden lkm 2700.	Biokaasun laitosmäärä vuonna 2035: 140 kpl pieniä, 65 kpl keskikokoisia ja 15 kpl isoja. Kapasiteetti 300 000 t/vuosi ja investointeja vuoteen 2050 mennessä yhteensä 1 900 M€. Aurinkosähköä vuonna 2035: tuotanto 140 GWh/v, asennettu voimalateho 160 MW ja voimaloiden lkm 3100.

### 5.3 Pohjois-Pohjanmaan maatalouden kehitysskenaariot

Pohjois-Pohjanmaan maatalouden päästöskenaariot muodostettiin valtakunnallisten kasvihuonekaasuja vähentävien skenaarioiden pohjalle perustuen edellä esitettyihin toimenpidevalikoimiin. Lopulliset skenaariot laadittiin työpajassa, johon osallistui työn ohjausryhmä.

#### 5.3.1 Skenaario 1: Perusuran mukainen kehitys

Skenaario 1 on kuten valtakunnallisestikin, nykypolitiikan jatkumo, jossa ei toteuteta lisätoimia nykyisiin käytössä olevaan ilmasto- ja ympäristöohjaukseen maataloudessa. Valtakunnallisesti perusuran mukaisilla toimenpiteillä on arvioitu saavutettavan 5 % päästövähennys vuoteen 2035 mennessä, vertailukohdan ollessa vuoden 2018 päästötaso. Keskeiset toimenpiteet perusuran mukaisessa skenaariossa Pohjois-Pohjanmaalla:

1. Nautakarjan määrä vähenee hitaasti, vähenemän ollessa suhteellisesti yhdenmukaista valtakunnallisen kehityksen kanssa.
2. Maataloustuotanto ja pellonkäyttö pysyy pääosin ennallaan.
3. Perustuotteissa tuotanto on vuonna 2030 vähintään nykyisellä tasolla.
4. Puubioenergian osuus maatilojen lämmityksessä säilyy vähintään ennallaan.
5. Uusiutuvat energiamuodot (biokaasutuotanto maatiloilla sekä suora sähkölämmitys ja lämpöpumput) korvaavat pääasiassa fossiilista polttoöljyä. Aurinkosähkö yleistyy valtakunnallisen kehityksen mukaisessa suhteessa.
6. Ravinnekierrot huomioidaan biokaasutuotannon ja sivuvirtojen käsittelyn yhteydessä.
7. Maltillinen hiilensidonta ja sen edistäminen kivennäismailla yhdenmukaisesti valtakunnallisen kehityksen kanssa.
8. Tilusjärjestelyiden edistäminen

#### 5.3.2 Skenaario 2: Valtakunnallisen kehitysskenaarion mukainen

Arvioitavassa skenaariossa päästövähennystoimet ovat tuntuvia, mutta realistisia lisätoimia kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen maataloudessa. Valtakunnallisesti maatalouden päästöistä 75 % on peräisin maaperästä (Tilastokeskus 2020), joten valtakunnallisessa skenaariossa päästövähennystoimenpiteet kohdistetaan pääasiassa pellonkäyttöön, viljelymenetelmiin ja maankäytön muutoksiin. Pohjois-Pohjanmaalla maaperän päästöt ovat myös merkittävässä roolissa ja arvioitavassa skenaariossa toimenpiteet noudattavat valtakunnallisen skenaarion toimenpiteitä. Valtakunnallisesti Suomen maatalouden khk-päästöt on arvioitu skenaarion mukaisessa toiminnassa laskevat 29 % vuoteen 2035 vuodesta 2018. Keskeiset toimenpiteet skenaarion mukaisessa toiminnassa Pohjois-Pohjanmaalla:

