



Metsähallitus Metsätalous Oy

Ilmastoviisas metsätalous

Ilmastonmuutosta hillitsevä metsätalous
(47314) -projektin tulokset

Ilkka Vaara, Niklas Björkqvist, Tomi Honkavaara, Lauri Karvonen,
Nuutti Kiljunen, Juha Salmi, Kaisa Vainio 3.10.2018



METSÄHALLITUS
FORSTSTYRELSEN

SISÄLLYSLUETTELO

1. Ilmastonmuutosta hillitsevä metsätalous -projekti	3
1.1. Tavoite	3
1.2. Aikataulu	3
1.3. Organisaatio	3
2. Nykytilan kuvaus	4
2.1. Omistajapolitiikka	4
2.2. Strategia	5
2.3. Metsähallituksen ympäristöpolitiikka	5
2.4. Ympäristö- ja laatukäsikirja	6
2.5. Metsähallitus Metsätalous Oy:n ympäristöopas	6
2.6. Metsänhoito-ohje	6
2.7. PEFC metsäsertifikaatti	7
2.8. Metsähallituksen metsien hiilitase	8
3. Aihepiirin tutkimustoiminta	12
4. Luokitus	14
4.1. Luokitusperiaatteet	14
4.2. Metsiköiden kehityskuvaajat ja luokitus	16
4.3. Luokat ja niiden määritelmät	18
5. Metsien hoidon ja käytön tavoitteet	20
5.1. Keinovalikoima	20
5.2. Luokittaiset metsien hoidon ja käytön tavoitteet	21
6. Hakkuulaskelmat	24
6.1. Lähtökohdat	24
6.2. Laskelmavaihtoehdot	25
6.3. Laskelmatuloksia	25
7. Paikkatietotaso	28
7.1. Kuvioaineisto	28
7.2. Luokituksen tekninen toteutus	28
8. Päätelmät	30
9. Jatkotoimenpiteet	31
10. Liitteet	32
11. Kirjallisuus	33



1. ILMASTONMUUTOSTA HILLITSEVÄ METSÄTALOUS -PROJEKTI

1.1. Tavoite

- Tunnistetaan metsätalousalueiden merkitys kokonaisuutena hiilen sidonnassa ja varastoinnissa.
- Selvitetään, miten hiilen sidontaa ja varastointia voidaan tehostaa metsätaloustoimenpitein.
- Luodaan käytännön menetelmä eli hiiliperustainen luokitus työkaluksi metsien käytön suunnitteluun.
- ➔ Parannetaan Metsähallituksen valmiutta tehdä ilmastoystävällisiä valintoja metsätaloustoiminnassa.

1.2. Aikataulu

Projekti aloitettiin 1.6.2017 ja se päättyi 30.4.2018.

1.3. Organisaatio

Ohjausryhmä

- Kehitys- ja ympäristöpäällikkö Antti Otsamo, puheenjohtaja
- Metsänhoitojohtaja Heikki Savolainen
- Aluejohtaja Kirsi-Marja Korhonen
- Suunnittelupäällikkö Hannu Lehtonen

Projektiryhmä

- Projektipäällikkö Ilkka Vaara
- Suunnittelupäällikkö Lauri Karvonen
- Suunnittelupäällikkö Niklas Björkqvist
- Kehittämisasiantuntija Nuutti Kiljunen
- Laskenta-asiantuntija Juha Salmi
- Korjuuesimies Tomi Honkavaara
- Tiedottaja Kaisa Vainio



Eeva Mäkinen

2. NYKYTILAN KUVAUS

2.1. Omistajapolitiikka

Talospoliittisen ministerivaliokunnan hyväksymissä vuosien 2017-2020 omistajapolitiittisissa linjauksissa ei suoraan mainita hiilitasetta tai ilmastonmuutosta missään muodossa. Liiketoimintojen on oltava kannattavia ja tuotettava riittävä sijoitetun pääoman tuotto. Yleiset yhteiskunnalliset velvoitteet on huomioitava. Niistä on lisäksi kirjattu seuraavaa:

Yyv-hyötyjen tuottamiseen käytettyjen panosten vaikuttavuutta kehitetään. Liiketoiminnan rajoitteiden lisäksi yyv-hyötyjä tuotetaan aktiivisilla luonnon- ja vesienhoitotoimilla ja muilla toimenpiteillä.

Lisäksi omistajapolitiikassa on linjattu näin:

Alueiden käyttö suunnitellaan luonnonvarasuunnitelmien avulla yhtenä kokonaisuutena tavoitteena mahdollisimman suuri yhteiskunnallinen kokonaishyöty ja kustannustehokkuus.

Edellä olevien kappaleiden voi tulkita sisältävän myös vastuun Metsähallituksen metsien hiilitaseesta. Yyv-hyötyjen tuottamiseen käytettyjen panosten vaikuttavuuden voi katsoa kehittyneen, jos panostukset lisäävät samalla hiilen sitomista ja varastointia.

Tehokkaampi hiilen sitominen ja varastointi lisäävät samalla yhteiskunnallista kokonaishyötyä.

Maa- ja metsätalousministeriön asettamista vuoden 2017 toimenpiteissä ei ole suoria mainintoja liittyen hiilen sidontaan ja varastointiin.

2.2. Strategia

Strategian osalta on sama tilanne kuin omistajapolitiikassa: suoria mainintoja hiilen sidonnasta tai varastoinnista ei löydy. Strategialinjauksien sisältöjä tulkitsemalla kytkennät kuitenkin ilmenevät:

”Takaamme valtion maiden parhaan kestävä tuoton yli sukupolvien.”

Hiilen sitomisen/varastoinnin parantaminen ei ole ristiriidassa tämän tavoitteen kanssa.

”Lisäämme maakuntien elinvoimaa.”

Em. linjaus ei sinällään ole niin selvästi kytköksissä hiiliasiaan. Linjauksen mittareissa sen sijaan on mukana mm. aluetaloudellinen/kansantaloudellinen vaikutus. Sitä kautta myös hiiliasiaa kytkeytyy tähän.

”Olemme vastuullisen toiminnan suunnan näyttäjä ja pysäytämme monimuotoisuuden vähenemisen valtion mailla.”

Hiilen sidonnan ja varastoinnin huomioon ottaminen on vastuullista toimintaa. Esim. luontokohteiden merkitystä lisää, kun voidaan osoittaa niiden tuottama hiilen varastointihyöty.

2.3. Metsähallituksen ympäristöpolitiikka

Metsähallituksen ympäristöpolitiikassa vuona 2017 ei ollut suoraan mainittuna ilmaston muutosta tai hiilitasetta. Niiden asioiden voi kuitenkin katsoa sisältyvän politiikkaan useisiin kohtiin.

