

# Pohjois-Pohjanmaan turvemaiden kasvihuonekaasutaseet

Kari Minkkinen<sup>1,2,3</sup> ja Paavo Ojanen<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Metsäntutkimuslaitos, Paavo Havaksen tie 3, PL 413, 90014 Oulun yliopisto,

<sup>2</sup>Metsäntutkimuslaitos, PL 18, 01301 VANTAA

<sup>3</sup>Helsingin yliopisto



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

POHJOIS-POHJANMAAN LIITTO  
Council of Oulu Region



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus



# Sisältö

<b>Tiivistelmä</b> .....	<b>3</b>
<b>Johdanto</b> .....	<b>4</b>
Tutkimuksen tavoitteet.....	5
<b>Aineistot ja laskennat</b> .....	<b>5</b>
Pinta-ala-aineistot, metsäojitetut ja ojittamattomat .....	5
Puustot .....	6
Maaperän hiilitase ja KHK-päästöt.....	7
Hiilimäärät.....	7
Päästöt – metsäojitetut suot .....	7
Päästöt – luonnontilaiset suot .....	8
Turvetuotanto.....	9
Turvetuotannon jälkikäyttöskenaariot .....	9
Suopuustojen kehitysskenaariot (Olli Salminen ja Risto Sievänen, 2011).....	10
<b>Tulokset</b> .....	<b>11</b>
Turvemaiden pinta-alat ja hiilimäärät Pohjois-Pohjanmaalla.....	11
Metsäojitetut ja luonnontilaiset.....	11
Metsänkasvatuskelvottomat ojitetut suot .....	12
Turvetuotanto.....	12
Turvemaiden hiilitaseet ja KHK-taseet.....	13
Maaperän eli turpeen päästöt.....	13
Puustot .....	15
Turve ja puustot yhteensä .....	16
Metsänkasvatuskelvottomat ojitetut suot .....	16
Turvetuotantoalueet .....	17
Turvetuotantoalueiden jälkikäyttöskenaariot.....	18
Suopuustojen kehitysskenaariot.....	18
Maaperän päästöt muuttuvassa ilmastossa .....	20
<b>Viitteet</b> .....	<b>20</b>
<b>Liitetaulukot</b> .....	<b>23</b>

## Tiivistelmä

Pohjois-Pohjanmaan maakunta muodostaa Suomen runsassoisimman metsäkeskusalueen. Soiden maankäyttö, johon liittyy lähes aina kuivatus ojitamalla, muuttaa näiden maiden kasvihuonekaasutaseita. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli arvioida Pohjois-Pohjanmaan soiden kasvihuonekaasutaseet eri soiden käyttömuodoissa: 1) luonnontilaisilla, 2) metsäojitetuilla ja 3) turvetuotannossa sekä turvetuotannon jälkikäytössä olevilla turvemaidella. Tavoitteena oli myös ennustaa päästöjen kehitystä tulevaisuudessa ja tarkastella erityisesti metsänkasvatuskelvottomien ojitettujen soiden KHK-taseita.

Pohjois-Pohjanmaalla on turvemaita VMI10:n mukaan 16 192 km<sup>2</sup> ja niihin on sitoutuneena 925 Tg hiiltä. Metsäojitettuja on näistä kaksi kolmasosaa ja luonnontilaisia yksi kolmasosa. Metsänkasvatuskelvottomia on ojitetuista 18,5 % eli 1849 km<sup>2</sup>. Turvetuotannossa on 260 km<sup>2</sup>.

Sekä luonnontilaisten että metsäojitettujen soiden maaperä (turve) on päästölähde. Luonnontilaiset suot päästävät metaania 1,6 Tg CO<sub>2</sub> ekv. vuodessa ja sitovat hiilidioksidia 0,75 Tg CO<sub>2</sub> v<sup>-1</sup>. Metsäojitettujen soiden puuston kasvu sitoo kuitenkin enemmän hiilidioksidia (3 Tg v<sup>-1</sup>) kuin maaperästä pääsee kasvihuonekaasuja (1 Tg v<sup>-1</sup>), joten metsäojitetut suot ovat kokonaisuutena kasvihuonekaasujen nieluja (2 Tg). Nieluvaikutus tulee kiihtymään tulevaisuudessa vielä 50 vuoden ajan, kun nuoret puustot kasvavat yhä voimakkaammin ja hakkuut samanaikaisesti puuston kysynnän vuoksi pienenevät. Jossain vaiheessa puustot kuitenkin tulevat päätehakkuuikään ja niihin sitoutunut hiilivarasto suurelta osin poistuu soilta hakkuiden myötä.

Metsänkasvatuskelvottomat suot ovat karuja tai ravinne-epätasapainoisia ojitettuja soita, jotka keskimäärin sitovat hiilidioksidia ja päästävät metaania hiilidioksidiekvivalentteina arvioituna suurin piirtein yhtä paljon, eli ovat ilmastovaikutukseltaan neutraaleja.

Turvetuotannossa olevat alueet ovat voimakkaita päästölähteitä. Jälkikäyttömuodoista metsitys on lyhyellä tähtämellä ilmastovaikutukseltaan ennallistamista edullisempi vaihtoehto.

Voimakkaimmin tulevaisuudessa muuttuva tekijä soiden hiilivarastojen ja KHK-taseiden kannalta on metsäojitettujen soiden puuston kasvava hiilivarasto, jonka ennustetaan kaksin-kolminkertaistuvan seuraavan 50 vuoden aikana.

## Johdanto

Pohjois-Pohjanmaan maakunta muodostaa Suomen runsassoisimman metsäkeskusalueen. Yli puolet (52 %) maakunnan metsätalouden maan pinta-alasta on turvemaata, eli ojitettua ja ojittamatonta suota (Metsätilastollinen vuosikirja 2010). Maakunnan energiantuotannosta yli 90 % tuotetaan polttamalla turvetta, ja tuotannossa on ollut vuosittain n. 27 000 ha turvemaita (Pohjois-Pohjanmaan kasvihuonekaasutase 2007). Muun muassa näistä syistä soilla ja soiden maankäytöllä on erityisen suuri vaikutus maakunnan maankäytön kasvihuonekaasujen (KHK) taseisiin.

Soilla on kahdensuuntainen vaikutus KHK-taseisiin ja sitä kautta ilmastoon. Luonnontilaiset suot toimivat hiilidioksidin ( $\text{CO}_2$ ) nieluina, koska vain osa kasvien sitomasta hiilidioksidista vapautuu takaisin ilmakehään. Suon märissä vähähappisissa oloissa kasvinosat maatuvat hyvin hitaasti ja tämä hiiliyliäämä kertyy maahan turpeen muodossa. Toisaalta soilla syntyy ja ilmakehään vapautuu hajotustuotteena metaania ( $\text{CH}_4$ ), joka on hiilidioksidia voimakkaampi kasvihuonekaasu. Kolmatta yleistä kasvihuonekaasua, typpioksiduulia ( $\text{N}_2\text{O}$ ) vapautuu luonnontilaisilta soilta vain hyvin pieniä määriä. Luonnontilaisen suon kasvihuonekaasuvaikutus on siis lähinnä hiilidioksidin ja metaanin aiheuttama yhdysvaikutus, jossa hiilidioksidin sitominen viilentää ilmastoa ja metaanin vapautuminen lämmittää sitä.

Osa turpeeseen sitoutuneesta hiilestä kulkeutuu pois sulolta veden mukana huuhtoutumalla, ja hajotessaan muodostanee kasvihuonekaasuja jossain vesiekosysteemissä (ojat, joet, järvet, meret). Huuhtoutuvan hiilen kohtalosta on kuitenkin hyvin vähän kvantitatiivista tietoa, eikä sitä yleensä lasketa alkuperäisen ekosysteemin kasvihuonekaasutaseisiin. Suon hiilitaseeseen se sen sijaan vaikuttaa, mikäli suon hiilitasetta arvioidaan kaikkien hiilivirtojen summana. Huuhtoutuvan hiilen määrä ei ole välttämättä suuri, mutta se saattaa olla merkittävä tekijä taseessa, jos hiilikaasujen tase on lähellä nollaa, kuten se usein on.

Maankäytöllä aiheutetaan muutoksia suoekosysteemin hiili- ja KHK-dynamiikkaan. Metsäojitus, eli suon kuivattaminen ojittamalla metsätaloutta varten, kiihdyttää maan orgaanisen aineen hapellista hajotusta sekä puuston kasvua ja kariketuotosta. Mikäli hajotus kiihtyy enemmän kuin kasvillisuuden tuotos, suo muuttuu hiilen nielusta hiilen lähteeksi. Useimmiten puuston tuotos kuitenkin kompensoi kiihtyneen hajotuksen, ja suot pysyvät hiilen nieluina niin kauan kuin puut kasvavat. Koska puusto metsätalouden käytössä olevalla maalla kuitenkin korjataan lopulta hakkuissa pois, poistetaan sulolta sinne kertynyttä hiiltä, ja tämä tulee käsitellä osana suon hiilitasetta. Jotta saadaan oikea käsitys metsäojituksen vaikutuksesta suon hiilitaseeseen, tulee muutoksia tarkastella yli useamman kiertoajan.

Osa puuston tuotoksesta ohjautuu karikkeena suon pinnalle ja osa juuristokarikkeena syvemmälle turpeeseen. On havaittu, että osalla metsäojitetuista soista (karut suot) tämä kariketuo-  
tuos kompensoi maan kiihtyneen hajotuksen, ja näillä soilla myös maan hiilitase pysyy nielun puolella (Lo-  
hila ym. 2011, Ojanen ym. 2011). Karuilla soilla ojituksella aikaansaatu kuivatus on usein melko huono, mikä pitää hapellisen hajotuksen vähäisempänä, kuin optimio-  
loissa olisi mahdollista.

Ojitus vähentää metaanipäästöjä soilta, koska suon pintaan syntyy paksumpi hapellinen kerros, jossa alempana syntynyt ja ylöspäin kulkeutuva metaani hapettuu hiilidioksidiksi. Myös syväjuuristen suokasvien (sarat) häviäminen vaikuttaa merkittävästi metaanipäästöjen pienenemiseen. Jos suon kuivatuksen jälkeinen kasvillisuuskehitys johtaa turvekangasasteeseen asti, päästöt loppuvat useimmiten kokonaan ja turvemaasta tulee metaanin nielu (Ojanen ym. 2010).

Typpioksiduulipäästöt kasvavat ojituksen jälkeen lähinnä rehevillä turvemailla, koska typpioksiduulin muodostumiseen tarvitaan hapen lisäksi typpeä lähinnä nitraatin tai nitriitin muodossa. Karuilla soilla typpi on sitoutuneena orgaaniseen ainekseen. Yleisimmin typpioksiduulia muodostuu turvemailla denitrifikaatioprosessissa. Metsäojitusalueilta vapautuvan typpioksiduulin määrät ovat pieniä, mutta koska typpioksiduulin kasvihuonevaikutus on n. 300 kertaa hiilidioksidia voimakkaampi, osalla ojitusalueista myös N<sub>2</sub>O-päästöillä on merkitystä (Ojanen ym. 2010). Ojitetuilta suopelloilta sen sijaan typpioksiduulipäästöt voivat olla hyvin korkeita (Maljanen ym. 2007), johtuen pääosin lannoittamalla aikaan saadusta mineraalitypen suuresta määrästä sekä turpeen tiiviistä rakenteesta.

Ojitus lisää vain hieman huuhtoutuvan hiilen määrää (Sallantaus 1994). Tämä johtuu siitä, että vaikka paljastetusta turvepinnasta (ojista) huuhtoutuminen lisääntyy, soita ympäröivien ojien vuoksi soiden turvekerroksia huuhtelevat pienemmät vesimäärät kuin luonnontilassa. Soilla ja soiden maankäytöllä on myös muita ilmastovaikutuksia, kuten vaikutus albedoon ja vesihöyryn sekä aerosolien muodostumiseen. Näitä vaikutuksia ei kuitenkaan tarkastella tässä raportissa.

Turvetuotantoon otettavien soiden turvekerros poistetaan ja poltetaan tai käytetään kasvu- tai ympäristöturpeena lähes kokonaisuudessaan. Käytännössä koko korjattuun turpeeseen sitoutunut hiilimäärä siis vapautuu ilmakehään pääosin hiilidioksidina loppukäytössä. Korjuun aikana kentiltä, aumoista ja ojista vapautuu lisäksi kaikkia kasvihuonekaasuja merkittäviä määriä, mikä lisää turvetuotannon kasvihuonekaasupäästöjä.

Turvetuotannon jälkikäyttömuotoja on useita. Yleisimmät jälkikäyttötavat ovat metsitys (metsätalous) ja energiakasvien viljely, mutta ennallistaminen suoksi tai kosteikoksi ovat hyviä vaihtoehtoja varsinkin silloin, kun vesi on helppo saada takaisin alueelle pelkästään ojat tukkimalla. Jälkikäyttö muuttaa myös kasvihuonekaasujen taseita, mutta tutkimustietoa asiasta on toistaiseksi hyvin vähän.

## **Tutkimuksen tavoitteet**

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tehdä

1. Kasvihuonekaasutaselaskelmat Pohjois-Pohjanmaan metsäojitettujen ja luonnontilaisten soiden maaperälle ja puustolle.
2. Vertailu eri käyttömuotojen (metsätalous, ennallistaminen, turvetuotanto) KHK/ilmastovaikutuksista, huomioiden erityisesti metsänkasvatuskelvottomat ojitusalueet.
3. Skenaariot hiilivarastojen ja KHK-taseiden kehityksestä 50 vuotta eteenpäin

Suopellot rajattiin tutkimuksen ulkopuolelle.

## **Aineistot ja laskennat**

### **Pinta-ala-aineistot, metsäojitetut ja ojittamattomat**

Laskennat tehtiin seutukunnittain (7 seutukuntaa) mikäli aineistot antoivat myöten. Alueellisina aineistoina käytettiin lähinnä Metlan VMI 10:n aineistoa (tilastot: Antti Ihalainen, Metla, Vantaa). Hakkuu- ja luonnonpoistuman laskentaan käytettiin lisäksi Metlan MetInfo-tilastopalvelua. Joitakin yleisiä tietoja saatiin myös Pohjois-Pohjanmaan Metsäkeskuksesta (Eljas Heikkinen).

VMI-aineistoissa turvemaat on jaettu ojitettuihin ja ojittamattomiin. Alueet sijaitsevat metsätalouden maalla, eli ojitetut ovat tällöin metsäojitettuja soita. Suopellot tai turvetuotantoalueet eivät ole mukana ko. pinta-aloissa. Ojittamattomat ovat joko luonnontilaisia soita tai soita, joilla on tehty ja tehdään hakkuita. Jatkossa käsiteltäessä luonnontilaisia soita viitataan pinta-alan suhteen ojittamattomiin.

VMI-aineistoista haettiin turvemaiden pinta-alajakaumat seuraavasti:

1. ojitetut suot maaluokittain/kuivatusasteittain, turvekangastyypeittäin ja turpeenpaksuusluokittain
2. ojittamattomat suot suotyypeittäin ja turpeenpaksuusluokittain

## Puustot

Puustotiedot haettiin seuraavasti VMI-aineistoista:

1. Puuston keskitilavuus ja keskikasvu puulajeittain (mänty, kuusi, lehtipuut) ojitetuilla soilla turvekangastyypeittäin ja ojittamattomilla soilla suotyypiryhmittäin (korvet, rämeet)
2. Hakkuukertymä ja hukkapuuosuus turvemaiden ja kankailla

Puuston vuotuinen kokonaispoistuma ja hakkuukertymä puulajeittain vuosille 2001–2010 haettiin Metlan Metinfo-tilastopalvelusta 15.9.2011.