1. Peltojen kasvukuntoa parannetaan ja tuottokyvyltään heikoimmat peltolohkot jätetään pois aktiivisesta viljelystä.
2. Siirrytään vähittäin tarkkuusviljelyyn, mikä edistää panosten tarkempaa hyödyntämistä.
3. Vähennetään turvemaita yksivuotisten kasvien, kuten viljakasvien viljelyä ja lisätään nurmialaa ennallistamalla huonotuottoisia turvemaita kosteikoiksi.
4. Jätetään huonoimpia peltoja viljelemättä ja metsitetään niitä.
5. Kivennäismailla hiiltä lisätään maahan viljelyn monipuolistamisen eri keinoin tavoitteellisesti
6. Siirrytään voimakkaammin kohti valkuaisomavaraisuutta lisäämällä herneen ja härkävavun viljelyalaa ja monilajisten apilaa sisältävien nurmien alaa.
7. Kesantoalaa vähennetään huonotuottoisilla ja heikosti viljelyyn sopivilla turvemaita olennaisesti
8. Heikkotuottoiset turvepellot poistetaan viljelykäytöstä kokonaan.
9. Lisäkannustimet vauhdittamaan maatilojen energiantuotantoa → Uusiutuvaan energiaan tulevat lisäsatsaukset Pohjois-Pohjanmaalla (biokaasua nurmesta, aurinkoenergia)

10. Maatalouden päästöjä vähennetään suojelemalla turvepeltojen hiilivarastoa sekä kehittämällä viljelyä, kotieläintuotantoa ja maatilojen energiatalouden käytäntöjä.
11. Tilusjärjestelyiden edistäminen
12. Muilta osin maatalouden päästöjen oletetaan kehittyvän yhdenmukaisesti valtakunnallisen kehityksen kanssa.

### **5.3.3 Skenaario 3: Pohjois-Pohjanmaan erityispiirteet huomioiva**

Kolmas arvioitava skenaario piti sisällään myös tuntuvia ja vahvoja toimenpiteitä päästöjen vähentämiseen maataloudessa. Skenaariossa otettiin kuitenkin paremmin huomioon Pohjois-Pohjanmaan erityispiirteet. Keskeiset toimenpiteet skenaarion mukaisessa toiminnassa Pohjois-Pohjanmaalla:

1. Pääosin kuten skenaario 2
2. Yksivuotisten kasvien viljely turvemaidella loppuu kokonaan vuoteen 2030 mennessä.
3. Heikkolaatuiset pellot metsitetään tai ennallistetaan → pitkäaikaiset vaikutukset ja realisoituu n. 20 v päästä.
4. Tuotantonurmien ala vähenee 5 % nykyisestä.
5. Turvepeltojen raivaus loppuu kokonaan → kannustetaan viljelijöitä keskinäiseen yhteistyöhön (mm. raivausmaksu pelloille)
6. Avokesantoalat turvemaidella lopetetaan kokonaan.
7. Säättösalaojitettu turvemaiden ala kymmenkertaistuu nykyisestä vuoteen 2030 mennessä (3 000 ha).
8. Heikkolaatuisten kivennäismaiden ja syrjäisten lohkojen metsitys.
9. Voimakkaat kannustimet uusiutuvan energian tuotantoon maataloilla ja niiden biomassosta → valtakunnallisessa suhteessa muutokset
10. Tukijärjestelmien kehittäminen vahvemmin kannustamaan ilmastotekoihin ja rahoituksen merkittävä lisääminen. Kiinnitetään huomiota markkinoiden kehittämisessä bionurmen kysynnän lisäämiseksi.
11. Tilusjärjestelyiden edistäminen
12. Ruokinnan tehostaminen nautakarjatuotannossa

## 6. VAIKUTUSTEN ARVIOINTI

### 6.1 Ilmastovaikutukset

Kaikissa tulevaisuuden skenaarioissa energian tuotanto on hiilineutraalia. Tällöin käytössä olevat polttoaineet ovat biopolttoaineita, kuten biokaasua, puuta, haketta, olkia jne. Kasvihuonekaasupäästöjen määrää saadaan nykytilanteeseen verrattuna merkittävästi vähenemään skenaarioiden 2 ja 3 mukaisilla toimenpiteillä (taulukko 6-1). Maatalouden täydellinen hiilineutraalius on kuitenkin mahdotonta nykyisillä laskentaoletuksilla ja määrityksillä. Tästä huolimatta maatalouden on pyrittävä päästöjen vähentämiseen siinä mitassa, joka on mahdollista ruokaturvaa heikentämättä ja on maataloustuottajille kohtuullista ja kestävä kehityksen mukaista. Tätä tavoitetta tukevat myös Pohjois-Pohjanmaalla skenaariot 2 ja 3.