1. Monitavoitteinen luonnonvarojen hoito ja ekosysteemi-palveluiden turvaaminen

Metsähallitus-konserni tuottaa luonnonvarojen käyttöön, hoitoon ja suojeluun perustuvia monipuolisia palveluja ja hyödykkeitä. Liiketoiminnan alueita ovat mm. metsien hoito ja puun hankinta, metsäpuiden taimien ja siementen tuottaminen, lomatonnteihin ja metsätiloihin liittyvä kiinteistöliiketoiminta, hankekehitys tuulivoimassa sekä maa-ainesten otto-oikeuden vuokraaminen. Yhteistyö Luonnonvarakeskuksen, Puolustusvoimien ja metsäopetuksen käytössä olevilla erityisalueilla edistää osaltaan monitavoitteista

luonnonvarojen hoitoa. Metsähallituksen tehtävänä on myös kulttuuriperinnön vaaliminen valtion mailla.

Luontopalvelujen hoitamia julkisia hallintotehtäviä ovat mm. suojelualueiden hoito sekä muut luonnonsuojelutehtävät ja luonnon virkistyskäytön ja kestävä luontomatkailun edistäminen sekä metsästys-, kalastus- ja maasto-liikenneasiat.

Ympäristöpolitiikka kattaa liiketoiminnan yksiköiden ja julkisten hallintotehtävien toiminnan. Metsähallituksen hallitus päättää sertifioidun ympäristöjärjestelmän käyttöönoton laajuudesta.

2. Vastuu ympäristöstä

Noudatamme lainsäädäntöä ja Suomen valtion ratifioimia kansainvälisiä sopimuksia. Lainsäädäntö muodostaa meille kuitenkin vain minimitason, ja metsätaloudessa noudatamme Suomen PEFC -järjestelmän metsäsertifiointin standardeja.

Edistämme kansainvälisten ympäristösopimusten toteutumista. Yhteisenä periaatteenamme on ekologisen, taloudellisen, sosiaalisen ja kulttuurisen kestävyuden yhteensovittaminen. Henkilöstömme ja sopimusyrittäjiemme tietoja ja taitoja ympäristöasioissa kehitetään ja seurataan säännöllisesti.

3. Jatkuva parantaminen

Toimintamme kehittäminen perustuu Metsähallituksen yhteisiin arvoihin ja jokaisen henkilökohtaiseen vastuuseen ympäristöasioiden jatkuvasta parantamisesta. Metsähallituksen toiminnan merkittävimmät ympäristönäkökohdat liittyvät luonnonvarojen käyttöön, luonnon monimuotoisuuden ylläpitämiseen, vesiensuojeluun ja maisemanhoitoon. Ympäristönäkökohdat ja -riskit arvioidaan vuosittain. Ympäristövaikutusten hallitsemiseksi ja ympäristöhoidon jatkuvaksi parantamiseksi laadimme vuosittain ympäristötavoitteet, -ohjeet ja seurantamenetelmät.

4. Avoin yhteistyö

Tiedotamme avoimesti toimintamme taloudellisista, ekologisista ja yhteiskunnallisista tuloksista, ympäristövaikutuksista ja ympäristön suojelun tason muutoksista. Tarjoamme paikallisille asukkaille ja sidosryhmille mahdollisuuksia osallistua luonnonvarojen käytön suunnitteluun. Yhteistyön avulla turvaamme osaltamme myös saamelaiskulttuurin säilymistä ja luontaiselinkeinojen toimintaedellytyksiä.

2.4. Ympäristö- ja laatukäsikirja

Ympäristö- ja laatukäsikirjassa hiilitase on huomioitu ympäristönäkökohtakartoituksessa, jossa vaikutus hiilitaseeseen on yksi arvioitu tekijä. Arvioinnin perusteella merkittävä haittaava vaikutus hiilitaseeseen voi olla luonnonvarasuunnittelulla, paikkatietojen ylläpidolla, uudisojituksella, uudistushakkuulla ja energiapuun korjuulla. Arvion mukaan merkittävä parantava vaikutus voi olla luonnonvarasuunnittelulla, alue-ekologisella tarkastelulla, paikkatietojen ylläpidolla, istutuksella, metsänlannoituksella ja erityishakkuilla.

Voimassa olevissa ympäristötavoitteiden parantamistavoitteissa ei ole tällä hetkellä suoraan hiilitaseeseen vaikuttavia asioita mukana.

2.5. Metsähallitus Metsätalous

Oy:n ympäristöopas

Vuonna 2018 valmistuneessa Metsähallitus Metsätalous Oy:n ympäristöoppaassa on ilmastonmuutos ja siihen vaikuttaminen huomioitu muutamissa kohdissa. Esipuheessa todetaan, että ”ilmastonmuutos vaikuttaa Suomen metsien ja metsälajiston kehitykseen, ja vaikutuksen odotetaan kasvavan tulevinä vuosina.”

Ohjateksteissä ilmastonmuutos ja siihen vaikuttaminen on huomioitu muutamien toimenpiteiden perusteluissa, esim. metsätuhojen ja lannoituksen yhteydessä.

2.6. Metsänhoito-ohje

Metsähallituksen metsänhoito-ohjeesta ei löydy suoria viitauksia ilmastonmuutoksen hillitsemiseen hiilen sidonnan ja varastoinnin avulla.

Johdannossa todetaan, että *”Metsähallituksen hallinnassa oleviin metsiin kohdistuu monia päällekkäisiä käyttöpainetta ja metsiä hoidetaan monikäyttö-metsinä, jotka mahdollistavat puutuotannon ohella kansalaisten ja sidosryhmien monien muiden tavoitteiden toteutumisen”*.

Lisäksi mainitaan, että *”tavoitteena on kasvattaa hyvälaatuista tukkipuuta ja hyödyntää korkeaa arvo-kasvua”*.

Erikoishakkuuta käytetään erityisalueilla ja -kohteissa sekä *”normaaleissa talousmetsissä kohteissa, joissa*

menetelmän käyttöön on ekologiset ja metsänhoitolliset perusteet”.

”Metsänuudistamisen ja kasvatuksen tavoitteena on saada aikaan taloudellisesti ja nopeasti kullekin kasvupaikalle sopivista puulajeista koostuva tuotava, elinvoimainen, täystiheä ja hyvälaatuinen taimikko.”

”Oikea-aikainen uudistamisajankohta riippuu metsikön puuston todellisesta kasvusta ja kasvun jakaantumisesta puutavaralajeihin, pääomalle asetusta korkovaatimuksesta sekä eri puutavaralajien hintatasosta ja niiden suhteista.”

”Uudistuskypsyyskriteerit perustuvat metsikkökohtaiseen liiketaloudelliseen tarkasteluun.”

”Metsänkasvatuksessa tavoitepuulaji ja tavoitetiheys määräytyy kasvupaikan viljavuuden ja lämpösumman mukaan.”