Puuston kokonaistilavuus ja -kasvu saatiin kertomalla keskitilavuudet ja -kasvut turvekangastyypien, korvien ja rämeiden pinta-aloilla.

Vuotuinen hakkuupoistuma laskettiin kankailla ja turvemaiden jakamalla vuotuinen hakkuukertymä VMI-aineiston hakkuukertymäosuuksien mukaan ja lisäämällä siihen hukkapuuosuus. Turvemaiden hakkuupoistuma jaettiin edelleen ojitetuille ja ojittamattomille soille niiden puuston kokonaistilavuuksien suhteessa.

Luonnonpoistuma laskettiin kokonaispoistuman ja hakkuupoistuman erotuksena puulajeittain ja kohdistettiin kankailla, ojitetuille soille ja ojittamattomille korville ja rämeille niiden pinta-alojuuksien mukaan.

Puuston runkotilavuus sekä runkotilavuuden kasvu ja poistuma muutettiin puuston biomassaksi kasvihuonekaasuraportissa käytetyillä puulajikohtaisilla kertoimilla. Kertoimet perustuvat puuston biomassamalleihin, joten puustotasolla runkolukujakauma vaikuttaa kertoimien suuruuteen. Tässä tutkimuksessa käytetyt kertoimet Pohjois-Pohjanmaan puustoille olivat seuraavat:

Puulaji	Mg biomassaa/m <sup>3</sup> runkopuuta
Mänty	0,680
Kuusi	0,905
Lehtipuut	0,873

Kerroin biomassasta hiileksi on 0,5 ja hiilestä hiilidioksidiksi  $12,01/44,01 = 3,664$ .

## Maaperän hiilitase ja KHK-päästöt

### Hiilimäärät

Maaperän eli turpeen hiilimäärät ojitetuille ja ojittamattomille soille laskettiin turpeen paksuuden, tiheyden ja hiilipitoisuuden tulona. Paksuusjakaumat saatiin VMI10-aineistoista, tiheydet ja hiilipitoisuudet laskettiin Minkkinen ja Laine (1998a, b) mukaan.

### Päästöt – metsäojitetut suot

Kasvihuonekaasupäästöt arvioitiin seuraavasti: Metaani ja typpioksiduuli arvioitiin Ojanen ym. (2010) mukaan käyttäen päästökertoimia, jotka huomioivat kuivatusasteen (CH<sub>4</sub>) ja suotyypin (N<sub>2</sub>O) vaikutuksen (Taulukko 1). Ojitetuilla soilla ojat päästävät metaania ja tämän emission arvioitiin olevan sama, kuin alkuperäisellä luonnontilaisella suotyypillä (Taulukko 2). Alkuperäinen suotyyppi johdettiin turvekangastyypin ja puustotunnusten perusteella. Ojien pinta-alaksi arvioitiin 2,5 % ojitusalueen pinta-alasta (metrin levyiset ojat 40 m välein).

Hiilidioksiditase arvioitiin Ojasen ym. 2011 (käsikirjoitus) mukaan, siten että turpeen hiilitase riippuu kasvupaikan ravinteisuudesta: rehevät (Rhtkg–Mtkg) ojitetut suot menettävät hiiltä turpeen hajotessa ja karut (Ptkg–Jätkg) suot kerryttävät hiiltä turpeeseen (Taulukko 1). On huomattava, että tämä CO<sub>2</sub>-aineisto on eri aineisto, kuin mitä on käytetty Suomen kasvihuonekaasuraportoinnissa metsäojitetujen turvemaiden taseiden laskentaan (Minkkinen ym. 2007). Uusi aineisto on edellistä alueellisesti huomattavasti kattavampi, minkä vuoksi se tultaneen ottamaan käyttöön myös KHK-raportoinnissa lähitulevaisuudessa.

Hiilitaseeseen laskettiin myös huuhtoutuva hiili. Metsäojitetuilta huuhtoutuu Sallantauksen (1994) mukaan 10,5 g C m<sup>-2</sup> v<sup>-1</sup> ja luonnontilaisilta 9,5 g C m<sup>-2</sup> v<sup>-1</sup>. Metsikkösadannassa maahan tuleva hiili on Pohjois-Pohjanmaalla keskimäärin 2,5–3,5 g C m<sup>-2</sup> v<sup>-1</sup> (Merilä ym. 2007). Tässä tutkimuksessa käytettiin minimiarvoa 2,5 g C m<sup>-2</sup> v<sup>-1</sup>. Nettohuuhtoutuma on siis luonnontilaisilta 7 ja ojitetuilta 8 g C m<sup>-2</sup> v<sup>-1</sup>.

**Taulukko 1.** Metsäojitetujen soiden KHK-taseiden arviointiin käytetyt päästökertoimet ja huuhtoutuva hiili (DOC). Miinusmerkkinen päästö merkitsee sidontaa (nielu). Keskihajonnat ovat tilastollisesta otoksesta muodostetun mallin antaman päästökertoimen epävarmuusestimaatteja päästökertoimen molemmin puolin.

KHK	Luokittelutekijä	Päästö, g KHK m <sup>-2</sup> v <sup>-1</sup>	
CO <sub>2</sub>	<b>Tyyppi</b>	<b>kerroin</b>	<b>keskihajonta</b>
	Rhtkg–Mtkg	192	68
	Ptkg–Jätkg	-69	34
CH <sub>4</sub>	<b>Kuivatusaste</b>	<b>kerroin</b>	<b>keskihajonta</b>
	Ojikat ja muuttumat	1,16	0,48
	Turvekankaat	-0,28	0,04
	Ojat	ks. Taulukko 2	
N <sub>2</sub> O	<b>Tyyppi</b>	<b>kerroin</b>	<b>keskihajonta</b>
	Rhtkg	0,185	0,065
	Mtkg I	0,116	0,035
	Mtkg II	0,167	0,072
	Ptkg I	0,028	0,010
	Ptkg II	0,071	0,016
	Vatkg	0,029	0,007
	Jätkg	0	0,007

## Päästöt – luonnontilaiset suot

Luonnontilaisille soille arvioitiin ensin turpeen hiilen pitkäaikaiskertymä (LORCA) Turusen ym. (2002) mukaan. Turunen ym. (2002) arvioivat hiilen kertymän alueittain ja suotyypeittäin perustuen laajaan turvenäyteaineistoon luonnontilaisilta soilta. Kertymä on laskettu jakamalla turverokoksen hiilimäärä sen iällä. Tällöin kertymä käsittää hiilitaseen kaikki komponentit, eli

$$\text{LORCA} = \text{CO}_2 + \text{CH}_4 + \text{DOC}$$

jossa LORCA on negatiivinen luku (hiilen sidonta) ja DOC:n arvioitiin olevan  $7 \text{ g C m}^{-2} \text{ v}^{-1}$  (ks. edellä).

$\text{CH}_4$ -päästöt arvioitiin sellaisten borealisella kasvillisuusvyöhykkeellä tehtyjen julkaistujen metaanimittaustutkimusten perusteella, joista oli saatavissa suotyyppi(ryhmä) ja vuosittaiset/kasvu-kausittaiset päästöt: Alm et al. 1999b, Aurela et al. 2004, Granberg et al. 2001, Hargreaves et al. 2001, Heikkinen et al. 2002, Huttunen et al. 2003b, Leppälä et al. 2011, Minkkinen ja Laine 2006, Minkkinen et al. 2007a, Nilsson et al. 2001, Nykänen et al. 1998, Rinne et al. 2007, Saari 2007 (gradu), Saarnio et al. 1997 sekä Waddington & Roulet 2000. Aineistot käsiteltiin tilastollisesti ja muodostettiin seuraava metaanipäästöjä kuvaava malli (Taulukko 2):

**Taulukko 2.** Luonnontilaisten soiden  $\text{CH}_4$ -päästökertoimet,  $\text{g CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ v}^{-1}$ . Näitä arvoja käytettiin myös oja-päästöjen laskentaan ojitetuille soille (Taulukko 1).

Suotyyppi	Kerroin	Keskihajonta	n
Saranevat VSN (ja VRiN)	24	2,0	20
Muut avosuot sekä sararämeet ja -korvet	15	1,6	32
Muut harvapuustoiset rämeet	5	1,9	22
Aidot puustoiset korvet ja rämeet (KR, KgR)	2	3,4	7

Hiilidioksidipäästöt (tässä tapauksessa negatiivinen päästö eli sidonta) laskettiin suotyyypeittäin (Taulukko 3) seuraavasti:

$$\text{CO}_2 = (\text{LORCA} - \text{CH}_4 - \text{DOC}) \cdot 3,664$$

**Taulukko 3.** Luonnontilaisten soiden C-taseet ja  $\text{CO}_2$ -päästökertoimet (yksiköt:  $\text{g C}$  tai  $\text{CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ v}^{-1}$ ). Kh = estimaatin keskihajonta.

Tyyppiryhmä	LORCA (C)		$\text{CH}_4$		DOC		$\text{CO}_2$	
	Hiilitase	Kh	Kerroin	Kh	Kerroin	Kh	Kerroin	Kh
Aidot puustoiset korvet	21,8	7,9	1,5	2,55	7	0,7	-111	31
Meso–eutrofiset avosuot ja sekatyypit	15,4	5,9	11,25	1,2	7	0,7	-123	22
Aidot minerotrofiset rämeet (ja PsK)	21,4	7,1	1,5	2,55	7	0,7	-110	28
Saranevat (VSR, VRiN)	15,1	4,1	18	1,5	7	0,7	-147	16
Sararämeet (VSR, TSR)	16,4	4,0	11,25	1,2	7	0,7	-127	16
Ombro–oligotrofiset nevat	16	4,3	11,25	1,2	7	0,2	-125	16
Ombrotrofiset puustoiset rämeet (IR, TR)	20,3	4,9	3,75	1,425	7	0,7	-114	19
Ombrotrofiset vähäpuustoiset rämeet (RaR, KeR, LkR)	15,7	3,8	3,75	1,425	7	0,2	-97	15

$\text{N}_2\text{O}$ -päästöjä arvioitiin luonnontilaisilta soilta syntyvän vain rehevimmistä korvista, LhK ja RhK. Päästökertoimen on  $0,1 \text{ g N}_2\text{O m}^{-2} \text{ v}^{-1}$ .



## Turvetuotanto

Turvetuotannon pinta-alat saatiin Pohjois-Pohjanmaan kasvihuonekaasutase 2007 -raportista sekä turpeen käytön tilastoista Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksesta (Kirsi Kalliokoski, 13.10.2011). Tuotantoalueiden päästökertoimet saatiin Tilastokeskuksen kasvihuonekaasuinventaarioraportista (Statistics Finland 2011). Kokonaispäästöt ovat keskiboreaalaisella vyöhykkeellä  $1425 \text{ g CO}_2 \text{ ekv m}^{-2} \text{ v}^{-1}$

Turvetuotantopinta-alan vaikutusta päästöihin varioitiin muuttamalla pinta-alaa  $\pm 50 \%$ .

### Turvetuotannon jälkikäyttöskenaariot

Jälkikäytössä KHK-päästöt muuttuvat olennaisesti sen mukaan, millainen jälkikäyttö alueelle toteutetaan. Mittaustietoa jälkikäyttötilanteiden päästöistä on erittäin vähän ja vaihtelu näissä päästöissä on suuri. Metsityksessä kasvavaan puustobiomassaan sitoutuu hiilidioksidia. Tuotannon jäljiltä jäänyt ohut turvekerros maatuu hitaasti, mutta samalla kasvavat metsät tuottavat kariketta turpeen päälle. Suonpohjien metsityskokeissa havaittiin että maan orgaanisen kerroksen (turve ja karikekerros) paksuus oli kasvanut lähes 10 cm 18 vuotta metsityksen jälkeen (Aro & Kauristo 2003).

Tässä laskelmassa oletetaan, että suonpohjien metsitysaloilta kariketuotanto kompensoi vanhan turpeen hajotuksen ja maan hiilidioksiditase on siten nolla. Myös  $\text{CH}_4$ - ja  $\text{N}_2\text{O}$ -päästöt oletetaan nollassa ja puuston  $\text{CO}_2$ -sidontanopeus on  $448 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ v}^{-1}$  (vastaa männikön n.  $4 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ v}^{-1}$  keskimääräistä nettokasvua kiertoajalla, kunnes puusto saavuttaa kiertoajan keskimääräisen hiilivaraston  $20 \text{ kg CO}_2 \text{ m}^{-2}$  (Kirkinen ym. 2008). Tämän jälkeen puuston tase on nolla.

Ennallistettaessa suonpohjaa suoksi on tavoitteena toiminnallinen suoekosysteemi. Käytännössä tähän voidaan päästä joissakin oloissa nopeasti, joissain ei ehkä koskaan. Tässä laskelmassa oletettiin että ennallistamisella saavutetaan luonnontilaisen avosuon tilanne, jossa metaanipäästö on  $15 \text{ g CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ v}^{-1}$  ja hiilidioksidin sidonta  $-120 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ v}^{-1}$ . Laskelmassa oletettiin että taseet muuttuvat heti ennallistamishetkellä.

Päästöjen muuttumista eri jälkikäyttömuodoissa (metsitys, ennallistaminen) arvioitiin 1 000 vuoden ajanjaksolle. Koska jälkikäyttöön siirtyvää pinta-alaennustetta ei ollut käytettävissä, oletettiin että käytössä olevasta alueesta siirtyy jälkikäyttöön vakiomäärä joka vuosi (käyttöpinta-ala / käyttöaika = 1 000 ha vuodessa), kunnes koko tämänhetkinen turvetuotannon ala on siirtynyt jälkikäyttöön 22 vuodessa. Päästömäärien kehityksen lisäksi arvioitiin päästöjen aiheuttaman säteilypakotteen kehittyminen (Frolking ym. 2006, IPCC 2007).

Turvetuotannon jälkikäytöstä on tehty tarkempi selvitys tämän saman hankkeen osahankkeena (Sanna Kittamaa, Metla).

## Suopuustojen kehitysskenaariot (Olli Salminen ja Risto Sievänen, 2011)

Suopuustojen hiilivarastojen muutosta 50 vuotta tulevaisuuteen ennustettiin MELA-mallin avulla. Mallitukset tekivät Olli Salminen ja Risto Sievänen, Metla, Vantaa. MELA on simulointimalli, jolla voidaan simuloida metsien kasvua ja käyttöä (hakkuita, hoitotoimenpiteitä) optimointialgoritmien avulla. Simulointeja voidaan tehdä valitulle maantieteelliselle alueelle käyttämällä lähtöaineistoina ko. alueen VMI-aineistoa.

Puustojen kehitystä simuloitiin neljän eri skenaarion mukaisesti (Sievänen 2011). Nämä skenaariot perustuvat vaihtoehtoisille metsäteollisuuden puun kysynnän ja energiakäytön kehityksille, joiden yli tarkastellaan ilmastomuutoksen vaikutuksia.

Ainespuun käytössä oli kaksi vaihtoehtoa:

- Puunkäyttö on TEM (2010) perusskenaarion mukainen (runsaampi käyttö).
- Suomen metsäteollisuuden puunkäyttö on Hetemäki ja Hänninen (2009) tasolla (vähäisempi käyttö).

Sekä TEM:n perusskenaario että Hetemäki & Hännisen skenaario ulottuvat vain vuoteen 2020. Vuoden 2020 jälkeen ainespuun käytön oletetaan säilyvän tarkastelujakson loppuun vuoden 2020 tasolla.

Ainespuun lisäksi skenaarioissa oli mukana energiapuun käyttö seuraavasti:

- Risupaketti+: Energiapolitiikka on johtanut metsäenergian voimakkaaseen käyttöön. Suomesa toimii kolme isoa biodiesel-laitosta v. 2020.
- Risupaketti-: Metsäenergiaa käytetään vähemmän kuin on arvioitu tapahtuvan. Suomessa on yksi biodiesel-laitos v. 2020.