**Taulukko 6-1. Maatalouden kasvihuonekaasupäästöjen määrä arvioitavissa skenaarioissa.**

	2018	Skenaario 1, 2030	Skenaario 2, 2030	Skenaario 3, 2030
<b>CH4 kg</b>	11 872 051	10 720 163	10 719 757	10 719 247
<b>CO2 kg</b>	90 575 701	19 678 471	15 175 604	9 036 124
<b>N2O kg</b>	4 110 427	4 084 426	3 199 762	1 960 959
<b>tCO2-ekv.</b>	1 512 256	1 402 216	1 163 266	828 829
<b>Muutos vuoteen 2018</b>	0,0 %	-7,3 %	-23,1 %	-45,2 %

### 6.2 Maatalouden biojakeet ja sivuvirtojen kestävä hyödyntäminen

Taulukossa 6-2 on esitetty lantatase vuonna 2018 ja skenaarioiden mukaisissa tilanteissa Pohjois-Pohjanmaalla kokonaisuutena. Tulokset kuvaavat laskennallista kokonaisuutta Pohjois-Pohjanmaalla, mutta tuloksissa on paikallisia ja tilakohtaisia eroja.

**Taulukko 6-2. Pohjois-Pohjanmaan lantatase.**

	2018	Skenaario 1, 2030	Skenaario 2, 2030	Skenaario 3, 2030
<b>Lannan käyttökapasiteetti sivutuotelannoitteena pelloilla</b>	2 013 433 t	2 013 433 t	1 912 761 t	1 852 358 t
<b>Kertyvä lanta (sivutuotelannoitteena käyttö)</b>	2 022 002 t	1 832 743 t	1 832 743 t	1 832 743 t
<b>Kertyvä lanta (laitumille ja ulkotarhoihin)</b>	249 287 t	224 577 t	224 577 t	224 577 t
<b>Kaikki lanta</b>	2 271 289 t	2 057 319 t	2 057 319 t	2 057 319 t
<b>Sivutuotevirtojen riittävyys lannoituskäytössä</b>	0,4 %	-9,0 %	-4,2 %	-1,1 %

Nykyisin syntyvä ja maataloudessa hyödynnettävä lantamäärä ovat maakuntatasolla tasapainossa ja lannasta kaikki tilastollisesti syntyvä määrä saadaan käytettyä pelloilla Pohjois-Pohjanmaalla. Tilakohtaisia eroja kuitenkin on. Skenaarioiden (VE1, VE2, VE3) mukaisissa vaihtoehdoissa lannan määrä tulee Pohjois-Pohjanmaalla pieneneään samalla kun nautamäärät vähenevät valtakunnallisen kehityksen mukaisesti. Tämä voi lisätä myös väkilannoitteiden käytön tarvetta.



Lannan kestävä hyödyntämisen potentiaali, energiasisällön hyödyntämistä biokaasuna ennen ravinteiden hyödyntämistä, on arviointiskenaarioiden mukaisessa tilanteessa noin 48 miljoonaa euroa Pohjois-Pohjanmaalla, hyödynnettäessä biokaasu liikennepolttoaineena (Biokaasun hinta 10/2020) (Taulukko 6-3). Kaikissa arviointiskenaarioissa nauta-, ja sikamäärän oletetaan kehittyvän samalla tavoin, jolloin myös lannasta saatava biokaasun määrä pysyy samana eri tulevaisuuden skenaarioissa. Biokaasupotentiaalilaskennassa ei ole huomioitu nurmen viljelemistä biokaasutuotantoon, koska se ei ole enää sivuvirtojen hyödyntämistä vaan nurmi viljellään silloin primääriin käyttöön. Nurmen viljely biokaasukäyttöön voi osilla alueista tukea hyvin sekundaaristen sivuvirtojen hyödyntämistä, koska nurmea hyödyntämällä biokaasun tuotantomäärä voidaan saada taloudellisesti kannattavaksi.