”Taimikonhoidon tavoitteena on metsänuudistamisen turvaaminen sekä taimikon tiheyden ja puulajisuhteiden säätely niin, että kasvatettava puusto kehittyy kasvatus- ja laatutavoitteen mukaisesti.”

”Kasvatustiheydet voivat vaihdella kasvupaikan tuotoskyvyn ja/tai maantieteellisen sijainnin mukaan, siten että korkeampaa tiheyttä käytetään puuntuotokseltaan paremmilla alueilla (kasvu- paikka, boniteetti tai eteläinen sijainti), kun taas karuilla kasvupaikoilla ja huonoissa lämpöoloissa pohjoisessa tai korkeilla alueilla, missä uudistamisen ja metsänkasvatuksen olosuhteet ovat huonommat, käytetään ohjeen matalampia arvoja.”

”Kasvatushakkuiden tavoitteena on parantaa kasvatettavan puuston laatua, järeytymistä ja puulajisuhteita sekä tuottaa hakkuutuloja. Kasvamaan jätettä-

vien puiden valinnassa otetaan huomioon olemassa olevan puuston laatu, kasvupaikan puuntuotuskyky ja puuston tilajärjestys. Energiapuun korjuu ja puuston joukkokäsittely mahdollistavat rungon tarkemman talteenoton ja korkeamman kokonaiskertymän harvennushakkuussa.”

”Hakkuut tehdään ensisijaisesti laatuharvennukseksi.”

”Harvennuskäytössä sovellettaessa puuston määrä on tarkoituksen mukaista jättää lähelle yläreunaa täystiheissä hoidetuissa metsiköissä, joissa pyritään suureen puuntuotukseen sekä ylitiheydestä kärsineissä, tuuli- ja lumituhoille alttiissa metsiköissä. Harvennuskäytössä alapuoliskoon on perusteltua harventaa sekametsiköt, pystykarsitut männiköt ja muut havupuumetsiköt, joissa pyritään nopeaan järehtämiseen. Lisäksi alapuoliskoa käytetään männiköissä ja koivikoissa, joihin on syntynyt kehityskelpoinen taimikko.”

”Ensiharvennus ajoitetaan vaiheeseen, jossa puuston tiheys, järeys ja kunto sallivat mahdollisimman kannattavan hakkuun, mutta samalla turvataan puuston jatkokehitys.”

”Toinen harvennus ajoitetaan yleensä siten, ettei metsikköä tarvitse enää harventaa ennen päte-hakkuuta.”

”Väljennyshakkuuta voidaan tehdä tiheissä, metsänjärjestelysistä säilytettävissä, uudistuskypsissä metsissä etenkin silloin, kun ne aiotaan uudistaa luontaisesti.”

Energiapuunkorjuu suunnitellaan ja toteutetaan yleensä muun puunkorjuun yhteydessä ottaen huomioon toiminnan kestävyys eri näkökulmista. Energiapuun korjuussa noudatetaan monimuotoisuuden ylläpidon, vesiensuojelun ja maisemanhoidon huomioon ottavia toimintatapoja. Energiapuun korjuu ei saa aiheuttaa haittoja ympäristölle, puuston kehitykselle eikä viivästyttää metsänuudistamista.

Ravinnetalouden hoidolla tarkoitetaan metsämaan ja puuston ravinteiden lisäystä, jolla pyritään parantamaan puuston kasvua ja/ tai terveydentilaa. Kasvatuslannoituksen tavoitteena on puuston nopea ja taloudellinen lisääminen sekä järeytymisestä johtuvan arvokasvun jouduttaminen. Tervehdyttämislannoituksen tavoitteena on puuston ja maaperän ravinnetasapainon parantaminen ja puustotuhojen ehkäisy ja kasvun lisäys.

Suojametsäalueen metsissä sekä niitä etelämpänä olevia metsissä, joissa on korkeudesta johtuva alhainen lämpösumma tai tykky rajoittavat metsätalouden edellytyksiä *”käsittelyssä tavoitteena on luonnonmukaisen vaihtelun säilyttäminen”.*

2.7. PEFC metsäsertifikaatti

Sertifiointikriteeriasiakirjassa johdantokappaleessa todetaan näin:

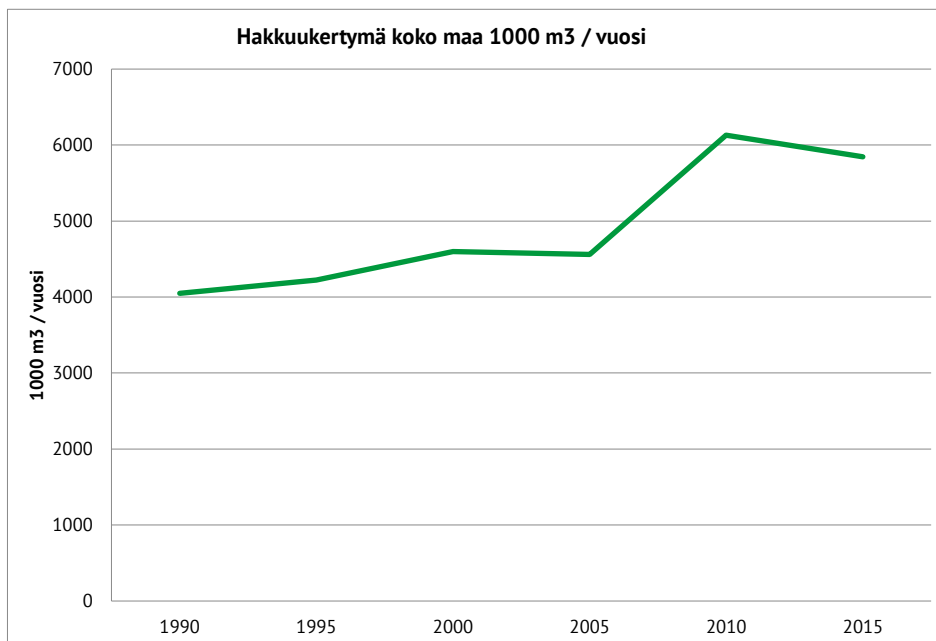
”Suomen metsien kokonaispuuston määrä on noin 2 300 miljoonaa kuutiometriä, ja metsien puuston vuotuinen kasvu yli 100 miljoonaa kuutiometriä. Puuston tilavuus on kasvanut 1970-luvulta lähes 60 prosenttia, koska kasvu on lisääntynyt selvästi enemmän kuin hakkuut. Valtakunnan metsien inventointi aloitettiin Suomessa 1920-luvulla. Metsissä on nykyisin enemmän puuta kuin koskaan aiemmin on inventoitu. Suomessa metsäkasvillisuuden ja metsien maaperän hiilivarastot ovat kasvaneet eli metsät ovat toimineet hiilinieluna. Vuonna 2012 metsien puuston hiilidioksidinielu oli 38 miljoonaa tonnia hiilidioksidia.”