Tulevasta ilmastosta tarkasteltiin kahta vaihtoehtoa.

- Nykyilmasto-vaihtoehdossa oletetaan ilmasto-olosuhteiden pysyvän nykyisenä
- Ilmastomuutos-vaihtoehdossa lämpötilan ja ilman hiilidioksidipitoisuuden oletetaan muuttuvan IPCC:n skenaarion A1B (Jylhä ym. 2009) mukaisesti. A1B skenaariossa oletetaan melko suuret kasvihuonekaasujen päästöt ja siinä lämpeneminen Suomessa on 4,4 °C jaksolta 1971–2000 jaksoon 2070–2099 eli noin 0,4 °C vuosikymmenessä.

Näistä eri vaihtoehdoista valittiin neljä ääripään skenaariota puuston käytön ja kasvun suhteen

1. TEM Risu+ nykyilmasto
2. TEM Risu+ ilmastomuutos
3. HH Risu- nykyilmasto
4. HH Risu- ilmastomuutos

Puuston kehitys simuloitiin MELAlla ja puustojen runkotilavuus ja -kasvu muutettiin biomassaksi kertoimilla mä: 0,68 Mg/m<sup>3</sup>, kuusi 0,905 Mg/m<sup>3</sup> ja lehtipuut 0,873 Mg/m<sup>3</sup>. Biomassa muutettiin hiileksi kertoimella 0,5.

## Tulokset

### Turvemaiden pinta-alat ja hiilimäärät Pohjois-Pohjanmaalla

Pohjois-Pohjanmaan turvemaiden pinta-ala on viimeisimmän VMI10 tietojen mukaan 16 192 km<sup>2</sup>. Turpeen keskipaksuus on 0,91 m, keskitiheys 114 kg m<sup>-3</sup> ja soissa on 925 Tg (Tg = 10<sup>12</sup> g = miljoona tonnia) hiiltä. Metsäoijitetut kattavat 62 % pinta-alasta ja hiilimäärästä lähes saman verran (60 %). Ns. geologisia soita (GTK:n tutkimat yli 20 ha, yli 30 cm paksut) on noin kolmannes vähemmän kuin kaikkia soita yhteensä (Taulukko 4).

**Taulukko 4.** Pohjois-Pohjanmaan turvemaiden tunnuksia.

Turvemaatyyppi	Pinta-ala, km <sup>2</sup> (1)	Keskipaksuus, m (1)	Keskitiheys, kg m <sup>-3</sup> (2)	Hiilimäärä, Tg (2)
Metsäoijitetut	9 984	0,75	135	557
Ojittamattomat	6 208	1,21	89	368
Yhteensä	16 192	0,91	114	925
Geologiset suot	10 692	1,11	92	549
Turvetuotannossa	170			

1) VMI10-data

2) Minkkinen ja Laine 1998a,b

3) Virtanen ym. 2003

### Metsäoijitetut ja luonnontilaiset

Metsäoijitettuja soita Pohjois-Pohjanmaalla on 9 984 km<sup>2</sup>, ja suurin osa niistä on muuttuma-asteella (Taulukko 5). Ojikoita on selvästi vähiten. Runsasravinteisia, reheviä ojitusalueita, ruohoja mustikkaturvekankaita, on noin kolmasosa ojitusalueista. Karumpia puolukka- ja varputurvekankaita on lähes kaksi kolmasosaa, ja jäkäläturvekankaita vain n. 2,5 %. Luonnontilaisista soista on eniten jäljellä avosoita (Taulukko 6). Yksittäisistä suotyypeistä on eniten jäljellä lyhytkorsinevoja (742 km<sup>2</sup>), varsinaisia saranevoja (542 km<sup>2</sup>) sekä tupasvillarämeitä (468 km<sup>2</sup>). Pienialaisimmat suotyypit ovat koivuletot (4 km<sup>2</sup>), lehtokorvet (21 km<sup>2</sup>) ja varsinaiset sarakorvet (26 km<sup>2</sup>).

Soiden määrä ja osuus seutukuntien maa-alasta vaihtelee. Eniten turvemaita on Oulunkaaren seutukunnassa, sekä absoluuttisesti (5 562 km<sup>2</sup>) että suhteellisesti (58 % maapinta-alasta). Suurin ojitusprosentti on Nivala-Haapajärven alueella, jossa soista on metsäoijitettu 85 %, kun taas Koillismaalla vain 36 % soista on ojitettu. Tarkemmat seutukunnittaiset pinta-alat on esitetty liitetaulukkoissa 1–4.

**Taulukko 5.** Ojittettujen soiden kuivatusaste- ja turvekangastyypijakaumat (pinta-alat, km<sup>2</sup>; VMI10).

Kuivatusaste	Rhtkg	Mtkg(I)	Mtkg(II)	Ptkg(I)	Ptkg(II)	Vatkg	Jätkg	Yhteensä
Ojikut	29	13	63	68	109	372	188	843
Muuttumat	269	284	713	1 709	1 108	1 616	63	5 761
Turvekankaat	731	640	685	902	247	175	0	3 380
Yhteensä	1 029	937	1 461	2 678	1 464	2 164	251	9 984

**Taulukko 6.** Luonnontilaisten soiden jakautuminen aitoihin puustoisiin korpiin ja rämeisiin, sekatyyppeihin ja avosoihin (VMI10).

Suotyyppi	Pinta-ala, km
Aidot puustoiset korvet	558
Aidot puustoiset rämeet	1 318
Sekatyyppin korvet	165
Sekatyyppin rämeet	1 746
Avosuot	2 421
Yhteensä	6 208

### Metsänkasvatuskelvottomat ojitetut suot

Osa metsäojitetuista soista ei täytä metsänkasvatuskelpoisuuden kriteerejä. Pääasiassa kyse on liian karujen ja ravinne-epätasapainoisten soiden ojituksesta. Penttilä ym. (2011) arvioivat Suomen metsäojitusalueiden metsänkasvatuskelvottomuutta Suomen suostrategiatyötä varten. Kriteereinä olivat lämpösumma, maaluokka, turvekangastyyppi sekä puuston määrä. Koko Suomessa metsänkasvatuskelvottomia soita oli arvion mukaan 8 300 km<sup>2</sup>, eli n. 20 % kaikista ojitusalueista.

Pohjois-Pohjanmaalla metsänkasvatuskelvottomia ovat kaikki kitu- ja joutomaat, kaikki jäkäläturvekankaat, ja varputurvekankaat jos lämpösumma alittaa 1000 dd. Lisäksi, "jos puuston kehitysluokka oli varttunut kasvatusmetsä tai uudistuskypsä metsä, katsottiin metsänkasvatuskelvottomiksi myös sellaiset ojitetut metsämaan suot, joilla puuston runkotilavuus oli vähemmän kuin 45 m<sup>3</sup>/ha."

Yhteensä kriteerit täyttäviä ojitetuja soita Pohjois-Pohjanmaalla oli 1 849 km<sup>2</sup>, eli 18,5 % ojitusalueista. Näistä suurin osa oli karuja soita mutta joukossa on jonkin verran erityisesti II-tyyppin puolukka- ja mustikkaturvekankaita ja jopa ruohoturvekankaita. (Taulukko 7)

**Taulukko 7.** Metsänkasvatuskelvottomien metsäojitetujen soiden pinta-alat turvekangastyypeittäin ja maaluokittain Pohjois-Pohjanmaalla.

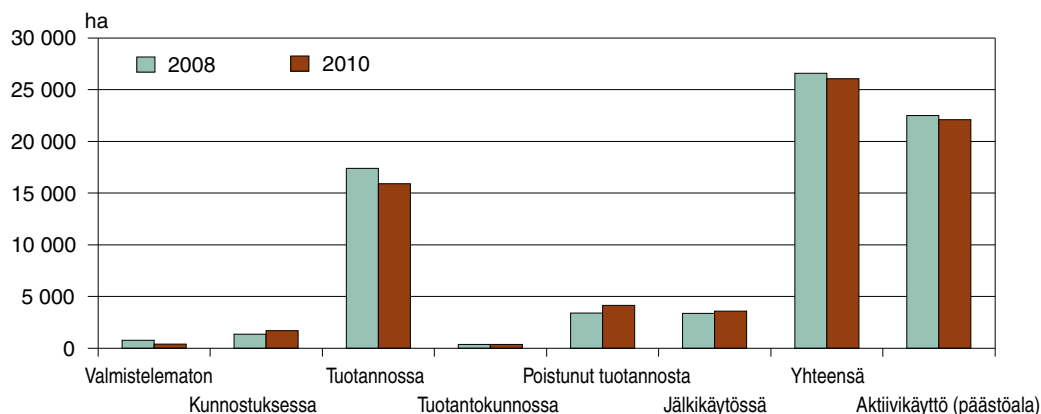
Maaluokka	Rhtkg	Mtkg(I)	Mtkg(II)	Ptkg(I)	Ptkg(II)	Vatkg	Jätkg	Yhteensä
Kitu- ja joutomaat	16	0	119	98	256	819	246	1 554
Metsämaat	0	0	0	0	0	290	5	295
Yhteensä	16	0	119	98	256	1 109	251	1 849

### Turvetuotanto

Turvetuotannon tuotantolupa-ala on tällä hetkellä 26 076 hehtaaria (Kirsi Kalliokoski, PP:n ELY-keskus, 13.10.2011). Vuonna 2008 lupa-alueita oli 26 600 ha, josta 3400 hehtaaria oli poistunut käytöstä, ja jälkikäytössä oli lähes saman verran (Pohjois-Pohjanmaan kasvihuonekaasutase 2007). Vuonna 2010 tuotantoalueita oli 15 890 ha eli n. 1 500 ha vähemmän kuin 2 v. aiemmin, mutta jälkikäyttö oli kasvanut vain 250 ha, eli tuotannosta poistuneita ei ole siirtynyt jälkikäyttöön samaa tahtia (Taulukko 8, Kuva 1).

**Taulukko 8.** Turvetuotantoalat (ha) Pohjois-Pohjanmaalla vuosina 2008 ja 2010.

Vuosi	Valmistele- maton	Kunnos- tuksessa	Tuotan- nossa	Tuotanto- kunnossa	Poistunut tuotannosta	Jälki- käytössä	Yhteensä	Aktiivikäyttö (päästöala)
2010	389	1 704	15 890	349	4 149	3 596	26 076	22 091
2008	755	1 349	17 394	352	3 394	3 355	26 599	22 489



**Kuva 1.** Turvetuotantoalat (ha) Pohjois-Pohjanmaalla vuosina 2008 ja 2010.

## Turvemaiden hiilitaseet ja KHK-taseet

### Maaperän eli turpeen päästöt

Pohjois-Pohjanmaan luonnontilaiset suot sitovat turpeeseen hiilidioksidia 747 Gg (tuhatta tonnia) vuodessa, kun taas metsäojitetut päästävät turpeen hajotuksessa nettona 206 Gg. Kokonaisuutena suot ovat siis tämän arvion mukaan hiilidioksidin netto-ieluja. Luonnontilaiset suot päästävät metaania 65,6 Gg ja typpioksiduulia 0,02 Gg kun taas ojitetut suot päästävät metaania 8,5 Gg ja typpioksiduulia 0,78 Gg. (Taulukko 9).

Soiden välinen vaihtelu ja siihen liittyvä tilastollinen epävarmuus on suurin ojitettujen soiden hiilidioksidin päästöissä, ja päästöestimaattiin tulee suhtautua varauksin. Muilta osin päästöarvioiden vaihtelu on vähäisempää ja epävarmuus on kohtuullisella tasolla. Täytyy kuitenkin huomata, että kaikkien kaasujen osalta epävarmuudet perustuvat vain mallien laadinnassa olleiden aineistojen epävarmuuksiin, eikä aineistojen edustavuutta nimenomaan Pohjois-Pohjanmaan oloihin ole testattu. Harhan mahdollisuus on siis olemassa kaikissa päästöarvioissa.

**Taulukko 9.** Arvioidut metsäojitettujen ja luonnontilaisten soiden KHK-päästöt ja päästöjen epävarmuusestimaatit (keskivirhe). Yksiköt: Gg kaasua vuodessa. Kh = päästöestimaatin keskihajonta.

Turvemaan tyyppi	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
	Päästö	Kh	Päästö	Kh	Päästö	Kh
Metsäojitetut	206	323	8,5	3,2	0,78	0,13
Luonnontilaiset	-747	53	65,6	11,2	0,02	0,02
Yhteensä	-541	327	74,1	11,6	0,8	0,13

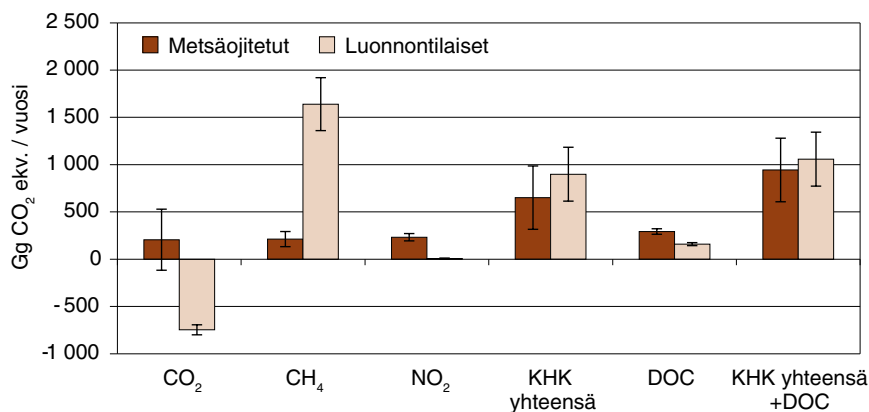
Päästöt voidaan ilmaista yhteismitallisina muuttamalla ne hiilidioksidiekvivalenteiksi. 100 vuoden aikaskaalalla kertoimet ovat metaanille 25 ja typpioksiduulille 298 (IPCC 2007). Näin vertailtuna ojitettujen soiden päästöt ovat samaa luokkaa kaikilla kolmella kaasulla (206–232 Gg v<sup>-1</sup>), ollen yhteensä 651 Gg CO<sub>2</sub> ekv. vuodessa (Taulukko 10). Suurehkoa metaanipäästöä selittää ojikoiden ja muuttumien suuri osuus kaikista ojitusalueista: metaanipäästöt loppuvat yleensä kokonaan vasta turvekangasasteella (Taulukko 1; Ojanen ym. 2010). Typpioksiduulia emittoituu erityisesti reheviltä ojitusalueilta, joita on n. kolmasosa kaikista ojitusalueista. Huuhtoutuvan hiilen mukana suolta poistuva hiilimäärä on melko suuri (lähes 300 Gg CO<sub>2</sub> ekv.) ja se on siis suurempi kuin mikään kaasutaseen komponentti. Sen laskeminen kaasupäästökseksi nostaa päästöjä yli kolmanneksella.

Verrattuna aiempaan laskelmaan (1128 Gg v<sup>-1</sup>, Pohjois-Pohjanmaan kasvihuonekaasutase 2007) metsäojitettujen soiden päästöt ovat huomattavasti pienemmät, vaikka aiemmassa laskelmassa ei ollut mukana metaania tai typpioksiduulia. Tämä johtuu siitä, että uuden tutkimuksen mukaan karut ojitetut suot ovat hiilidioksidin nieluja eivätkä lähteitä (Taulukko 1).

Luonnontilaisten soiden päästöjä hallitsevat metaanipäästöt, jotka ovat hiilidioksidiekvivalenteina yli kaksi kertaa niin suuret kuin soiden hiilidioksidin sidonta. Typpioksiduulipäästöt ovat hyvin vähäiset. Myös luonnontilaisten soiden osalta huuhtoutuvan hiilen määrä on melko suuri, mutta suhteellisesti pienempi kuin ojitetuilla soilla (Taulukko 10, Kuva 2).