**Taulukko 6-3. Pohjois-Pohjanmaan biokaasupotentiaali.**

	Lanta (m <sup>3</sup> )	Metaani (m <sup>3</sup> )	Biokaasun määrä (m <sup>3</sup> )	Biokaasun määrä (t)	Biokaasun hinta (M€)
<b>2016</b>	2 141 200	32 075 600	53 457 369	38 817	50
<b>2018</b>	2 269 672	34 000 136	56 664 811	41 146	53
<b>2030 (VE1, VE2 ja VE3)</b>	2 042 705	30 600 122	50 998 330	37 032	48

### 6.3 Kustannus- ja tuottovaikutukset sekä potentiaali Pohjois-Pohjanmaalla

Kansallisesti on arvioitu, että turvemaiden toimiin tarvitaan uutta rahaa noin 300-500 miljoonaa euroa aikavälillä 2021-2050, mikä tarkoittaa resursseja investointeihin, kannustimiin ja tulonmenetyksiin (maataloustulon ja osin myös markkinatuottojen menetyksiin). Peltokäytössä olevaista turvemaista noin 24 % sijaitsee Pohjois-Pohjanmaalla, jolloin voidaan karkeasti olettaa, että myös turvemaiden toimiin tarvittavasta rahasta sama osuus kohdistuu Pohjois-Pohjanmaalle.

Huonojen maiden metsitykseen (40-80 000 ha) kuluisi valtakunnallisen maatalouden ilmastotiekartan yhteydessä tehtyjen laskelmien mukaan noin 140 - 230 miljoonaa euroa vuosina 2021 - 2050 ja maatalouden kestävään tehostamiseen peräti 2,1 - 3,3 miljardia euroa vuosina 2021 - 2050. Kaikista peltokäytössä olevista maista noin 10 % sijaitsee Pohjois-Pohjanmaalla, jolloin kustannusten, investointien ja tehostamisen voidaan olettaa kohdistuvan pääpiirteittäin peltopinta-alan suhteessa eri maakuntien alueille. Osaa valtakunnallisessa ilmastotiekartassa esitetyistä toimista rahoitetaan kuitenkin jo eri muodoissaan, joten arviolta noin puolet on lisäystä nykyiseen resurssien käyttöön.

Teknologiakehitys (uudet lajikkeet, tarkkuusviljely), pellon kasvukunto, perusparannukset voivat hyvin toteutettuina tuottaa myös monenlaisia hyötyjä sekä parempaa kannattavuutta ja pitkän aikavälin jatkuvuutta maatalouteen ja ruuantuotantoon Suomessa. Ruokamarkkinan muutos onkin keskeinen ajuri arvioitaessa maataloustuotannon kehitysnäkymiä. Lihan kulutus on kasvanut kymmenessä vuodessa lähes 10 %:lla, ja vastaavana aikana broilerin lihan kulutuksen kasvu on ollut 52 % (Luonnonvarakeskus 2020). Lihan kulutuksen arvioidaan kuitenkin kääntyvän laskuun vuoteen 2030 mennessä. Vuoteen 2030 mennessä kansallisesti on arvioitu naudanlihassa -13 % tuotantomäärien lasku ja samalla ajanjaksolla maidon tuotantomäärien arvioidaan laskevan noin -7 %. Nämä vaikutukset tulevat näkymään erityisesti Pohjois-Pohjanmaalla.

Kansallisesti viljatuotteissa ja niiden kysynnässä on arvioitu tulevan kasvua 6-10 % vuoteen 2030 mennessä, jolloin tuotantopotentiaalia ja kysyntää kohdistuu myös Pohjois-Pohjanmaalle. Viljatuotteiden kysynnän arvioidaan jatkavan kasvua myös tulevaisuudessa.