Hiilinielu on huomioitu myös kriteereissä:

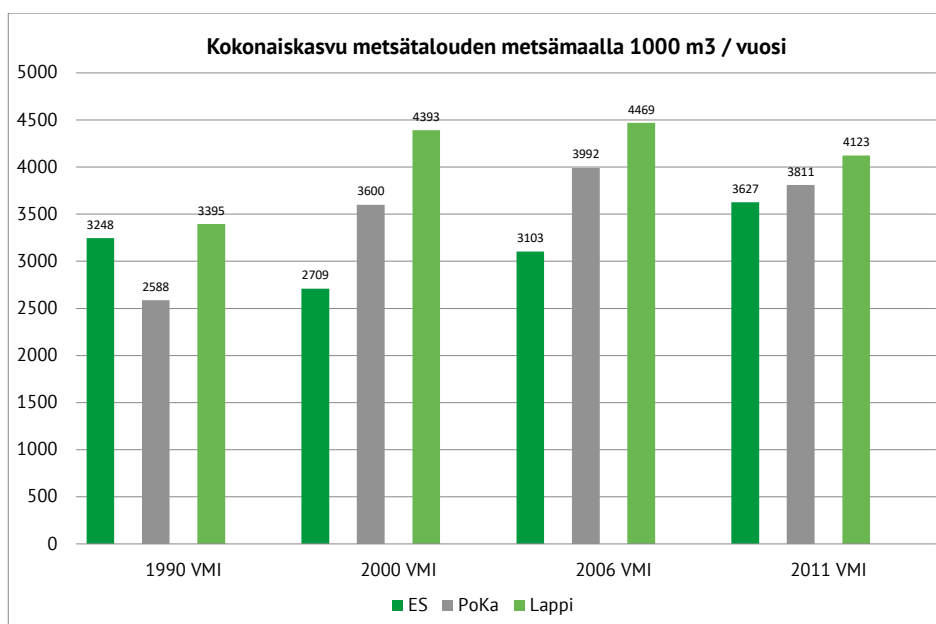
”Kriteeri 2: Metsien puusto säilytetään hiilinieluna. ... Hakkuissa ei ylitetä alueen suurinta kestävä hakuu määrää auditointia edeltävällä viisivuotiskaudella.”

2.8. Metsähallituksen metsien hiilitase

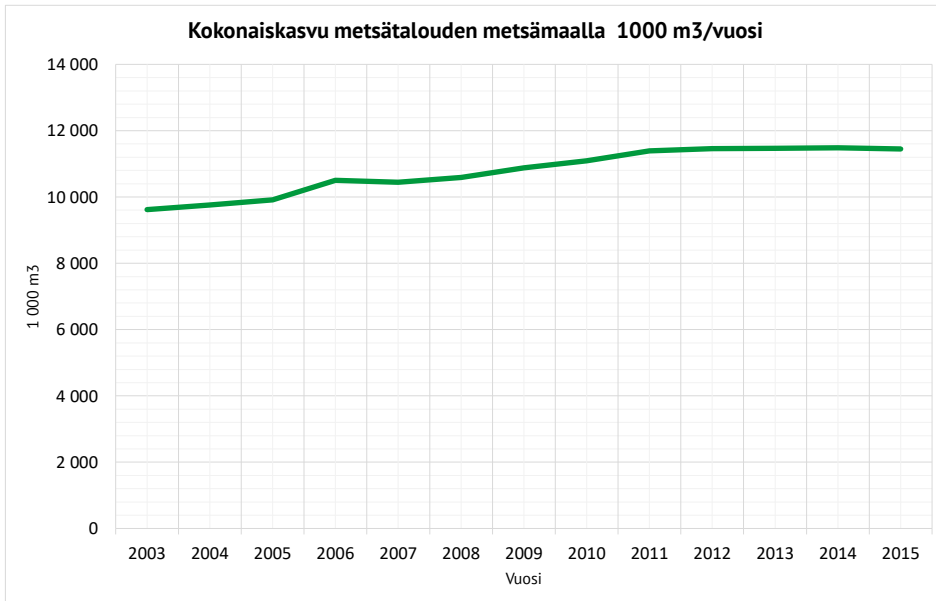
TILASTOKATSAUS



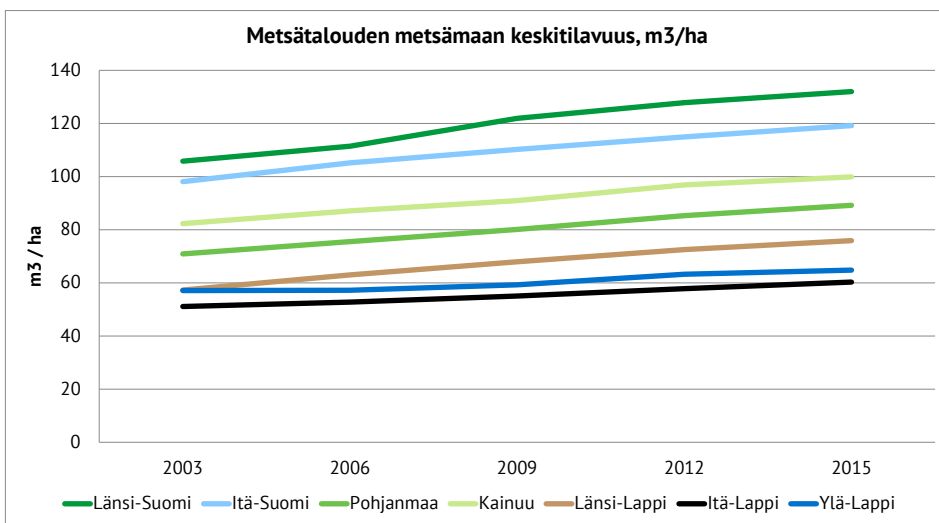
Vuotuinen hakkuukertymä on noussut lähes koko tarkastelujakson ajan noin 4 milj. m³:n tasosta noin 6 milj. m³:n tasoon. Voimakkaimman nousun vaihe ajoittuu vuosien 2005-2010 välille.