**Taulukko 10.** Metsäojitettujen ja luonnontilaisten soiden KHK-päästöarviot CO<sub>2</sub>-ekvivalenteina (GWP 100 vuotta). Yksiköt: Gg CO<sub>2</sub>-ekvivalenttia (GWP 100v.) vuodessa. Kh = päästöestimaatin keskihajonta.

Kaasutaseet ja DOC	Metsäojitettut		Luonnontilaiset	
	Päästö	Kh	Päästö	Kh
CO <sub>2</sub>	206	323	-747	53
CH <sub>4</sub>	213	80	1 640	280
N <sub>2</sub> O	232	39	6	6
KHK yhteensä	651	335	899	285
DOC	293	29	159	16
KHK yhteensä+DOC	944	336	1 058	285



**Kuva 2.** Pohjois-Pohjanmaan metsäojitettujen ja luonnontilaisten soiden maaperän KHK-päästöt CO<sub>2</sub> ekvivalenteina (GWP 100 vuotta). Lukuarvot, ks. taulukko 10.

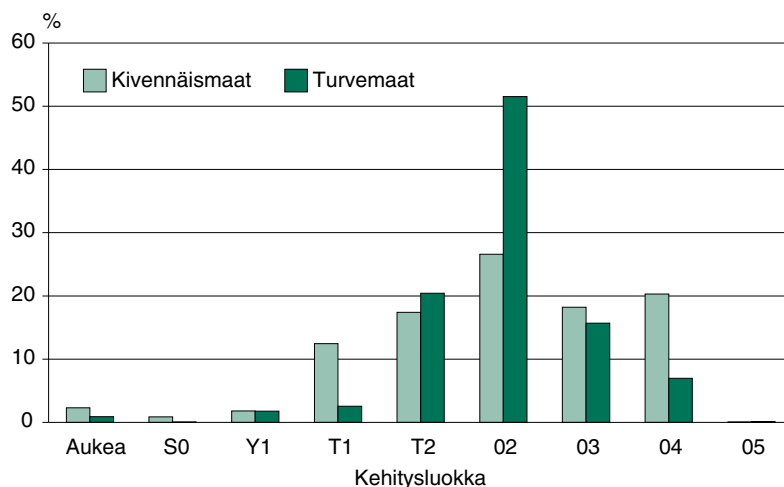
Hiilidioksidiekvivalentteja voidaan laskea myös eri ajanjaksoille, kuin sadalle vuodelle. Jos käytetään lyhyempää aikajaksoa (20 vuotta) korostuu metaanipäästöjen vaikutus, koska kerroin kasvaa 25:sta 72:een. Pidempi aikajakso (esim. 500 vuotta) taas nostaa hiilidioksidin vaikutusta suhteessa muihin kaasuihin, koska hiilidioksidi ei hajoa ilmakehässä CH<sub>4</sub>:n ja N<sub>2</sub>O:n tavoin. Muut analyysit on esitetty Liitteessä 2.

## Puustot

Pohjois-Pohjanmaan suopuustot ovat kehitysluokkajakaumaltaan nuoria. Nuoria kasvatusmetsiä (O2) on yli 50 % puustoista ja varttuneita taimikoitakin on yli 20 %. Kehitysluokkajakauma on siis huomattavasti huipukkaampi kuin kivennäismaiden metsissä (Kuva 3).

Metsäojittettujen soiden puustojen keskitilavuus on 74 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ja keskikasvu n. 4 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> v<sup>-1</sup>. Kokonaiskasvu on 3,9 miljoonaa m<sup>3</sup> vuodessa ja nettokasvu, eli varaston muutos (kasvu – poistuma) 2,2 miljoonaa m<sup>3</sup> vuodessa (Kuva 4). Puuston hiilivarasto koko Pohjois-Pohjanmaalla on 28 Tg ja puustojen hiilivaraston nettokasvu (hiilinielu) on 0,8 Tg C, eli n. 3 Tg CO<sub>2</sub> vuodessa (Taulukko 11).

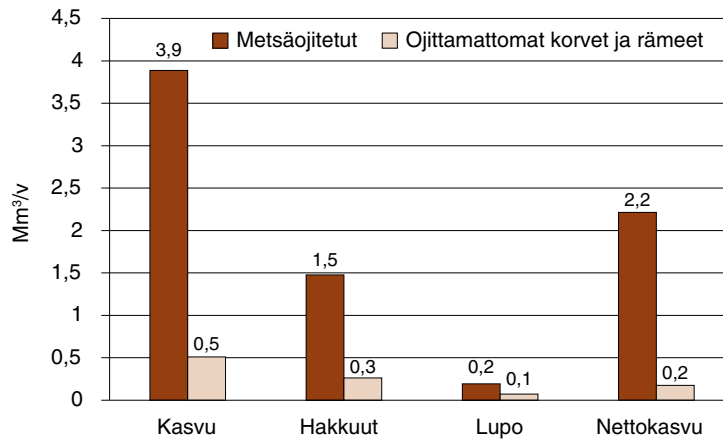
Myös ojittamattomien korprien ja rämeiden puustot kasvavat ja sitovat hiiltä, vaikka nettokasvu jääkin suuren luonnonpoistuman vuoksi melko pieneksi (Kuva 4). Hiilidioksidinielu on n. 0,07 Tg C eli 0,26 Tg CO<sub>2</sub> vuodessa. Yhteensä suopuustot muodostavat 3,2 Tg:n eli 3200 Gg:n vuotuisen hiilidioksidinielun.



**Kuva 3.** Kivennäis- ja turvemaiden puustojen kehitysluokkajakaumat Pohjois-Pohjanmaalla (lähde: Eljas Heikkinen, PP:n metsäkeskus).

**Taulukko 11.** Pohjois-Pohjanmaan suopuustojen tunnuksia.

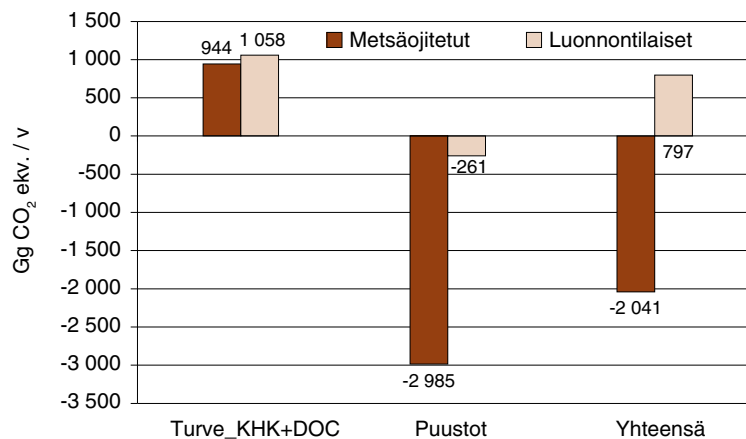
	Pinta-ala	Keskitylavuus	Keskikasvu	Tilavuus	Kasvu	Hakkuut	Lupo	Nettokasvu	C-varasto	C-varaston muutos
	ha	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> v <sup>-1</sup>	Mm <sup>3</sup>	Mm <sup>3</sup> v <sup>-1</sup>	Mm <sup>3</sup> v <sup>-1</sup>	Mm <sup>3</sup> v <sup>-1</sup>	Mm <sup>3</sup> v <sup>-1</sup>	Tg C	Tg C v <sup>-1</sup>
Metsäojitetut	9 983	74	3,9	74,1	3,9	1,5	0,2	2,2	28,1	0,81
Ojittamattomat	3 788	38	1,3	14,4	0,5	0,3	0,1	0,2	5,4	0,07
<b>Yhteensä</b>	<b>13 771</b>	<b>67</b>	<b>3,4</b>	<b>88,5</b>	<b>4,4</b>	<b>1,7</b>	<b>0,3</b>	<b>2,4</b>	<b>33,5</b>	<b>0,89</b>



Kuva 4. Puustojen kasvu ja poistuma ojitetuilla ja ojittamattomilla soilla.

### Turve ja puustot yhteensä

Kun yhdistetään maan ja puustojen päästöt ja nielut, havaitaan, että metsäojitetut suot ovat n. 2000 Gg CO<sub>2</sub> ekv. netto-nielu ja luonnontilaiset 800 Gg CO<sub>2</sub> ekv. päästölähde (Kuva 5)



Kuva 5. Pohjois-Pohjanmaan metsäojitetujen ja luonnontilaisten soiden maaperän ja puuston päästöt ja nielut.

### Metsänkasvatuskelvottomat ojitetut suot

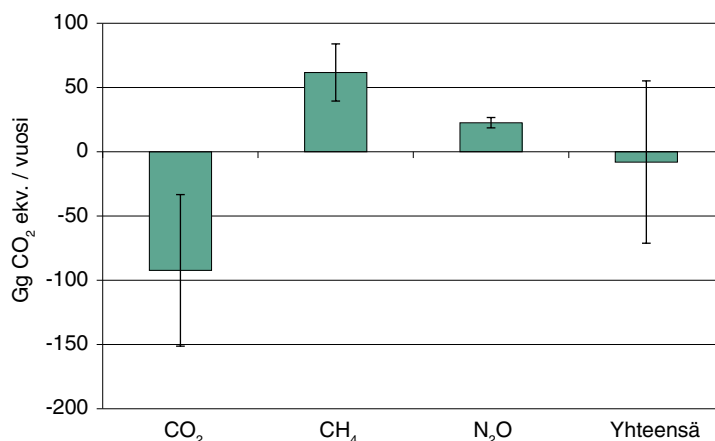
Oman mielenkiintoisen luokkansa muodostavat metsänkasvatuskelvottomat metsäojitetut suot, koska ne vapautuvat metsätaloudesta muuhun käyttöön, esim. virkistyskäyttöön ennallistamisen kautta tai turvetuotantoon.

Metsänkasvatuskelvottomat ojitetut suot ovat pääosin karuja ja karuhkoja soita. Suuri osa näistä soista on niin huonosti kuivatettuja, että ne muistuttavat hiilitaseeltaan luonnontilaisia soita ja ovat siis hiilen sitojia. Metaanipäästöt ovat kuitenkin pienempiä kuin luonnontilassa. Taulukossa 12 ja kuvassa 6 on esitetty päästöt kaasuna ja hiilidioksidiekvivalentteina. Kuvasta nähdään, että ojitetujen soiden turpeen KHK-tase hiilidioksidiekvivalentteina ilmaistuna on hieman negatiivinen, eli ne toimivat KHK-nieluna, joskin estimaatin epävarmuus on suuri. Muihin ojitusalueisiin sekä luonnontilaisiin soihin verrattuna ne ovat siis ilmastovaikutuksiltaan edullisempia. Tällöin niiden otto turvetuotantoon on epäedullisempää kuin ravinteikkaiden, runsaspäästöisten soiden.



**Taulukko 12.** Metsänkasvatuskelvottomien ojitettujen soiden KHK-päästöt kaasuina ja hiilidioksiekvivalenteina (GWP 100 v).

Kaasu	Gg KHK v <sup>-1</sup>		Gg CO <sub>2</sub> ekv v <sup>-1</sup>	
	päästö	keskivirhe	päästö	keskivirhe
CO <sub>2</sub>	-92	59	-92	59
CH <sub>4</sub>	2,5	0,9	62	22
N <sub>2</sub> O	0,08	0,014	23	4
Yhteensä			-8	63



**Kuva 6.** Metsänkasvatuskelvottomien ojitettujen soiden KHK-päästöt Pohjois-Pohjanmaalla (Gg CO<sub>2</sub> ekv. v<sup>-1</sup>).

Myös ennallistaminen voi muuttaa tilannetta epäedullisempaan suuntaan, jos metaanipäästöt pohjavedenpinnan nousun myötä kasvavat. Metaanipäästöjen oletetaan palautuvan luonnontilaiselle tasolle siinä vaiheessa, kun alkuperäinen (luonnontilainen) kasvillisuus ja sen toiminnot ovat luonnontilassa. Tutkimustietoa siitä, kuinka kauan tähän menee, on kuitenkin olemassa hyvin vähän.

### Turvetuotantoalueet

Turvetuotannon pinta-alat eivät ole juurikaan muuttuneet vuodesta 2008, jolloin turvetuotannon päästöt on aiemmin arvioitu (Pohjois-Pohjanmaan kasvihuonekaasutase 2007). Ko. päästölaskelma perustui Tilastokeskuksen (2009) ilmoittamiin päästökertoimiin turvetuotantoalueen tuotantokentiltä, aumoista ja ojista. Alana on käytetty valmisteilla, tuotannossa ja tuotantokunnossa olevaa alaa sekä tuotannosta poistunutta pinta-alaa, joka v. 2008 oli yhteensä 22 488 ha ja v. 2010 22 091 ha. Kokonaispäästöt olivat v. 2008 374 000 tonnia eli 374 Gg CO<sub>2</sub> ekv. Tilastokeskuksen (2009) raportissa oli kuitenkin virhe metaanipäästöjen kohdalla, korjatut päästökertoimet (Statistics Finland 2011) on esitetty liitetaulukossa 15. Korjattu päästö Pohjois-Pohjanmaan turvetuotantoalueille on hieman aiempaa pienempi, 345 Gg CO<sub>2</sub> ekv.

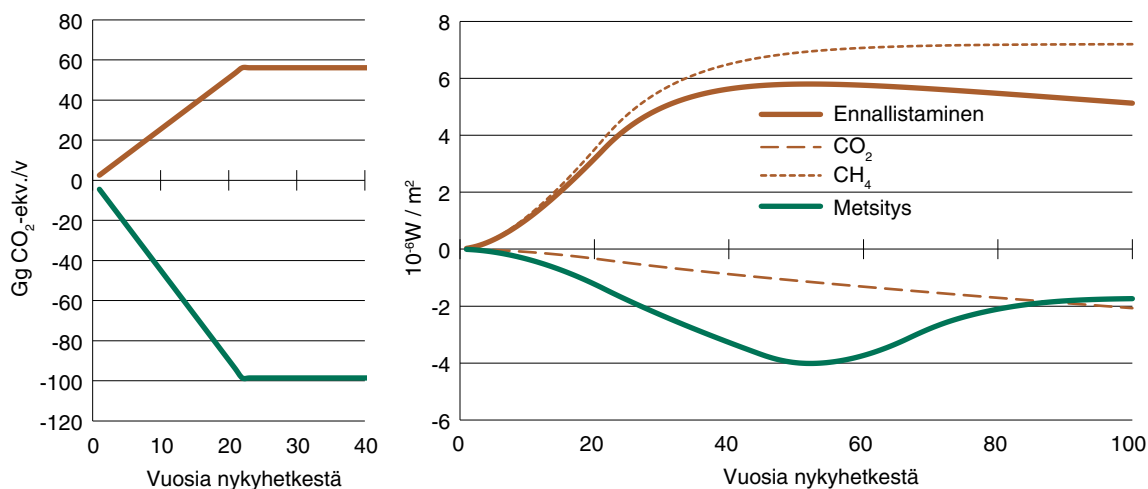
Päästöt ovat suorassa suhteessa tuotantoalaan, jos tuotantotekniikka pysyy samana (jyrsinmenetelmä). Jos tuotantoala pienenee puoleen, päästöt laskevat puoleen eli 162 Gg:aan vuodessa. Tuotantoalan kasvattaminen 50 prosentilla lisää päästöjä vastaavasti 485 Gg:aan vuodessa.