Erittäin tärkeää onkin turvata alueelliset toimintaedellytykset ja kilpailukyky Pohjois-Pohjanmaalla, koska kysynnän ja kansallisen tuotantomäärien ennusteet luovat riskejä maataloustuotannolle. Tehostettu toiminta ja riittävän suuret tilakoot Pohjois-Pohjanmaalla mahdollistavat kansallisen toiminnan voimakkaan keskittymisen myös tulevaisuudessa alueelle.

Suomessa ruuan kokonaiskulutus tuskin nousee seuraavien vuosikymmenien aikana, mutta maailmanlaajuisesti tilanne on aivan toinen. Maailmanlaajuisesti on arvioitu, että ruuan kulutus kasvaa arvioilta 50–60 % vuoteen 2050 mennessä (Rabobank 2019). Maailmanlaajuinen ruuankulutuksen kasvu avaa myös vientipotentiaalia suomalaiselle maataloustuotannolle, -tuotteille sekä osaamiselle. Tässä Pohjois-Pohjanmaalla toimivilla maataloussektorin toimijoilla on mahdollisuus suuntautua uusille markkinoille.

Pohjois-Pohjanmaalla maataloudessa 1 M€ markkinaehtoinen liikevaihdon muutos (ei sis. tukia) saa aikaan kerrannaisvaikutuksina muille toimialoille Pohjois-Pohjanmaalla uutta kysyntää 730 000 € ja muulla Suomessa 1 M€. Työllisyysvaikutuksia koko arvoketjussa muodostuu 1 miljoonan euron markkinaehtoista liikevaihtoa (ei sis. tukia) kohden 15 henkilötyövuotta (htv) maataloilla, 11 htv muilla toimialoilla Pohjois-Pohjanmaalla ja 6 htv muualla Suomessa. Näissä luvuissa on kuitenkin huomioitava, että markkinaehtoista liikevaihtoa kohden maataloudessa maksetaan maatalousyrittäjille erinäisiä tukia, joista osa on suoraa tukea, osa palkkioita erilaisista kustannuksista aiheuttavista toimenpiteistä, esimerkkinä ympäristötuki. Tilojen väliset tukierot ovat suuria, mikä johtuu tuotantosuunnasta ja tuotteiden erilaisista myyntituloista. Karkeasti arvioituna tukia määrä on 30 – 70 % suhteessa liikevaihtoon.

Maataloudessa uutta liiketoimintapotentiaalia muodostuu myös muuttuvassa liiketoimintaympäristössä, missä yhtenä keskeisimpänä asiana on biokaasupotentiaalin hyödyntäminen. Pohjois-Pohjanmaalla on taulukossa 6-3 esitetyn mukaista biokaasupotentiaalia jo pelkästään sivuvirtojen perusteella. Biokaasupotentiaalia voidaan realisoida käytännössä keskitetysti suurissa yhteiskäsittelylaitoksissa, pienemmissä osuuskuntien omistamissa laitoksissa tai maatilakohtaisissa laitoksissa. Mädätyksestä muodostuva biokaasu onkin arvokas polttoaine, jota voidaan käyttää lukuisiin erilaisiin tarkoituksiin, kuten lämmöntuotantoon, yhdistettyyn lämmön ja sähkön tuotantoon sekä jalostetussa muodossa liikennepolttoaineena tai teollisessa käytössä esim. maakaasuverkon kautta. Biokaasun tuotannon rinnalla tärkeä osa lannan hyödyntämistä on ravinteiden kierrätys. Biokaasulaitos ei ole koskaan pelkkä energiantuotantolaitos, vaan sen tuottama mädäte on tärkeä osa kiertotaloutta. Biokaasuprosessin aikana vapautuu liukoista typpeä, jonka kasvit voivat käyttää suoraan. Kun mädätettä edelleen jalostetaan, siitä saadaan erilaisia lannoitetuotteita, jotka sopivat juuri tietynlaiseen lannoitetarpeeseen eli kullekin pellolle tai kasville sopivinta ravinnettä. Lanta sisältää typen lisäksi fosforia, joka on kasville olennainen kivennäisaine, mutta myös ehtyvä luonnonvara. Kun lannan ravinteet saadaan kiertoon, tarvitsemme vähemmän kemiallisia lannoitteita ja säästämme maapallon fosforivarantoja. Lannan hyödyntäminen edistää näin myös kokonaisvaltaisesti kiertotaloutta.