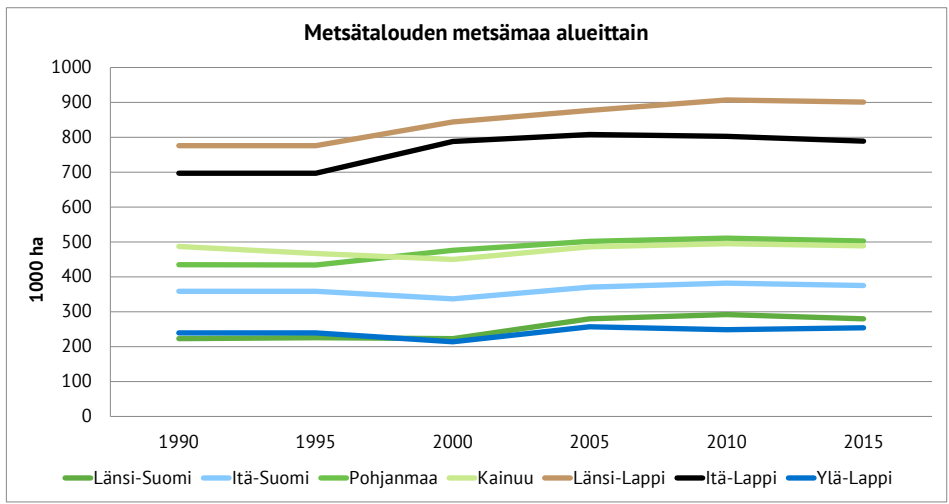
Valtakunnan metsien inventoinnin (VMI) tietojen mukaan kokonaiskasvu metsätalouden metsämaalla oli vuonna 1990 9,2 milj. m³, vuonna 2000 10,7 milj. m³, vuonna 2006 11,6 milj. m³ ja vuonna 2011 samoin 11,6 milj. m³.



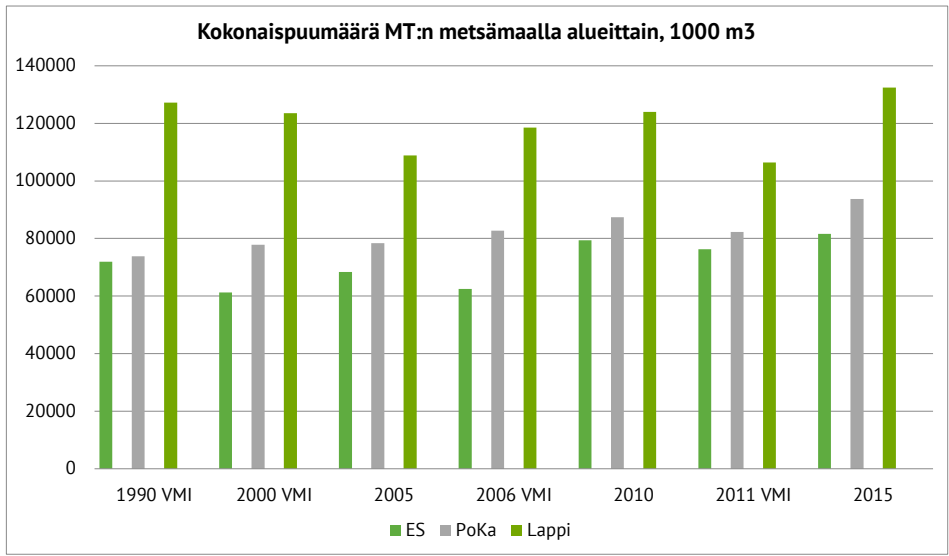
Metsähallituksen omien kuvio-tietojen mukaan metsätalouden metsämaalla vuotuinen kokonaiskasvu oli vuonna 2003 noin 9 milj. m³. Kasvu nousi vuoteen 2011 saavuttaen 11,4 milj. m³ tason.



Metsämaan keskitilavuus on noussut tasaisesti kautta maan.



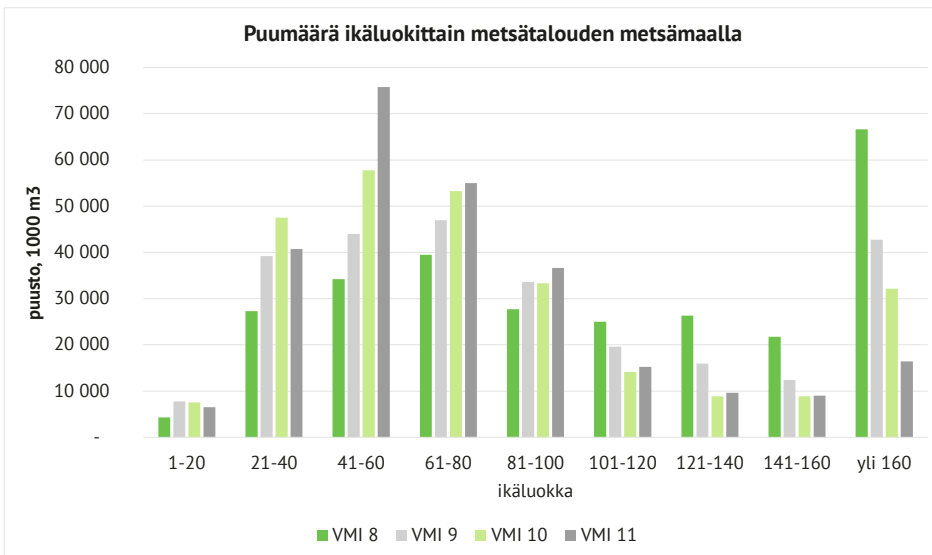
Metsätalouden metsämaan pinta-ala on jokaisessa alueessa vuonna 2015 suurempi kuin tarkastelujakson alussa. Kaikkiaan metsämaan pinta-ala on noussut alkutilanteen 3,2 miljoonasta hehtaarista 3,6 miljoonaan hehtaariin.



VMI-tietojen mukaan kokonaismäärä metsätalouden metsämaalla on pysynyt kohtalaisen vakaana. Se aleni hieman vuodesta 1990 vuoteen 2000. Etelä-Suomessa tilavuuden ja kasvun väheneminen selittyy sillä, että maata on siirtynyt merkittävässä määrin suojeleluun (kts. edellinen graafi). Vuoden 2011 VMI-tietojen mukaan kokonaismäärä on 265 milj. m³.

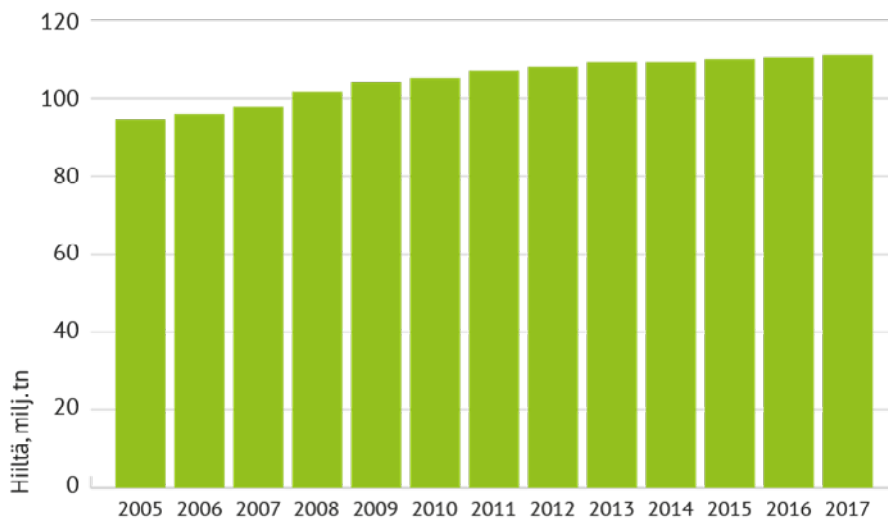
Alueittain VMI-tietojen mukaan kokonaismäärä on Etelä-Suomessa ja Pohjanmaa-Kainuun alueilla vuonna 2011 korkeampi kuin vuonna 1990. Lapissa sen sijaan kokonaismäärää on VMI-tietojen mukaan alentunut koko ajan, sillä vuonna 1990 se oli 127 milj. m³ ja vuonna 2011 enää 106 milj. m³.