## Turvetuotantoalueiden jälkikäyttöskenaariot

Tuotannossa on tällä hetkellä n. 22 000 ha. Jos yhden suon korjuu kestää 22 vuotta, suonpohjia vapautuu jälkikäyttöön keskimäärin 1 000 ha vuodessa 22 vuoden ajan. Kuvassa 7 on esitetty kasvihuonekaasupäästöjen ja säteilypakotteen kehitys kahdessa skenaariossa 1) kaikki suonpohjat metsitetään ja 2) kaikki suonpohjat ennallistetaan. Päästöt kehittyvät lineaarisesti metsitettävän/ennallistettavan pinta-alan kasvaessa 22 vuoden ajan.

Päästöjen aiheuttaman säteilypakotteen kehitys on monimutkaisempi: metsityksen ilmasto viilentävä vaikutus saavuttaa 50 vuoden kuluttua nykyhetkestä huippunsa  $-4,0 \mu\text{W m}^{-2}$  ja tasaantuu 100 vuodessa kiertoajan keskimääräistä puuston hiilivarastoa vastaavalle tasolle  $-1,7 \mu\text{W m}^{-2}$ . Ennallistamisen ilmasto lämmittävä vaikutus kohoaa 50 vuodessa huippunsa  $5,8 \mu\text{W m}^{-2}$ . Tämän jälkeen  $\text{CH}_4$ -päästön vaikutus tasaantuu metaanin lyhyen eliniän takia. Jatkuvan  $\text{CO}_2$ -nielun vuoksi ennallistamisen säteilypakote saavuttaa nollatason 500 vuodessa ja alittaa metsityksen ta-son  $-1,7 \mu\text{W m}^{-2}$  650 vuoden päästä.

Ennuste ei ole täysin realistinen, koska turvetuotantoalueita ei tilastojen mukaan siirry jälkikäyttöön oletettua määrää. Tämä ei kuitenkaan vaikuta siihen johtopäätökseen, että ennallistamisen vaikutus on lyhyellä aikavälillä ilmasto lämmittävä. Ennallistamisella päästään metsittämistä suurempaan ilmasto viilentävään vaikutukseen vasta satojen vuosien kuluttua.

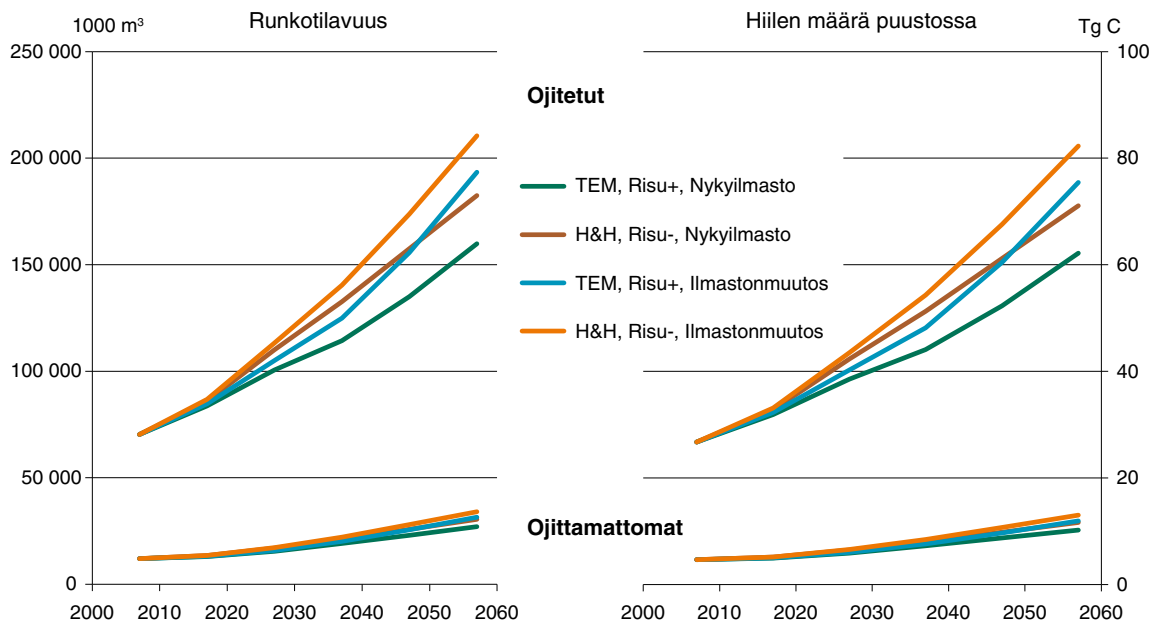


**Kuva 7.** Skenaario a) kasvihuonekaasupäästöjen ( $\text{Gg CO}_2 \text{ ekv. v}^{-1}$ ) ja b) päästöjen aiheuttaman säteilypakotteen ( $\mu\text{W m}^{-2}$ ) kehityksestä Pohjois-Pohjanmaan turvetuotantoalueiden jälkikäytöissä sadan vuoden aikana, olettaen että jälkikäyttöön siirtyy 1 000 ha vuodessa 22 vuoden ajan ja kaikki suonpohjat joko ennallistetaan suoksi tai metsitetään.

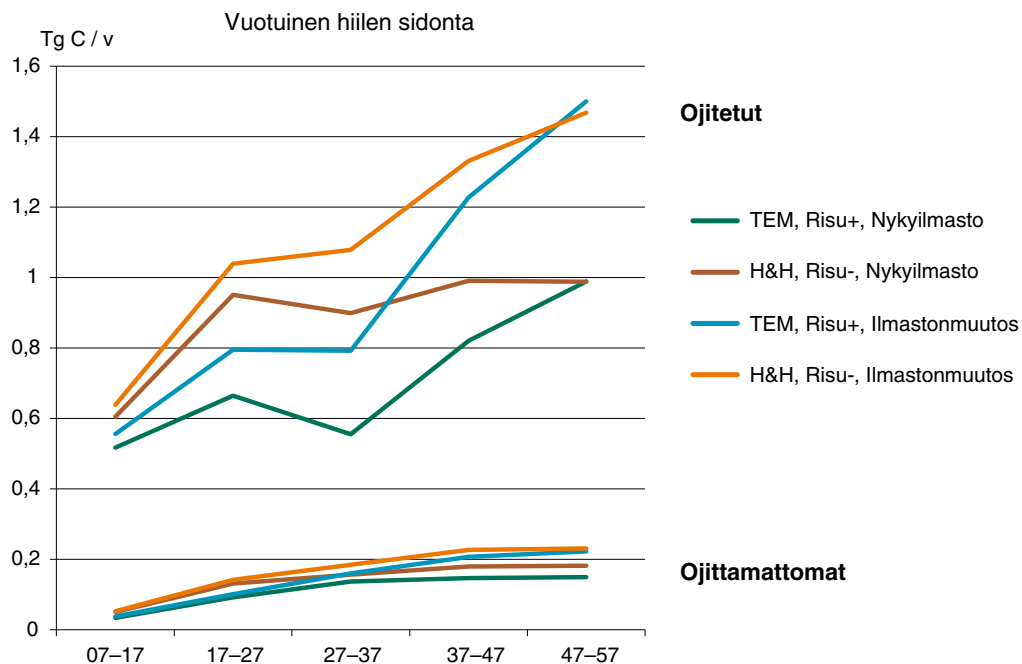
## Suopuustojen kehitysskenaariot

Suomen metsäteollisuuden kehitysnäkymiä koskevien ennusteiden (Hetemäki ja Hänninen 2009, TEM 2010) mukaan puuston kysyntä vähenee merkittävästi samaan aikaan kun puuston kasvu kiihtyy. Tämä lisää puustojen kokoa ja puustoihin sitoutunutta hiiltä hyvin merkittävästi seuraavien vuosikymmenten aikana. Pohjois-Pohjanmaan puustot ovat enimmäkseen varttuneita taimikoita ja nuoria kasvatusmetsiä (Kuva 3), minkä vuoksi niiden kasvu jatkuu nopeana tulevana vuosikymmeninä. Pohjois-Pohjanmaalle lasketussa ennusteessa metsäojitettujen soiden puusto-

jen runkotilavuus nousee nykytasosta 74 miljoonaa m<sup>3</sup> jopa kolminkertaiseksi seuraavan 50 vuoden aikana (Kuva 8). Eniten puuston runkotilavuus lisääntyy skenaariossa, jossa energiapuun käytön lisääntyminen on ennakoitua pienempää ja ilmastonmuutos kiihdyttää puuston kasvua entisestään. Mutta vaikka ilmasto ei muuttuisi miksikään, ja puuston käyttö olisi maksimiennusteiden tasolla, puuston määrä yli kaksinkertaistuu. Ojittamattomien soiden puuston tilavuus kasvaa ennusteiden mukaan myös suhteessa lähes yhtä paljon, 2,2–2,8-kertaiseksi.



**Kuva 8.** Pohjois-Pohjanmaan suopuustojen runkotilavuuden ja hiilimäärän kehitys eri skenaarioissa 2007–2057.



**Kuva 9.** Pohjois-Pohjanmaan suopuustojen hiilensidonnan kehitys eri skenaarioissa 2007–2057.

Samassa suhteessa kasvaa myös puustoon sitoutunut hiilimäärä. Viidenkymmenen vuoden päästä metsäojitettujen soiden puustoon on sitoutunut 62–82 Tg hiiltä, mikä on 2,3–3,1 kertaa nyky määrää. Puuston kasvun kiihtyessä myös vuosittainen hiilen sitoutumisnopeus kasvaa 0,6:sta 1–1,5:een Tg C vuodessa (Kuva 9). Luonnonalaisten soiden puustojen kasvunopeus saturoituu, ilmeisesti puustojen ikääntyessä, kun hakkuut keskittyvät ojitetuille soille.

Lukuja tarkasteltaessa on otettava huomioon, että ne perustuvat malleihin, joissa puuston vasteet luonnonolosuhteisiin oletetaan samoiksi kuin menneisyydessä. Viidenkymmenen vuoden päähen ennustaminen on epävarmaa: esim. ilmaston lämpeneminen näkyy vain kasvun nousemisena, vaikka myös tuhot saattavat lisääntyä. Toisaalta MELA-malli ennustaa nykyoloissa suurempaa luonnonpoistumaa, kuin mitä VMI:ssä on mitattu, joten ainakaan nykyoloissa puiden kuolemista ei ole aliarvioitu. Suurin syy ennustettuun voimakkaaseen puustobiomassan lisääntymiseen on kasvua selvästi pienemmäksi ennustetut hakkuut.

## Maaperän päästöt muuttuvassa ilmastossa

Maaperän kaasupäästöt saattavat myös muuttua tulevaisuudessa lämpenevässä ilmastossa, mutta tästä ei ole olemassa hyviä aineistoja saati yksimielisyyttä tutkijoiden parissa. Orgaanisen aineen hajotusnopeus riippuu voimakkaasti lämpötilasta, mikä voi lisätä kaikkia maan kaasupäästöjä, mutta erityisesti hiilidioksidin vapautumista. Toisaalta soiden kaasutaseisiin vaikuttaa voimakkaasti myös sateisuus, jonka on ennustettu kasvavan Suomessa sekä kesällä ja erityisesti talvella (Jylhä ym. 2009). Koska lämpötila nousee, lisääntyy myös haihdunta, ja näiden kahden tekijän kautta muuttuu maan kosteus, joka on toinen orgaanisen aineen hajotusta voimakkaasti rajoittava tekijä. Vaikka kuivien vuosien esiintymistodennäköisyys saattaa kasvaa, ennusteet maaperän kosteuden muutoksista ovat kuitenkin ristiriitaisia (Jylhä ym. 2009). Kolmas tekijä on itse kasvillisuus: tiedetään, että lievä märkien avosoiden kuivatus saa aikaan kasvillisuussukcession kohti mätäs pintakasvillisuutta ja mahdollisesti kiihdyttää soiden ombrotrofisoitumista. Kasvillisuuden muuttuessa muuttuvat myös kaasutaseet: erityisesti metaanin tuotto vähenee sarakasvillisuuden vähentyessä samalla, kun hiilidioksidin sidonta kasvaa.

## Viitteet

- Alm J., Schulman L., Walden J., Nykänen H., Martikainen P.J. & Silvola J. 1999b. Carbon balance of a boreal bog during a year with an exceptionally dry summer. *Ecology* 80(1): 161–174.
- Aro, L. & Kaunisto, S. 2003: Jatkolannoituksen ja kasvatustiheyden vaikutus nuorten mäntymetsiköiden ravinnetilaan sekä puuston ja juuriston kehitykseen paksuturpeisella suonpohjalla (Summary: Effect of refertilisation and growing density on the nutrition, growth and root development of young Scots pine stands in a peat cutaway area with deep peat layers). *Suo* 54(2): 49–68.
- Aurela M., Laurila T. & Tuovinen J.-P. 2004. The timing of snow melt controls the annual CO<sub>2</sub> balance in a subarctic fen. *Geophys. Res. Lett.* 31, L16119, doi:10.1029/2004GL020315
- Granberg G., Ottosson-Löfvenius M., Grip H., Sundh I. & Nilsson M. 2001. Effect of climatic variability from 1980 to 1997 on simulated methane emission from a boreal mixed mire in northern Sweden. *Global Biogeochem. Cycle.* 15(4): 977–991.
- Frolking, S., Roulet, N. & Fuglestedt, J. 2006. How northern peatlands influence the Earth's radiative budget: Sustained methane emission versus sustained carbon sequestration. *Journal of Geophysical Research* 111: G01008, doi: 10.1029/2005JG000091
- Hargreaves K.J., Fowler D., Pitcairn C.E.R. & Aurela M. 2001. Annual methane emission from Finnish mires estimated from eddy covariance campaign measurements. *Theor. Appl. Climatol.* 70: 203–213.