Toinen tulevaisuuden trendi on hiiliviljely, mikä tarkoittaa sitä, että pellot pyritään pitämään vihreänä mahdollisimman ison osan vuodesta. Silloin mahdollisimman monipuolinen viljelykierto ruokkii maan mikrobikantaa, joka auttaa hiilensidonnassa ja pellon kasvukunnon parantamisessa. Hiiliviljely tuottaakin suoraa taloudellista hyötyä viljelijälle, sillä se tuottaa mahdollisimman paljon myytävää satoa verrattuna perinteiseen viljelyyn. Samalla kun hiiltä pystytään sitomaan mahdollisimman paljon maaperään, saadaan lisättyä myös maan multavuutta, joka parantaa pellon viljelyominaisuuksia. Tämä näkyy rahallisesti erityisesti säästetyissä ostopanoksissa, kuten lannoitteissa. Lisäksi tulevaisuudessa hiiliviljelyyn arvioidaan tulevan uusia kannustimia sekä kansallisella että EU tasolla.

## 7. LÄHTEET

Carbon action –tutkimushanke ja sen tulokset.

Grönroos J., Mattila, P., Regina, K., Nousiainen, J., Perälä, P., Saarinen, K., Mikkola-Pusa, J. 2009. Development of the ammonia emission inventory in Finland. Revised model for agriculture. The Finnish Environment 8/2009.

Grönroos, J. 2014. Maatalouden ammoniakkipäästöjen vähentämismahdollisuudet ja -kustannukset. Ympäristöministeriön raportteja 26/2014

Kymenlaakson liitto.2019. Hiilineutraali Kymenlaakso 2040 –tiekartta

Hiilineutraali Uusimaa 2035 Tiekartan luonnos

Hokkanen, J., Savikko, H., Känkänen, R., Sirkiä, A., Virtanen, Y., Katajajuuri, J-M., Sinkko, T. 2017a. A Regional Resource Flow Model for promoting a circular economy at the regional level. Teoksessa: Ludwig, C., Matasci, C. (Eds.) World Resource Forum. BOOSTING RESOURCE PRODUCTIVITY by Adopting the Circular Economy.

Hokkanen, J., Virtanen, Y., Savikko, H., Känkänen, R., Katajajuuri, J-M., Sirkiä, A., Sinkko, T. 2015. Alueelliset resurssivirrat Jyväskylän seudulla. Sitran selvityksiä 91.

Ilmastonmuutokseen varautuminen maataloudessa -valtakunnallinen koordinaatiohanke (LUKE)

Kuopion kaupunki. 2020. Kuopion ilmastopoliittinen ohjelma

Lehtonen, h., Saarnio, S., Rantala, J., Luostarinen, S., Maanavilja, L., Heikkinen, J., Soini, K., Aakkula, J., Jallinoja, M., Rasi, S., Niemi, J. (2020). Maatalouden ilmastotiekartta – tiekartta kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen suomen maataloudessa. Maa- ja metsätaloustuottajain keskusliitto MTK ry. Helsinki. Saatavissa: <https://www.Mtk.Fi/ilmastotiekartta>

Luonnonvarakeskus 2020. Maatalouden kannattavuuskirjanpidon tulokset 2013-2018. [www.luke.fi/taloustohtori](http://www.luke.fi/taloustohtori)

Luostarinen, S., Grönroos, J., Hellstedt, M., Nousiainen, J., Munther, J. 2017 SUOMEN NORMILANTA – laskentajärjestelmän kuvaus ja ensimmäiset tulokset. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 47/2017. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 54 s.

Luostarinen, S., Grönroos, J., Hellstedt, M., Nousiainen, J., Munther, J. 2017. Finnish Normative Manure System: System documentation and first results. Natural resources and bioeconomy studies 48/2017. Natural Resources Institute Finland. Helsinki. 74 p.