Metsähallituksen omien tietojen mukaan kokonaispuumäärä on koko ajan lisääntynyt kaikissa alueissa ollen vuonna 2015 307 milj. m³. Etelä-Suomessa ja Pohjanmaa-Kainuussa VMI-tietojen ja Metsähallituksen omien tietojen välillä ei ole kovin suurta eroa. Sen sijaan Lapissa on Metsähallituksen tietojen mukaan selvästi suurempi kokonaispuusto kuin VMI-tiedoissa (Mh v. 2010 124 milj. m³, VMI v. 2011 106 milj. m³).



VMI-tietojen mukaan kasvatusmetsien ikäluokkien puumäärät ovat lisääntyneet. Puumäärät ovat vähentyneet vastaavasti vanhemmissa ikäluokissa. Yli 100-vuotiaissa metsissä oli vuonna 1990 (VMI 8) 51 % kokonaispuumäärästä. Vuoden 2011 VMI 11 tietojen mukaan yli 100-vuotiaiden metsien osuus oli enää 19 %.

Metsätalousalueiden puuston biomassin hiili (metsä- ja kitumaat)



Hiilitaseen kasvu näyttää, että Metsähallituksen metsänhoito-ohjeet tukevat hiilen sidonnan ja varastoinnin huomioimista. Samaan aikaan puuraaka-ainetta on myös korjattu lisääntyviä määriä puunjalostusteollisuuden tarpeisiin.



Keijo Kallunki

3. AIHEPIIRIN TUTKIMUSTOIMINTA

Metsien roolia ilmastomuutoksen hillitsijänä tutkitaan aktiivisesti. Metsien sitoma ja varastoima hiili, metsien käyttövaikutusten tarkastelu ilmaston suhteen ja puupohjaisten tuotteiden hiilivaikutukset ovat tutkimuksessa keskeisiä teemoja.

Metsien hiilivarasto muodostuu puustosta, muusta kasvillisuudesta ja maaperässä olevasta hiilestä. Aihepiiriä koskevaa tutkimusta ja laskentamenetelmiä on referoitu laajasti tutkimuslaitosten tekemissä tarkasteluissa (esim. Lehtonen ym. 2016) ja Tilastokeskuksen kasvihuonekaasuinventaarioraportissa (Greenhouse Gas Emissions in Finland 1990-2014). Yksittäisiä tiedejulkaisuja ei siten tässä raportissa ole listattu. Metsähallituksen hallinnoimien metsien osalta hiilitasetta on tarkasteltu lyhyellä

menneellä aikajänteellä Metsätutkimuslaitoksen tutkimuksessa (Lehtonen ym. 2011).

Hiilitaseen tarkastelukohteena on pienimmillään tyypillisesti metsikkö. Metsikön eri kehitysvaiheissa sen rooli hiilen sitojana ja varastoijana on erilainen. Metsikkökoh- taista tarkastelua voidaan simuloinnilla laajentaa koske- maan suurempia alueita, lopulta valtakunnan tasoista hiilitasetta. Metsähallituksen pyrkimyksenä on tässä rapor- tissa ollut tarkastella metsien hiilitasetta uudella tavalla vaihtoehtolaskelmin hakkuulaskelman yhteydessä osana taloudellista toimintaa.

Puuston merkitys hiilitaseessa tunnetaan melko hyvin ja metsänkäsittelyn vaikutuksia puustohiilen on mahdollista arvioida laskentamalleilla melko tarkasti. Metsien maape- rässä oleva hiili tunnetaan puuston hiiltä huonommin. Kivennäismailla maaperähiilestä on kuitenkin olemassa

Metsien hiilivarasto muodostuu puustosta, muusta kasvillisuudesta ja maaperässä olevasta hiilestä.

tietämystä niin paljon, että käsittelyvaihtoehtojen tarkasteluun on voitu ohjelmoida laskentamalleja kuten Suomessa kehitetty Yasso. Metsähallituksen käytössä oli Yasso07-malli MELA-laskentatyökaluun yhdistettynä. Yassosta on jo tämän jälkeen tehty uusia versioita. Turvemaiden maaperähiili on monimutkaisempi kokonaisuus ja toistaiseksi kivennäismaiden hiiltä huonommin tunnettu. Metsänkäsittelyn vaikutusten laskennallinen tarkastelu turvemaiden maaperähiileen sisältää nykymalleilla merkittävästi enemmän epävarmuutta kivennäismaihin verrattuna. Metsikkökohdaisissa tarkasteluissa on kivennäismailla havaittu puustoon sitoutuneen hiilen määrän vaihtelun olevan moninkertainen maaperään sitoutuneen hiilimäärän vaihteluun verrattuna yli kiertoaajan tarkasteltuna (esim. Mäkipää ym. 2011, Liski ym. 2001). Maaperän ja juurten sisältämän hiilen määrä voi olla suuruusluokaltaan sama kuin puustihiilen määrä keskimäärin.

Globaalilla tasolla merkittävä tutkimusaihe on myös puuttomien alueiden metsittäminen tai muun biomassan kasvatusta, sekä eri ilmastovyöhykkeiden metsien rooli ja mahdollisuudet hiilivarastoina. (esim. Erb ym. 2018). Asian suuresta globaalista merkityksestä huolimatta Metsähallituksen toiminnan osalta puuttomien alueiden metsityk-

sellä ei juuri ole roolia. Tulevaisuudessa lähinnä käytöstä poistuvat turvetuotantoalueet voivat olla metsityskohteita. Merkittävä näkökulma metsissä kokonaishiilitaseen kannalta ovat puusta valmistettavat tuotteet. Puulla voidaan korvata fossiiliperäisiä raaka-aineita tuotteissa ja energian tuotannossa. Parhailaan asiaa tutkitaan mm. Itä-Suomen yliopiston FORBIO-hankkeessa. Kotimaista ja eurooppalaista päätöksentekoa palvelevia eri laajuisia selvityksiä puutuotteiden ilmastovaikutuksista on tehty lukuisia.