- Heikkinen, JEP., Elsakov, V., Martikainen, P.J. Carbon dioxide and methane dynamics and annual carbon balance in tundra wetland in NE Europe, Russia. 2002. *Global Biogeochemical Cycles* 16 (4), 1115, doi:10.1029/2002gb001930
- Hetemäki, L. ja Hänninen, R. 2009. Arvio Suomen puunjalostuksen tuotannosta ja puunkäytöstä vuosina 2015 ja 2020. Metlan työraportteja 122. [www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2009/mwp122.htm](http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2009/mwp122.htm).
- Huttunen J.T., Nykänen H., Turunen J. & Martikainen P.J. 2003. Methane emissions from natural peatlands in the northern boreal zone in Finland, Fennoscandia. *Atmos. Environ.* 37: 147–151.
- IPCC 2007. Technical Summary. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Jylhä, K.; Ruosteenoja, K.; Räisänen, J.; Venäläinen, A.; Tuomenvirta, H.; Ruokolainen, L.; Saku, S. & Seitola, T. Arvioita Suomen muuttuvasta ilmastosta sopeutumistutkimuksia varten. ACCLIM-hankkeen loppuraportti. Ilmatieteen laitos, Raportteja No. 2009: 4, 2009.
- Kirkinen, J., K. Minkkinen, T. Penttilä, S. Kojola, R. Sievänen, J. Alm, S. Saarnio, N. Silvan, J. Laine, and I. Savolainen (2007), Greenhouse impact due to different peat fuel utilisation chains in Finland—A life-cycle approach, *Boreal Environ. Res.*, 12, 211–223.
- Leppälä, M., Oksanen, J. and Tuittila, E-S. 2011. Methane flux dynamics during mire succession. *Oecologia* (2011) 165: 489–499. DOI 10.1007/s00442-010-1754-6
- Lohila, A, Minkkinen, K., Aurela, M., Tuovinen, J-P., Penttilä, T., and Laurila, T. 2011. Greenhouse gas flux measurements in a forestry-drained peatland indicate a large carbon sink. *Biogeosciences Discuss.*, 8, 5787-5825, 2011. doi:10.5194/bgd-8-5787-2011
- Maljanen, M., Hytönen, J., Mäkiranta, P., Alm, J., Minkkinen, K., Laine, J. & Martikainen, P.J. 2007. Greenhouse gas emissions from cultivated and abandoned organic croplands in Finland. *Boreal Environment Research* 12: 133–140.
- Merilä, P., Kilponen, T. and Derome, J. 2007. Forest Condition Monitoring in Finland. National report 2002–2005. Working papers of the Finnish Forest Research Institute 45. ISBN 978-951-40-2031-5 (PDF). 166 pp.
- Metsätilastollinen vuosikirja 2010. Metsätutkimuslaitos, Vantaan toimipaikka. ISBN 978-951-40-2266-1 (PDF). [<http://www.metla.fi/julkaisut/metsatilastollinenvsk/tilastovsk-sisalto.htm>]
- Minkkinen, K. and Laine, J. 1998. Effect of forest drainage on the peat bulk density of pine mires in Finland. *Can. J. For. Res.* 28: 178–186. Minkkinen, K. & Laine, J. 2006. Vegetation heterogeneity and ditches create spatial variability in methane fluxes from peatlands drained for forestry. *Plant and Soil*: 289–304.
- Minkkinen, K. and Laine, J. 1998. Long term effect of forest drainage on the peat carbon stores of pine mires in Finland. *Can. J. For. Res.* 28: 1267–1275.
- Minkkinen, K., Penttilä, T. & Laine, J. 2007a. Tree stand volume as a scalar for methane fluxes in forestry-drained peatlands in Finland. *Boreal Environment Research* 12: 127–132.
- Minkkinen, K., Laine, J., Shurpali, N., Mäkiranta, P., Alm, J. & Penttilä, T. 2007. Heterotrophic soil respiration in forestry-drained peatlands. *Boreal Environment Research* 12: 115–126.
- Nykänen, H., Alm, J., Silvola, J., Tolonen, K. and Martikainen, P. J. 1998. Methane fluxes on boreal peatlands of different fertility and the effect of long term experimental lowering of the water table on flux rates, *Glob. Biogeochemical Cycles*, 12, 53–69.
- Ojanen, P., Minkkinen, K., Alm, J. & Penttilä, T. 2010. Soil–atmosphere CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O fluxes in boreal forestry-drained peatlands. *Forest Ecology and Management* 260: 411–421.
- Ojanen P. ym. 2011. Käsikirjoitus.
- Penttilä, T., Ihalainen, A., Kojola, S. ja Laine, J. 2011. Metsätalouden ulkopuolelle jäävien karujen soiden pinta-alan ja puustobiomassan alueellinen jakautuminen. Selvitys soiden ja turvemaiden kansallista strategiaehdotusta valmistelevalle työryhmälle. Strategiaehdotuksen liitteet, liite 6. [[http://www.mmm.fi/attachments/ymparisto/suojaturvemaat/5xxtC3ERf/suostrategia\\_liitteet\\_korjattu\\_150411.pdf](http://www.mmm.fi/attachments/ymparisto/suojaturvemaat/5xxtC3ERf/suostrategia_liitteet_korjattu_150411.pdf)]
- Pohjois-Pohjanmaan kasvihuonekaasutase 2007. Bionova Engineering, Raportti 9.12.2009. Pohjois-Pohjanmaan liitto.

- Rinne, J., Riutta, T., Pihlatie, M., Aurela, M., Haapanala, S., Tuovinen, J.P., Tuittila, E-S. and Vesala, T. 2007. Annual cycle of methane emission from a boreal fen measured by the eddy covariance technique. *Tellus B* 59(3): 449–547.
- Saari, J. 2007. Boreaalisen keidassuon metaanidynamiikka – ajallinen ja paikallinen vaihtelu. Soiden ekologian ja suometsätieteen Pro gradu -tutkielma Maatalous- ja metsätieteiden maisterin tutkintoa varten. Helsingin yliopisto, metsäekologian laitos.
- Saarnio, S., Alm, J., Silvola, J., Lohila, A., Nykänen, H. and Martikainen, P.J. 1997. Seasonal variation in CH<sub>4</sub> emissions and production and oxidation potentials at microsites on an oligotrophic pine fen. *Oecologia* 110: 414–422.
- Sallantausta T (1994) Response of leaching from mire ecosystems to changing climate. In: Kanninen M (ed) *The Finnish Research Programme on Climate Change. Second Progress Report.* The Academy of Finland, Helsinki. pp 291–296.
- Sievänen R. 2011. Skenaariotarkastelu – Bioenergiaa metsistä -tutkimusohjelman loppuraportti, käsikirjoitus. Metsäntutkimuslaitos.
- Statistics Finland 2011. Greenhouse gas emissions in Finland 1990–2009. National Inventory Report under the UNFCCC and the Kyoto Protocol 15 April 2011. [[http://www.stat.fi/tup/khkinv/fin\\_nir\\_20110415.pdf](http://www.stat.fi/tup/khkinv/fin_nir_20110415.pdf)]
- TEM skenaarioraportti. 2010. Kiinteiden puupolttoaineiden saatavuus ja käyttö Suomessa vuonna 2020. TEM julkaisuja Energia ja Ilmasto 66/2010.
- Turunen, J., Tomppo, E., Tolonen, K., and Reinikainen, A. 2002. Estimating carbon accumulation rates of undrained mires in Finland – application to boreal and subarctic regions. *Holocene* 12 (1): 69–80.
- Waddington J.M. & Roulet N.T. 2000. Carbon balance of a boreal patterned peatland. *Global Change Biol.* 6: 87–97. Waddington & Roulet 2000.
- Virtanen, K., Hänninen, P., Kallinen, R-L., Vartiainen, S., Herranen, T. & Jokisaari, R. 2003. Suomen turvevarat 2000. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 156, Espoo 2003. 101 s.

## Liite1. Liitetaulukot

**Liitetaulukko1.** Pohjois-Pohjanmaan soiden pinta-alatietoja (km<sup>2</sup>) seutukunnittain.

Seutukunta	Kokonaismaa- pinta-ala	Ojitetut suot	Luonnon- tilaiset suot	Suot yhteensä	Soiden osuus maapinta-alasta %	Ojittettujen soiden osuus maapinta-alasta %	Ojittettujen soiden osuus turvemaista %
Koillismaa	7417	861	1556	2417	33	12	36
Oulunkaari	9629	3034	2528	5562	58	32	55
Oulu	4691	1369	914	2283	49	29	60
Raahe	2603	893	341	1234	47	34	72
Ylivieska	3091	906	234	1140	37	29	79
Nivala- Haapajärvi	3774	1235	216	1451	38	33	85
Haapavesi- Siikalatva	4031	1686	418	2104	52	42	80
<b>Yhteensä</b>	<b>35236</b>	<b>9984</b>	<b>6208</b>	<b>16192</b>	<b>46</b>	<b>28</b>	<b>62</b>

**Liitetaulukko 2.** Metsäojitettujen soiden pinta-alat (km<sup>2</sup>) seutukunnittain, maaluokittain ja tyypeittäin.

Alue	Maaluokka	Rhtkg	Mtkg(I)	Mtkg(II)	Ptkg(I)	Ptkg(II)	Vatkg	Jätkg	Yhteensä
Koillismaa	Metsämaa	78	73	99	205	94	9	.	557
	Kitumaa	4	.	39	65	64	80	.	252
	Joutomaa	.	.	9	.	9	17	17	52
	Yhteensä	82	73	146	270	166	106	17	861
Oulunkaari	Metsämaa	171	225	309	839	392	442	4	2383
	Kitumaa	4	.	38	17	83	305	63	509
	Joutomaa	.	.	8	.	33	67	33	142
	Yhteensä	175	225	355	856	509	814	100	3034
Oulu	Metsämaa	159	142	196	351	204	171	.	1223
	Kitumaa	.	.	8	4	13	71	25	121
	Joutomaa	8	.	4	.	4	4	4	25
	Yhteensä	167	142	209	355	221	246	29	1369
Raahe	Metsämaa	175	71	184	246	75	96	.	847
	Kitumaa	.	.	.	.	.	4	8	13
	Joutomaa	.	.	.	.	4	17	13	33
	Yhteensä	175	71	184	246	79	117	21	893
Ylivieska	Metsämaa	117	109	196	196	92	100	.	810
	Kitumaa	.	.	.	8	13	58	4	83
	Joutomaa	.	.	4	.	.	.	8	13
	Yhteensä	117	109	200	204	104	159	13	906
Nivala-Haapajärvi	Metsämaa	184	175	192	234	134	225	.	1144
	Kitumaa	.	.	4	.	17	58	8	88
	Joutomaa	.	.	.	.	4	.	.	4
	Yhteensä	184	175	196	234	154	284	8	1235
Haapavesi-Siikalatva	Metsämaa	129	142	167	509	217	300	.	1465
	Kitumaa	.	.	.	4	13	121	46	184
	Joutomaa	.	.	4	.	.	17	17	38
	Yhteensä	129	142	171	513	230	438	63	1686
Koko alue	Metsämaa	1012	937	1343	2580	1208	1344	4	8428
	Kitumaa	8	.	89	98	201	698	154	1249
	Joutomaa	8	.	30	.	55	121	92	306
	Yhteensä	1029	937	1461	2678	1464	2164	251	9984

Turvekangastyypin lyhenteet (Laine & Vasander 2005):

Rhtkg	Ruohoturvekangas
Mtkg(I)	Mustikkaturvekangas (I)
Mtkg(II)	Mustikkaturvekangas (II)
Ptkg(I)	Puolukaturvekangas (I)
Ptkg(II)	Puolukaturvekangas (II)
Vatkg	Varputurvekangas
Jätkg	Jäkäläturvekangas



**Liitetaulukko 3.** Metsäojitettujen soiden pinta-alat (km<sup>2</sup>) seutukunnittain, kuivatusasteittain ja tyypeittäin.

Alue	Kuivatusaste	Rhtkg	Mtkg(I)	Mtkg(II)	Ptkg(I)	Ptkg(II)	Vatkg	Jätkg	Yhteensä
Koillismaa	Ojikko	.	.	26	26	26	34	9	121
	Muuttuma	60	26	99	214	128	72	9	607
	Turvekangas	22	47	22	30	13	.	.	133
	Yhteensä	82	73	146	270	166	106	17	861
Oulunkaari	Ojikko	8	.	17	4	33	121	71	255
	Muuttuma	54	109	230	613	417	593	29	2045
	Turvekangas	113	117	109	238	58	100	.	735
	Yhteensä	175	225	355	856	509	814	100	3034
Oulu	Ojikko	17	4	.	13	13	25	29	100
	Muuttuma	38	54	88	192	150	196	.	718
	Turvekangas	113	83	121	150	58	25	.	551
	Yhteensä	167	142	209	355	221	246	29	1369
Raahe	Ojikko	.	.	4	4	8	21	21	58
	Muuttuma	42	8	58	113	38	75	.	334
	Turvekangas	134	63	121	129	33	21	.	501
	Yhteensä	175	71	184	246	79	117	21	893
Ylivieska	Ojikko	4	4	4	13	8	50	8	92
	Muuttuma	33	8	109	117	71	96	4	438
	Turvekangas	79	96	88	75	25	13	.	376
	Yhteensä	117	109	200	204	104	159	13	906
Nivala- Haapajärvi	Ojikko	.	4	8	.	8	21	8	50
	Muuttuma	17	33	58	113	121	250	.	593
	Turvekangas	167	138	129	121	25	13	.	593
	Yhteensä	184	175	196	234	154	284	8	1235
Haapavesi- Siikalatva	Ojikko	.	.	4	8	13	100	42	167
	Muuttuma	25	46	71	346	184	334	21	1027
	Turvekangas	104	96	96	159	33	4	.	492
	Yhteensä	129	142	171	513	230	438	63	1686
Koko alue	Ojikko	29	13	63	68	109	372	188	843
	Muuttuma	269	284	713	1709	1108	1616	63	5761
	Turvekangas	731	640	685	902	247	175	.	3380
	Yhteensä	1029	937	1461	2678	1464	2164	251	9984

Turvekangastyyppien lyhenteet (Laine & Vasander 2005):

Rhtkg	Ruohoturvekangas
Mtkg(I)	Mustikkaturvekangas (I)
Mtkg(II)	Mustikkaturvekangas (II)
Ptkg(I)	Puolukaturvekangas (I)
Ptkg(II)	Puolukaturvekangas (II)
Vatkg	Varputurvekangas
Jätkg	Jäkäläturvekangas

**Liitetaulukko 4.** Ojittamattomien soiden pinta-alat (km<sup>2</sup>) seutukunnittain ja tyypeittäin.

Korvet

Seutukunta	LhK	RhK	KgK	MK	PK	PsK	VLK	KoLK	RhSK	VSK
Koillismaa	.	43	13	13	48	26	26	4	30	17
Oulunkaari	17	46	50	33	38	8	25	.	21	8
Oulu	.	33	4	13	8	.	.	.	13	.
Raahe	.	8	21	4	4	.	4	.	8	.
Ylivieska	4	17	21	4	8	.	.	.	.	.
Nivala-Haapajärvi	.	21	17	8	4	.	.	.	.	.
Haapavesi-Siikalatva	.	.	17	4	4	.	.	.	8	.
Yhteensä	21	168	142	79	114	34	55	4	80	26

Rämeet

Seutukunta	KR	PsR	KgR	IR	RaR	VLR	RhSR	VSR	TSR	LkR	TR	KeR
Koillismaa	34	125	64	65	73	125	73	34	42	94	55	.
Oulunkaari	54	54	175	88	88	17	33	200	58	142	213	67
Oulu	4	8	54	46	71	8	17	83	13	38	83	4
Raahe	13	13	33	29	25	.	4	13	8	25	25	.
Ylivieska	.	13	33	17	17	.	4	21	8	.	13	.
Nivala-Haapajärvi	4	4	4	21	4	.	4	4	13	4	38	4
Haapavesi-Siikalatva	4	.	25	21	33	.	8	33	50	13	42	13
Yhteensä	113	217	390	286	311	151	144	388	192	315	468	88

Avosuot

Seutukunta	VL	RiL	RhSN	RhRiN	VSN	VRiN	LkKaN	LkN	RaN
Koillismaa	52	35	43	9	133	26	59	187	8
Oulunkaari	.	4	96	4	309	154	159	317	50
Oulu	17	.	50	8	58	109	38	92	42
Raahe	.	.	8	8	8	4	13	38	25
Ylivieska	.	.	.	.	8	4	4	17	21
Nivala-Haapajärvi	.	.	.	.	4	.	4	21	33
Haapavesi-Siikalatva	.	.	.	.	21	17	13	71	21
Yhteensä	69	39	198	30	542	314	288	742	200

Suotyypilyhenteet (Laine & Vasander 2005):

LhK	Lehtokorpi	RhSR	Ruohoinen sararäme
RhK	Ruohokorpi	VSR	Varsinainen sararäme
KgK	Kangaskorpi	TSR	Tupasvillainen sararäme
MK	Mustikkakorpi	LkR	Lyhytkorsiräme
PK	Puolukkakorpi	TR	Tupasvillaräme
PsK	Pallosarakorpi	KeR	Keidasräme
VLK	Varsinainen lettokorpi	VL	Varsinainen letto
KoLK	Koivulettokorpi	RiL	Rimpiletto
RhSK	Ruohoinen sarakorpi	RhSN	Ruohoinen saraneva
VSK	Varsinainen sarakorpi	RhRiN	Ruohoinen rimpineva
KR	Korpiräme	VSN	Varsinainen saraneva
PsR	Pallosararäme	VRiN	Varsinainen rimpineva
KgR	Kangasräme	LkKaN	Lyhytkortinen kalvakkaneva
IR	Isovarpuräme	LkN	Lyhytkorsineva
RaR	Rahkaräme	RaN	Rahkaneva
VLR	Varsinainen lettoräme		

**Liitetaulukko 5.** Ojittamattomien ja metsäojittettujen soiden paksuusluokkajakaumat, km<sup>2</sup>.

Turvekerroksen paksuus (cm)	Ojittamattomat	Ojitetut
0	601	1764
20	515	1995
40	794	1743
60	505	1046
80	627	851
100	496	526
120	332	464
140	383	351
160	344	242
180	306	201
200+	1314	796
Yhteensä	6208	9984

**Liitetaulukko 6.** Metsäojitettujen soiden kasvihuonekaasupäästöt maaperästä (Gg vuodessa) seutukunnittain ja kuivatusasteittain. Negatiivinen päästö tarkoittaa nielua (sidontaa). Kh = päästöestimaatin keskiarvo.