Maatalouden päästöt vähenevät muuttamalla toimintatapoja ja maankäyttöä (CANEMURE best practices/SYKE)

Rabobank 2019. Global Animal Protein Outlook 2020. Viitattu 6.10.2020 <https://www.rabobank.com/en/press/search/2019/20191113-rabobank-global-animal-protein-outlook-2020.html>

Saarinen, M, Sinkko, T., Joensuu, K., Silvenius, F., Ratilainen, A. 2014. Nutrition and soil quality impacts in life cycle assessment of food. MTT Raportti 146. ISBN: 978-952-487-540-0. MTT, 31600 Jokioinen

Savikko, H., Hokkanen, J., Virtanen, Y., Silvenius, F., Joutsjoki, V. 2018. Pohjois-Pohjanmaan alueelliset resurssivirrat. Pohjois-Pohjanmaan liiton B-julkaisusarja B99/2018. ISBN 978-952-5731-63-7 Saatavilla: <https://www.pohjois-pohjanmaa.fi/file.php?5929>

Silvenius, F. 2014. Pohjois-Päijänteeltä kalastetun särkituotteen ympäristövaikutukset. In report Pölkki, L., Heikkilä, H. & Raulo, A. 2014. Lähiruokaa resurssiviisaasti julkisiin keittiöihin. JAMK, Sitra 2014, pp. 17-24

Silvenius, F., Hietala, S. & Kurppa, S. 2015. Environmental impacts of reindeer meat – LCA analysis of Finnish production. In the spirit of the Rovaniemi process 2015, 2nd international conference, local and global arctic, 24-26 November 2015, Rovaniemi, Lapland, Finland: conference programme & session abstracts, p.30-31

Silvenius, F., Kurppa, S., Tauriainen, J., Nousiainen, J. & Hietala, S. 2015. Lähiruokat julkisissa hankinnoissa – ympäristövaikutukset hankintakriteereina Luonnonvarakeskus, luonnonvara- ja biotalouden ja tutkimus 19/2015.

SOMPA- uudet maatalous- ja metsämaan viljely- ja hoitomenetelmät – avain kestävään biotalouteen ja ilmastonmuutoksen hillintään –tutkimushanke

Tilastokeskus 2020. Greenhouse gas emissions in Finland 1990-2018. National Inventory Report under the UNFCCC and the Kyoto Protocol. 9.4.2020. Saatavilla: <https://unfccc.int/ghg-inventories-annex-i-parties/2020> Suomeksi: SUOMEN KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖT 1990–2019 [https://www.stat.fi/static/media/uploads/tup/khkinv/yymp\\_kahup\\_1990-2019\\_2020.pdf](https://www.stat.fi/static/media/uploads/tup/khkinv/yymp_kahup_1990-2019_2020.pdf)

Usva, K., Nousiainen, J., Hyvärinen, H. & Virtanen, Y. 2012. LCAs for animal products pork, beef, milk and eggs in Finland

Viljelijä ja ilmastonmuutos – mitä minä voin tehdä omalla tilallani päästöjen vähentämiseksi? –Opas

Virtanen, Y., Hyvärinen, H., Katajajuuri, J-M., Kurppa, S., Nousiainen, J.,Saarinen, M., Sinkko, T., Kirsi Usva, K., Virtanen, J. Voutilainen, P.,Ekholm, P., Grönroos, J., Koskela, S. Väänänen, S., Mäenpää, I. 2009. Elintarvikeketjun ympäristövastuun taustaraportti. Laatuketju. Maa- ja metsätalousministeriö.

Virtanen, Y., Suomi, P., Nousiainen, J., Salo, T., Vieraankivi, M-L., Rankinen, K., Ekholm, P. 2014. Jäljitettävyyttä ja vastuullisuutta palvelevan elinkaaripohjaisen ympäristötiedon hallintamallin määrittely ja käytön kehittäminen elintarvikeketjussa. Laatuketju. Maa- ja metsätalousministeriö.