Puuraaka-aineen kaskadikäyttö, eli ohjautuminen mahdollisimman arvokkaaseen käyttöön on ollut esillä vahvasti eurooppalaisessa päätöksenteossa. Ilmaston kannalta on hyödyllisintä, että puu ohjautuisi pitkäkestoiseen varastoon tuotteissa, joiden käyttöaika on pitkä, kuten rakennukset. Hiilen säilymistä puutuotteissa on tarkasteltu mm. puoliintumisajan kautta, jolloin kullekin tuotteelle tai tuoteluokalle on esitetty aika, jonka kuluttua kyseisen tuotteen sisältämästä hiilestä puolet on vapautunut. Tarkastelua voidaan arviona johtaa puutavaralajikohtaiseksi hyödyntämällä tietoa puutavaralajien käytöstä eri tuotteiden valmistukseen.

Hyvin toimivat puumarkkinat mahdollistavat puun ohjautumisen arvokkaimpaan käyttöön. Tavaralajeilla on selkeät tilastoinnista todennettavat hintaerot. Keskitetty koordinaatio Metsähallituksessa puukaupan, metsätalouden suunnittelun sekä puunkorjuun ja kaukokuljetuksen toteutuksen välillä mahdollistaa leimikoiden puutavaralajien ohjautumisen mahdollisimman optimaalisella tavalla.

Yhteistyö tutkijoiden kanssa

Projektin alussa ja sen kestäessä käytiin aiheeseen liittyvää keskustelua Luonnonvarakeskuksen (Luke) tutkijoiden kanssa. Syyskuussa 2017 pidetyssä palaverissa projektiryhmä sai arvokasta tietoa ja ideoita, joita työssä oli hyvä ottaa huomioon. Keskustelun myötä pystyttiin paremmin kohdistamaan projekti panokset oikeaan suuntaan. Projektin edetessä keskusteluyhteyttä pidettiin yllä sähköpostitse ja mukaan liittyi myös uusia henkilöitä. Projektin alustavat tulokset esiteltiin Luke:n tutkijoille webinaarissa 26.3.2018. Yhteistyössä ovat Luke:n puolelta olleet mukana Pasi Rautio, Hannu Salminen, Eero Mikkola, Alekski Lehtonen, Taneli Kolström ja Paula Ollila (tyyppipäästöt).



4. LUOKITUS

4.1. Luokitusperiaatteet

- Luokituksessa käytettävät tekijät ovat kaikki Metsähallituksen metsävaratiedon ominaisuustietoja tai arvoja, jotka on laskettu ominaisuustietojen perusteella.
- Luokituksen pääjako perustuu kuvioiden käsittelyluokkaan. Käsittelyluokka johdetaan maan käyttö-, luontokohde- ja käyttörajoitustiedoista. Rajoittamattomaan metsänkäsittelyyn on tässä tarkastelussa katsottu kuuluvan käsittelyluokat 10 ja 20. Rajoitetun metsänkäsittelyn piiriin on katsottu kuuluvan käsittelyluokat 30-50. Käsittelyluokka 60 on metsätaloustoiminnan ulkopuolella.
- Luokitustekijät perustuvat pääosin voimassa oleviin metsänhoito-ohjeisiin.
- Aluejako on sama, jota käytetään metsänhoito-ohjeissa:
 - » Etelä-Suomi, lämpösumma yli 1200 dd

- » Väli-Suomi, lämpösumma yli 1000 dd mutta enintään 1200 dd
- » Pohjois-Suomi, lämpösumma enintään 1000 dd
- Luokitus perustuu puustoon. Maaperähiiltä ei ole huomioitu.

Aluksi luokitusta kehitettäessä oli tarkoitus määrittää kullekin kuviolle sen alueellisen sijainnin ja kasvupaikan perusteella kasvun tavoitetaso, johon sitten todellista kasvua olisi verrattu. Tavoitteena oli perustaa luokittelu tähän kasvuvertailuun. Tavoitekasvujen määrittelyä varten tehtiin kuviotietokannasta kasvukuvaajat kasvupaikoittain ja metsätiimeittäin. Tämä tarkastelu osoittautui kuitenkin monimutkaiseksi, eikä laskentakaavoja saatu toimimaan toivotulla tavalla, joten projektiryhmä joutui hylkäämään tämän lähestymistavan.

Luokituksen lähtökohdaksi päätettiin ottaa kuvioaineistosta määritellyt keskikasvut ja kasvuprosentit, joita käytettiin nielujen määrittelyjen perustana.

Luokituksen lähtökohdaksi päätettiin ottaa kuvioaineistosta määritellyt keskikasvut ja kasvuprosentit, joita käytettiin nielujen määrittelyjen perustana. Nielujen luokituksessa raja-arvoina ovat kasvuprosentti (2 %) ja vuotuinen kasvu ($2 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{v}$). Raja-arvot on valittu kuvioaineistosta tehtyjen kasvukuvaajien perusteella (liitteet 1 ja 2). Kasvuprosenttikuvaajista huomaa, että alueittain kasvuprosentti laskee noin 2 % tasolle kutakuinkin siinä ikävaiheessa, joka on metsänhoito-ohjeessa määritelty uudistamisen minimi-ikäksi. Vuotuisen kasvun osalta havaitsee liitteessä olevia kasvukuvaajia katsoessaan, että Etelä- ja Väli-Suomen oloissa asetettu raja ($2 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{v}$) ei ole mitenkään vaativa, eli enin osa metsikoista on tuon kasvurajan yläpuolella suurimman osan kiertoajasta. Raja vaikuttaakin enemmän vasta Lapissa. Tuon rajan ensisijainen tarkoitus onkin karsia parhaiden hiilinielujen luokasta (karttuva hiilinielu) pois sellaiset kuviot, joissa alhaisen puuston kokonaistilavuuden vuoksi aika vaatimaton kokonaiskasvu on voinut nostaa kasvuprosentin tähän nieluluokkaan oikeuttavalle tasolle.

Useissa tutkimuksissa on todettu, että nuorilla taimikoilla ei ole merkitystä hiilinieluinä. Ne on tässä luokittelussa erotettu omaan luokkaan (kehittyvä hiilinielu). Luokan rajat on valittu liitteessä 1 olevien kasvukuvaajien perusteella. Valittuja ikärajoja nuoremmassa taimikoissa kasvut ovat kuvaajien mukaan vielä hyvin alhaisella tasolla.

Rajoitetun metsänkäsittelyn metsät sijoitettiin omiin luokkiinsa. Näiden metsien käsittelyssä pitää huomioida muita arvoja ja käyttömuotoja tavanomaista painokkaammin. Pääsääntöisesti näillä alueilla pyritään säilyttämään peitteinen metsänkuva. Metsätalouden osalta tingitään parhaasta mahdollisesta puuntuotannosta. Sen vuoksi luokituksessa päätettiin, että emme käytä samoja kasvuun perustuvia tekijöitä, kuin rajoittamattoman metsänkäsittelyn piirissä olevissa metsissä. Nielumerkityksen rinnalla näissä metsissä nousee painokkaasti mukaan varastomerkitys, johtuen em. peitteisen metsänkuvan tavoittelusta.