Alue	Kuivatusaste	Gg kaasua vuodessa							
		CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O		Oja-CH <sub>4</sub>	
		Päästö	Kh	Päästö	Kh	Päästö	Kh	Päästö	Kh
Koillismaa	Ojikko	-1,6	3,7	0,14	0,06	0,008	0,002	0,03	0,00
	Muuttuma	6,3	19,1	0,70	0,29	0,048	0,009	0,13	0,03
	Turvekangas	14,5	6,4	-0,04	0,01	0,015	0,003	0,02	0,01
	Yhteensä	19,2	27,9	0,81	0,35	0,070	0,013	0,17	0,04
Oulunkaari	Ojikko	-11,0	8,0	0,30	0,12	0,010	0,002	0,04	0,01
	Muuttuma	-38,5	62,2	2,37	0,98	0,125	0,020	0,41	0,08
	Turvekangas	37,8	26,7	-0,21	0,03	0,066	0,012	0,12	0,04
	Yhteensä	-12,3	93,0	2,46	1,10	0,201	0,032	0,57	0,12
Oulu	Ojikko	-1,5	3,1	0,12	0,05	0,006	0,001	0,01	0,00
	Muuttuma	-2,6	22,0	0,83	0,34	0,050	0,008	0,14	0,03
	Turvekangas	44,8	23,0	-0,15	0,02	0,060	0,012	0,10	0,03
	Yhteensä	40,7	45,6	0,79	0,39	0,115	0,020	0,26	0,06
Raahe	Ojikko	-3,0	1,9	0,07	0,03	0,002	0,000	0,01	0,00
	Muuttuma	5,1	10,6	0,39	0,16	0,026	0,005	0,06	0,01
	Turvekangas	48,4	22,5	-0,14	0,02	0,059	0,013	0,09	0,03
	Yhteensä	50,6	33,2	0,31	0,19	0,087	0,018	0,16	0,04
Ylivieska	Ojikko	-3,1	2,8	0,11	0,04	0,004	0,001	0,01	0,00
	Muuttuma	8,9	14,1	0,51	0,21	0,036	0,008	0,10	0,02
	Turvekangas	42,7	18,3	-0,11	0,02	0,045	0,009	0,06	0,02
	Yhteensä	48,7	33,2	0,51	0,25	0,085	0,017	0,17	0,04
Nivala-Haapajärvi	Ojikko	-0,2	1,5	0,06	0,02	0,003	0,001	0,01	0,00
	Muuttuma	-12,7	18,0	0,69	0,28	0,036	0,005	0,12	0,02
	Turvekangas	72,4	30,0	-0,17	0,02	0,074	0,015	0,09	0,04
	Yhteensä	59,6	44,3	0,58	0,31	0,113	0,020	0,21	0,05
Haapavesi-Siikalatva	Ojikko	-10,5	5,5	0,19	0,08	0,005	0,001	0,03	0,01
	Muuttuma	-33,8	31,6	1,19	0,49	0,054	0,008	0,19	0,04
	Turvekangas	43,3	21,2	-0,14	0,02	0,053	0,010	0,08	0,03
	Yhteensä	-1,0	51,9	1,25	0,57	0,112	0,017	0,29	0,07
Koko alue	Ojikko	-30,7	26,1	0,98	0,40	0,038	0,007	0,15	0,03
	Muuttuma	-67,2	175,4	6,68	2,77	0,375	0,062	1,13	0,22
	Turvekangas	303,4	146,9	-0,95	0,14	0,372	0,073	0,55	0,20
	Yhteensä	205,6	322,5	6,71	3,17	0,785	0,135	1,83	0,43

**Liitetaulukko 7.** Luonnontilaisten soiden KHK-päästöt (Gg v<sup>-1</sup>) seutukunnittain ja suotyypiryhmittäin (suotyypiryhmät ks. Taulukko 3). Kh = päästöestimaatin keskihajonta.

Seutukunta	Tyypiryhmä	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
		Päästö	Kh	Päästö	Kh	Päästö	Kh
Koillismaa	1	-23,4	13,7	3,82	0,32	0	nd
	2	-68,4	29,0	2,27	0,91	0	nd
	3	-49,0	21,3	8,27	0,88	0	nd
	4	-44,9	23,6	0,78	1,37	0,004	nd
	Yhteensä	185,6	14,3	15,14	1,81	0,004	nd
Oulunkaari	1	-68,1	2,5	11,11	0,93	0	nd
	2	-111,6	7,4	3,55	1,42	0	nd
	3	-76,4	5,4	13,38	1,43	0	nd
	4	-51,4	6,3	0,93	1,62	0,006	nd
	Yhteensä	307,4	22,1	28,97	2,39	0,006	nd
Oulu	1	-24,5	7,4	4,01	0,33	0	nd
	2	-45,0	12,2	1,32	0,53	0	nd
	3	-28,2	8,2	5,40	0,58	0	nd
	4	-13,8	9,3	0,25	0,43	0,003	nd
	Yhteensä	111,5	7,7	10,97	1,01	0,003	nd
Raahe	1	-1,8	2,7	0,29	0,02	0	nd
	2	-14,6	4,7	0,63	0,25	0	nd
	3	-13,5	3,2	1,76	0,19	0	nd
	4	-9,6	2,4	0,17	0,30	0,001	nd
	Yhteensä	39,4	3,0	2,84	1,03	0,001	nd
Ylivieska	1	-1,8	0,2	0,29	0,02	0	nd
	2	-8,4	1,6	0,34	0,14	0	nd
	3	-7,5	1,4	1,01	0,11	0	nd
	4	-9,6	1,8	0,17	0,30	0,002	nd
	Yhteensä	27,3	2,5	1,81	1,00	0,002	nd
Nivala- Haapajärvi	1	-0,6	0,2	0,10	0,01	0	nd
	2	-8,3	1,0	0,44	0,18	0	nd
	3	-10,0	0,8	0,99	0,11	0	nd
	4	-6,4	1,9	0,12	0,20	0,002	nd
	Yhteensä	25,2	2,2	1,64	1,01	0,002	nd
Haapavesi- Siikalatva	1	-5,6	0,1	0,91	0,08	0	nd
	2	-19,3	1,0	0,86	0,34	0	nd
	3	-19,3	1,2	2,31	0,25	0	nd
	4	-6,0	1,6	0,11	0,19	0	nd
	Yhteensä	50,1	3,6	4,19	0,96	0,000	nd
Koko alue	1	-125,8	0,6	20,54	1,71	0	nd
	2	-275,6	2,2	9,39	3,75	0	nd
	3	-203,5	2,1	33,12	3,53	0	nd
	4	-141,9	1,1	2,53	4,43	0,019	nd
	Yhteensä	746,8	52,7	65,58	11,17	0,019	nd

**Liitetaulukko 8.** Puuston keskitilavuus (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) seutukunnittain, puulajeittain ja kasvupaikkatyypeittäin.

Alue	Puulaji	Ojittamattomat		Ojitetut suot							Yhteensä
		Korpi	Räme	Rhtkg	Mtkg(I)	Mtkg(II)	Ptkg(I)	Ptkg(II)	Vatkg	Jätkg	
Koillismaa	Mänty	8	16	37	7	30	32	28	26	0	21
	Kuusi	22	3	5	33	5	12	3	1	0	8
	Lehtipuu	11	2	51	41	16	10	8	1	0	10
	Yhteensä	40	21	93	81	51	53	39	27	0	39
Oulunkaari	Mänty	20	22	26	34	47	58	43	27	13	36
	Kuusi	33	3	19	31	9	4	1	0	0	7
	Lehtipuu	33	3	53	39	21	10	11	2	0	13
	Yhteensä	86	27	97	103	78	73	55	29	13	56
Oulu	Mänty	22	26	15	30	44	67	42	37	1	39
	Kuusi	31	0	10	18	9	3	1	1	0	5
	Lehtipuu	56	4	55	43	29	17	14	4	0	21
	Yhteensä	110	29	80	91	81	86	57	41	1	65
Raahe	Mänty	29	32	22	32	46	71	32	29	20	41
	Kuusi	29	1	19	42	11	3	2	0	0	10
	Lehtipuu	47	6	57	50	35	15	15	4	0	27
	Yhteensä	105	39	98	124	92	89	48	33	20	78
Ylivieska	Mänty	27	41	28	35	75	68	55	37	5	51
	Kuusi	46	2	31	46	16	4	0	0	0	15
	Lehtipuu	21	4	46	45	29	25	15	2	0	23
	Yhteensä	95	47	105	125	120	97	70	40	5	89
Nivala- Haapajärvi	Mänty	26	46	33	38	70	73	59	46	11	52
	Kuusi	33	3	35	57	15	3	2	0	0	17
	Lehtipuu	20	9	70	40	33	23	15	3	0	27
	Yhteensä	79	58	137	135	118	99	76	49	11	95
Haapavesi- Siikalatva	Mänty	24	27	32	34	62	74	56	42	15	51
	Kuusi	29	1	12	37	6	2	1	0	0	6
	Lehtipuu	39	9	63	52	36	24	15	5	1	23
	Yhteensä	92	37	108	123	103	100	71	47	15	79
Koko alue	Mänty	18	23	27	32	54	63	45	35	12	40
	Kuusi	30	2	20	37	10	4	1	0	0	9
	Lehtipuu	28	3	57	43	28	16	13	3	0	18
	Yhteensä	76	29	104	113	92	83	59	38	12	67

**Liitetaulukko 9.** Puustojen keskikasvu ( $m^3 ha^{-1} v^{-1}$ ) seutukunnittain, puulajeittain ja kasvupaikkatyypeittäin.

Alue	Puulaji	Ojittamattomat		Ojitetut suot						Yhteensä	
		Korpi	Räme	Rhtkg	Mtkg(I)	Mtkg(II)	Ptkg(I)	Ptkg(II)	Vatkg	Jätkg	Keskim.
Koillismaa	Mänty	0,4	0,7	2,3	0,1	1,6	1,2	1,0	1,0	0,0	0,9
	Kuusi	0,5	0,1	0,2	1,8	0,3	0,5	0,1	0,0	0,0	0,3
	Lehtipuu	0,4	0,0	3,0	2,3	0,9	0,5	0,5	0,0	0,0	0,5
	Yhteensä	1,3	0,8	5,5	4,2	3,0	2,2	1,5	1,0	0,0	1,7
Oulunkaari	Mänty	0,7	0,7	1,2	1,7	2,6	2,9	2,4	1,4	0,8	1,8
	Kuusi	1,0	0,1	1,0	1,6	0,7	0,3	0,1	0,0	0,0	0,3
	Lehtipuu	1,1	0,1	2,8	1,7	1,1	0,5	0,6	0,1	0,0	0,6
	Yhteensä	2,9	0,9	5,1	5,0	4,3	3,7	3,2	1,5	0,8	2,7
Oulu	Mänty	1,2	0,9	0,9	1,5	2,5	3,5	3,2	2,2	0,0	2,1
	Kuusi	1,2	0,0	0,7	1,2	0,4	0,1	0,1	0,1	0,0	0,3
	Lehtipuu	2,1	0,1	2,5	2,3	1,7	0,7	0,6	0,2	0,0	1,0
	Yhteensä	4,3	1,0	4,1	5,1	4,6	4,4	4,0	2,5	0,0	3,4
Raahe	Mänty	0,7	1,3	1,2	1,4	2,5	3,6	2,6	1,9	2,2	2,1
	Kuusi	1,0	0,0	1,5	1,7	0,8	0,3	0,1	0,0	0,0	0,6
	Lehtipuu	2,4	0,3	2,4	1,8	1,6	0,9	0,6	0,1	0,0	1,2
	Yhteensä	4,2	1,6	5,2	5,0	4,8	4,8	3,3	1,9	2,2	3,9
Ylivieska	Mänty	1,4	1,4	1,8	1,3	3,8	3,1	3,3	2,3	0,0	2,5
	Kuusi	2,0	0,1	1,7	3,0	1,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,8
	Lehtipuu	1,1	0,2	2,1	2,5	1,3	1,0	0,7	0,1	0,0	1,1
	Yhteensä	4,4	1,6	5,5	7,0	6,2	4,4	4,1	2,4	0,0	4,5
Nivala- Haapajärvi	Mänty	1,5	1,8	1,1	1,6	3,2	3,0	3,4	2,3	0,0	2,4
	Kuusi	1,4	0,1	2,2	4,2	0,9	0,1	0,2	0,0	0,0	1,1
	Lehtipuu	1,9	0,3	3,9	1,6	1,9	0,9	1,1	0,2	0,0	1,4
	Yhteensä	4,5	2,2	7,3	7,3	6,0	4,1	4,7	2,5	0,0	4,8
Haapavesi- Siikalatva	Mänty	0,3	1,0	1,7	1,5	3,3	4,0	3,0	2,4	0,6	2,7
	Kuusi	1,1	0,0	1,4	2,7	0,6	0,2	0,0	0,0	0,0	0,4
	Lehtipuu	1,3	0,6	2,4	1,8	1,7	1,1	0,8	0,3	0,0	1,0
	Yhteensä	2,7	1,5	4,8	5,2	5,5	5,3	3,9	2,7	0,6	4,0
Koko alue	Mänty	0,8	0,8	1,4	1,4	2,8	3,1	2,7	1,9	0,6	2,0
	Kuusi	1,0	0,0	1,3	2,4	0,7	0,2	0,1	0,0	0,0	0,5
	Lehtipuu	1,1	0,1	2,8	1,9	1,5	0,8	0,7	0,2	0,0	0,9
	Yhteensä	2,8	1,0	5,4	5,7	4,9	4,1	3,5	2,1	0,6	3,4

**Liitetaulukko 10.** Puuston kokonaistilavuus (100 m<sup>3</sup>) seutukunnittain, puulajeittain ja kasvupaikkatyypeittäin.

Alue	Puulaji	Ojittamattomat				Ojitetut suot				
		Korpi	Räme	Rhtkg	Mtkg(I)	Mtkg(II)	Ptkg(I)	Ptkg(II)	Vatkg	Jätkg
Koillismaa	Mänty	1752	12560	3034	511	4380	8640	4648	2756	0
	Kuusi	4818	2355	410	2409	730	3240	498	106	0
	Lehtipuu	2409	1570	4182	2993	2336	2700	1328	106	0
	Yhteensä	8760	16485	7626	5913	7446	14310	6474	2862	0
Oulunkaari	Mänty	4920	26158	4550	7650	16685	49648	21887	21978	1300
	Kuusi	8118	3567	3325	6975	3195	3424	509	0	0
	Lehtipuu	8118	3567	9275	8775	7455	8560	5599	1628	0
	Yhteensä	21156	32103	16975	23175	27690	62488	27995	23606	1300
Oulu	Mänty	1562	11180	2505	4260	9196	23785	9282	9102	29
	Kuusi	2201	0	1670	2556	1881	1065	221	246	0
	Lehtipuu	3976	1720	9185	6106	6061	6035	3094	984	0
	Yhteensä	7810	12470	13360	12922	16929	30530	12597	10086	29
Raahе	Mänty	1450	6016	3850	2272	8464	17466	2528	3393	420
	Kuusi	1450	188	3325	2982	2024	738	158	0	0
	Lehtipuu	2350	1128	9975	3550	6440	3690	1185	468	0
	Yhteensä	5250	7332	17150	8804	16928	21894	3792	3861	420
Ylivieska	Mänty	1458	5125	3276	3815	15000	13872	5720	5883	65
	Kuusi	2484	250	3627	5014	3200	816	0	0	0
	Lehtipuu	1134	500	5382	4905	5800	5100	1560	318	0
	Yhteensä	5130	5875	12285	13625	24000	19788	7280	6360	65
Nivala- Haapajärvi	Mänty	1300	4784	6072	6650	13720	17082	9086	13064	88
	Kuusi	1650	312	6440	9975	2940	702	308	0	0
	Lehtipuu	1000	936	12880	7000	6468	5382	2310	852	0
	Yhteensä	3950	6032	25208	23625	23128	23166	11704	13916	88
Haapavesi- Siikalatva	Mänty	792	6534	4128	4828	10602	37962	12880	18396	945
	Kuusi	957	242	1548	5254	1026	1026	230	0	0
	Lehtipuu	1287	2178	8127	7384	6156	12312	3450	2190	63
	Yhteensä	3036	8954	13932	17466	17613	51300	16330	20586	945
Koko alue	Mänty	13032	70472	27783	29984	78894	168714	65880	75740	3012
	Kuusi	21720	6128	20580	34669	14610	10712	1464	0	0
	Lehtipuu	20272	9192	58653	40291	40908	42848	19032	6492	0
	Yhteensä	55024	88856	107016	105881	134412	222274	86376	82232	3012



**Liitetaulukko 11.** Puuston kokonaiskasvu (m<sup>3</sup> v<sup>-1</sup>) seutukunnittain, puulajeittain ja kasvupaikkatyypeittäin.

Alue	Puulaji	Ojittamattomat				Ojitetut suot				
		Korpi	Räme	Rhtkg	Mtkg(I)	Mtkg(II)	Ptkg(I)	Ptkg(II)	Vatkg	Jätkg
Koillismaa	Mänty	8760	54950	18860	730	23360	32400	16600	10600	0
	Kuusi	10950	7850	1640	13140	4380	13500	1660	0	0
	Lehtipuu	8760	0	24600	16790	13140	13500	8300	0	0
	Yhteensä	28470	62800	45100	30660	43800	59400	24900	10600	0
Oulunkaari	Mänty	17220	83230	21000	38250	92300	248240	122160	113960	8000
	Kuusi	24600	11890	17500	36000	24850	25680	5090	0	0
	Lehtipuu	27060	11890	49000	38250	39050	42800	30540	8140	0
	Yhteensä	71340	107010	89250	112500	152650	316720	162880	122100	8000
Oulu	Mänty	8520	38700	15030	21300	52250	124250	70720	54120	0
	Kuusi	8520	0	11690	17040	8360	3550	2210	2460	0
	Lehtipuu	14910	4300	41750	32660	35530	24850	13260	4920	0
	Yhteensä	30530	43000	68470	72420	96140	156200	88400	61500	0
Raahe	Mänty	3500	24440	21000	9940	46000	88560	20540	22230	4620
	Kuusi	5000	0	26250	12070	14720	7380	790	0	0
	Lehtipuu	12000	5640	42000	12780	29440	22140	4740	1170	0
	Yhteensä	21000	30080	91000	35500	88320	118080	26070	22230	4620
Ylivieska	Mänty	7560	17500	21060	14170	76000	63240	34320	36570	0
	Kuusi	10800	1250	19890	32700	20000	6120	0	0	0
	Lehtipuu	5940	2500	24570	27250	26000	20400	7280	1590	0
	Yhteensä	23760	20000	64350	76300	124000	89760	42640	38160	0
Nivala- Haapajärvi	Mänty	7500	18720	20240	28000	62720	70200	52360	65320	0
	Kuusi	7000	1040	40480	73500	17640	2340	3080	0	0
	Lehtipuu	9500	3120	71760	28000	37240	21060	16940	5680	0
	Yhteensä	22500	22880	134320	127750	117600	95940	72380	71000	0
Haapavesi- Siikalatva	Mänty	990	24200	21930	21300	56430	205200	69000	105120	3780
	Kuusi	3630	0	18060	38340	10260	10260	0	0	0
	Lehtipuu	4290	14520	30960	25560	29070	56430	18400	13140	0
	Yhteensä	8910	36300	61920	73840	94050	271890	89700	118260	3780
Koko alue	Mänty	57920	245120	144060	131180	409080	830180	395280	411160	15060
	Kuusi	72400	0	133770	224880	102270	53560	14640	0	0
	Lehtipuu	79640	30640	288120	178030	219150	214240	102480	43280	0
	Yhteensä	202720	306400	555660	534090	715890	1097980	512400	454440	15060

**Liitetaulukko 12.** Puuston hiilivarasto (Mg C) seutukunnittain, puulajeittain ja kasvupaikkatyypeittäin.

Alue	Puulaji	Ojittamattomat				Ojitetut suot				
		Korpi	Räme	Rhtkg	Mtkg(I)	Mtkg(II)	Ptkg(I)	Ptkg(II)	Vatkg	Jätkg
Koillismaa	Mänty	59568	427040	103156	17374	148920	293760	158032	93704	0
	Kuusi	218015	106564	18553	109007	33033	146610	22535	4797	0
	Lehtipuu	105153	68531	182544	130644	101966	117855	57967	4627	0
	Yhteensä	382735	602134	304253	257026	283919	558225	238534	103127	0
Oulunkaari	Mänty	167280	889372	154700	260100	567290	1688032	744158	747252	44200
	Kuusi	367340	161407	150456	315619	144574	154936	23032	0	0
	Lehtipuu	354351	155700	404854	383029	325411	373644	244396	71062	0
	Yhteensä	888970	1206478	710010	958748	1037275	2216612	1011587	818314	44200
Oulu	Mänty	53108	380120	85170	144840	312664	808690	315588	309468	986
	Kuusi	99595	0	75568	115659	85115	48191	10000	11132	0
	Lehtipuu	173552	75078	400925	266527	264563	263428	135053	42952	0
	Yhteensä	326256	455198	561663	527026	662342	1120309	460641	363551	986
Raahe	Mänty	49300	204544	130900	77248	287776	593844	85952	115362	14280
	Kuusi	65613	8507	150456	134936	91586	33395	7150	0	0
	Lehtipuu	102578	49237	435409	154958	281106	161069	51725	20428	0
	Yhteensä	217490	262288	716765	367141	660468	788307	144827	135790	14280
Ylivieska	Mänty	49572	174250	111384	129710	510000	471648	194480	200022	2210
	Kuusi	112401	11313	164122	226884	144800	36924	0	0	0
	Lehtipuu	49499	21825	234924	214103	253170	222615	68094	13881	0
	Yhteensä	211472	207388	510430	570697	907970	731187	262574	213903	2210
Nivala- Haapajärvi	Mänty	44200	162656	206448	226100	466480	580788	308924	444176	2992
	Kuusi	74663	14118	291410	451369	133035	31766	13937	0	0
	Lehtipuu	43650	40856	562212	305550	282328	234924	100832	37190	0
	Yhteensä	162513	217630	1060070	983019	881843	847478	423693	481366	2992
Haapavesi- Siikalatva	Mänty	26928	222156	140352	164152	360468	1290708	437920	625464	32130
	Kuusi	43304	10951	70047	237744	46427	46427	10408	0	0
	Lehtipuu	56178	95070	354744	322312	268709	537419	150593	95594	2750
	Yhteensä	126410	328176	565143	724207	675604	1874553	598920	721058	34880
Koko alue	Mänty	443088	2396048	944622	1019456	2682396	5736276	2239920	2575160	102408
	Kuusi	982830	277292	931245	1568772	661103	484718	66246	0	0
	Lehtipuu	884873	401231	2560203	1758702	1785634	1870315	830747	283376	0

**Liitetaulukko 13.** Puuston hiilivaraston kasvu seutukunnittain, puulajeittain ja kasvupaikkatyypeittäin (Mg C v<sup>-1</sup>).

Alue	Puulaji	Ojittamattomat			Ojitetut suot					
		Korpi	Räme	Rhtkg	Mtkg(I)	Mtkg(II)	Ptkg(I)	Ptkg(II)	Vatkg	Jätkg
Koillismaa	Mänty	2978	18683	6412	248	7942	11016	5644	3604	0
	Kuusi	4955	3552	742	5946	1982	6109	751	0	0
	Lehtipuu	3824	0	10738	7329	5736	5893	3623	0	0
	Yhteensä	11757	22235	17892	13523	15660	23018	10018	3604	0
Oulunkaari	Mänty	5855	28298	7140	13005	31382	84402	41534	38746	2720
	Kuusi	11132	5380	7919	16290	11245	11620	2303	0	0
	Lehtipuu	11812	5190	21389	16696	17045	18682	13331	3553	0
	Yhteensä	28798	38868	36447	45991	59672	114704	57168	42300	2720
Oulu	Mänty	2897	13158	5110	7242	17765	42245	24045	18401	0
	Kuusi	3855	0	5290	7711	3783	1606	1000	1113	0
	Lehtipuu	6508	1877	18224	14256	15509	10847	5788	2148	0
	Yhteensä	13260	15035	28624	29209	37057	54698	30833	21662	0
Raahе	Mänty	1190	8310	7140	3380	15640	30110	6984	7558	1571
	Kuusi	2263	0	11878	5462	6661	3339	357	0	0
	Lehtipuu	5238	2462	18333	5578	12851	9664	2069	511	0
	Yhteensä	8691	10771	37351	14420	35151	43114	9410	8069	1571
Ylivieska	Mänty	2570	5950	7160	4818	25840	21502	11669	12434	0
	Kuusi	4887	566	9000	14797	9050	2769	0	0	0
	Lehtipuu	2593	1091	10725	11895	11349	8905	3178	694	0
	Yhteensä	10050	7607	26885	31509	46239	33176	14847	13128	0
Nivala- Haapajärvi	Mänty	2550	6365	6882	9520	21325	23868	17802	22209	0
	Kuusi	3168	471	18317	33259	7982	1059	1394	0	0
	Lehtipuu	4147	1362	31323	12222	16255	9193	7394	2479	0
	Yhteensä	9864	8197	56522	55001	45562	34120	26590	24688	0
Haapavesi- Siikalatva	Mänty	337	8228	7456	7242	19186	69768	23460	35741	1285
	Kuusi	1643	0	8172	17349	4643	4643	0	0	0
	Lehtipuu	1873	6338	13514	11157	12689	24632	8032	5736	0
	Yhteensä	3852	14566	29142	35748	36518	99042	31492	41476	1285
Koko alue	Mänty	19693	83341	48980	44601	139087	282261	134395	139794	5120
	Kuusi	32761	0	60531	101758	46277	24236	6625	0	0
	Lehtipuu	34763	13374	125764	77710	95659	93516	44733	18892	0
	Yhteensä	87217	96715	235276	224069	281023	400013	185752	158686	5120

**Liitetaulukko 14.** Puuston hiilivaraston hakkuu- ja luonnonpoistuma sekä hiilivaraston nettomuutos (Mg C v<sup>-1</sup>) seutukunnittain ja puulajeittain ojittamattomilla ja ojitetuilla soilla.

Alue	Puulaji	Hakkuu- ja luonnonpoistuma			Hiilivaraston muutos		
		Korvet ja rämeet	Ojitetut	Yhteensä	Korvet ja rämeet	Ojitetut	Yhteensä
Koillismaa	Mänty	9,9	14,2	24,1	11,8	20,7	32,5
	Kuusi	6,0	6,1	12,1	2,5	9,4	11,9
	Lehtipuu	8,7	23,3	32,0	-4,9	10,0	5,1
	Yhteensä	24,6	43,6	68,2	9,4	40,1	49,5
Oulunkaari	Mänty	19,0	68,7	87,7	15,1	150,3	165,4
	Kuusi	9,6	15,5	25,1	6,9	33,9	40,8
	Lehtipuu	21,1	71,9	93,1	-4,1	18,8	14,6
	Yhteensä	49,7	156,1	205,8	17,9	202,9	220,8
Oulu	Mänty	7,5	32,1	39,6	8,5	82,7	91,3
	Kuusi	2,1	6,8	9,0	1,7	13,7	15,4
	Lehtipuu	9,7	51,9	61,6	-1,3	14,9	13,6
	Yhteensä	19,3	90,8	110,1	9,0	111,3	120,2
Raahe	Mänty	4,2	21,2	25,4	5,3	51,2	56,5
	Kuusi	1,4	7,4	8,8	0,8	20,3	21,2
	Lehtipuu	5,7	41,1	46,8	2,0	7,9	9,9
	Yhteensä	11,3	69,6	80,9	8,2	79,5	87,6
Ylivieska	Mänty	3,6	25,6	29,2	4,9	57,8	62,7
	Kuusi	2,1	9,8	11,9	3,3	25,9	29,2
	Lehtipuu	2,9	37,7	40,6	0,8	9,0	9,8
	Yhteensä	8,6	73,1	81,7	9,0	92,7	101,8
Nivala- Haapajärvi	Mänty	3,3	35,3	38,6	5,6	66,3	72,0
	Kuusi	1,5	15,4	17,0	2,1	46,6	48,7
	Lehtipuu	3,1	56,7	59,8	2,4	22,2	24,6
	Yhteensä	8,0	107,4	115,3	10,1	135,1	145,2
Haapavesi- Siikalatva	Mänty	4,3	48,1	52,4	4,3	116,0	120,3
	Kuusi	1,1	8,2	9,3	0,5	26,6	27,1
	Lehtipuu	5,4	65,3	70,7	2,8	10,5	13,2
	Yhteensä	10,9	121,6	132,5	7,6	153,1	160,6
Koko alue	Mänty	51,8	245,1	296,9	51,2	549,2	600,4
	Kuusi	24,0	69,2	93,2	8,8	170,2	179,0
	Lehtipuu	56,6	347,9	404,5	-8,5	108,3	99,9
	Yhteensä	132,4	662,2	794,6	71,2	814,6	885,8

**Liitetaulukko 15.** Päästökertoimet turvetuotantoalueille (kg CO<sub>2</sub> ekv. ha<sup>-1</sup>), keski-boreaalinen vyöhyke (Statistics Finland 2011).

Middle Boreal	Osuus pinta-alasta	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Aumat	2 %	293955	6275	910
Ojat	7 %	90	3724	1
Tuotantokentät	91 %	9460	105	961
Yhteensä	100 %	14250	468	895

## Liite 2.

**Pohjois-Pohjanmaan soiden yhteismitallistettujen (CO<sub>2</sub> ekv.) KHK-päästöjen suuruuden riippuvuus käytetystä laskenta-ajasta.** CH<sub>4</sub>:n ja N<sub>2</sub>O:n päästöt muutettu hiilidioksidiksi käyttäen 20 vuoden (GWP20, CH<sub>4</sub>=72, N<sub>2</sub>O=289), 100 vuoden (GWP100, CH<sub>4</sub>=25, N<sub>2</sub>O=298) ja 500 vuoden (GWP500, CH<sub>4</sub>=7.6, N<sub>2</sub>O=153) kertoimia. Kertoimien muuttuminen tarkasteluajan funktiona johtuu kaasujen hiilidioksidia lyhyemmästä keskimääräisestä eliniästä ilmakehässä (CH<sub>4</sub>: 12 vuotta, N<sub>2</sub>O: 114 vuotta). Hiilidioksidin elinikä on tuhansia – satojatuhansia vuosia. Vertailusta nähdään, että luonnontilaisten soiden nettopäästö muuttuu nettonieluksi muutettaessa tarkastelujaksoa sadasta viiteensataan vuoteen.