Hakkuulaskelmien laadinnassa näistä rajoitetun metsänkäsittelyn metsistä puhutaan ”jatketun kiertoajan metsinä”. Nimitys tulee siitä, että hakkuulaskennassa näiden metsien uudistamistahti on rajoitettu 0,7 % vuositason tasolle. Luokituksessa päätettiin ottaa lähtökohdaksi metsänhoito-ohjeeseen kirjatut alueelliset uudistamisen minimi-ikä. Näitä ikärajoja säädettiin käyttämällä Mela-laskelmien kerrointa 0,7, tässä tapauksessa tosin jakaen sillä em. minimi-ikä, jolloin tuloksena muodostuu luokkarajaksi ns. jatketut kiertoajat. Ne sopivat hyvin näiden metsien luonteeseen. Kuvioaineistosta tehty tilastollinen tarkastelu osoittaa, että runsaspuustoiset metsät sijoittuvat pääosin määritettyjä ikärajoja vanhempiin metsiin. Vastaavasti paikalliset olosuhteet huomioiden vähintäänkin kohtuullisessa kasvussa olevat metsät ovat pääsääntöisesti mainittuja ikärajoja nuorempia metsiä.

Metsätalouden harjoittamisen piirissä olevat tuottavat turvemaat on luokiteltu samalla tavalla kuin kivennäismaat.

Ojittamattomat turvemaat sekä ojitus- tai ylläpitokelvottomat turvemaat on luokiteltu varastopainotteisiin luokkiin (karttuva hiilivarasto ja merkittävä hiilivarasto). Niiden osalta luokkajako perustuu puuston kokonaistilavuuteen. Raja-arvona on käytetty $50 \text{ m}^3/\text{ha}$. Myös kaikki kitumaat on luokiteltu samalla tavalla puuston kokonaistilavuuden perusteella. Kitumaat, joiden puuston kokonaistilavuus on alle $10 \text{ m}^3/\text{ha}$ on viety luokkaan 6 muut maat.

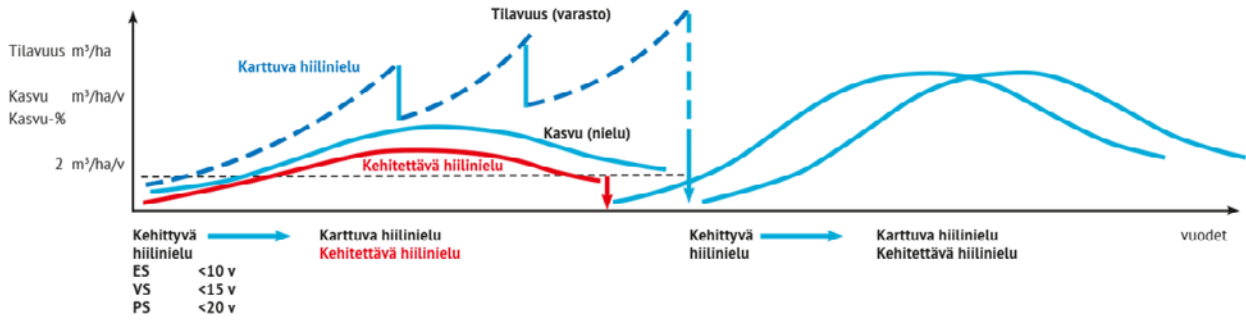
Maaperähiilen osalta projektiryhmä perehtyi useisiin asiaa käsitteleviin tutkimuksiin. Lopputulemana todettiin, että maaperän hiilivarastot ovat suuruudeltaan hyvin merkittävät. Maaperähiilivaraston muutokset noudattavat jossain määrin puustossa tapahtuvia muutoksia. Maaperässä muutokset eivät kuitenkaan ole samaa suuruusluokkaa kuin puustossa (Mäkipää ym. 2011. J. For. Planning 16: 107-120).

Maaperähiilen osalta on selvä ero kivennäismaiden ja turvemaiden osalta. Turvemaat ovat monessa tapauksessa merkittävä hiililähde, johon kylläkin voidaan vaikuttaa pohjavesipinnan tasolla ja puuston käsittelyllä.

Tämän projektin puitteissa ei pystytty löytämään sellaisia tekijöitä, joiden perusteella olisi voitu ottaa maaperähiili mukaan luokittelutekijäksi. Asiaan liittyvää tutkimusta pitäisi tehdä edelleen lisää.

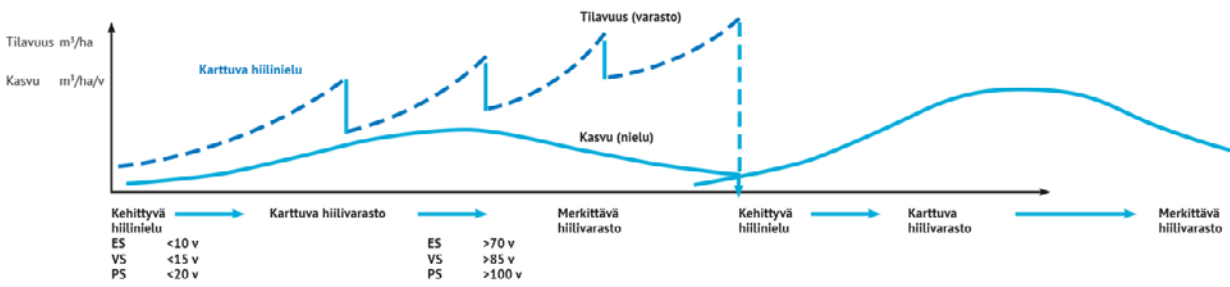
4.2. Metsiköiden kehityskuvaajat ja luokitus

HIILINIELUKOHOEET



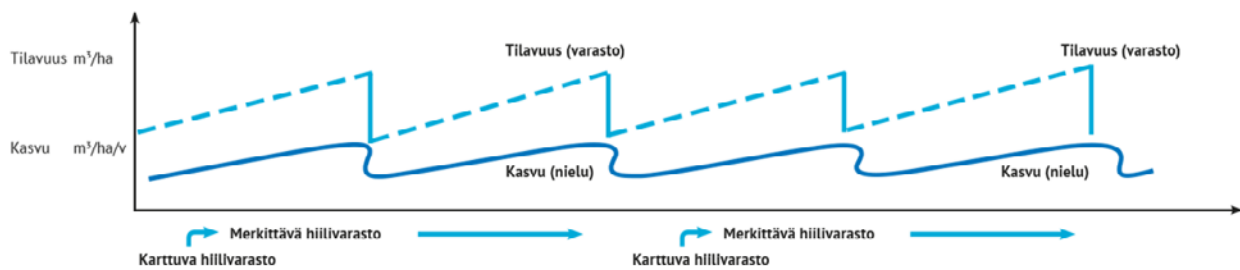
HIILIVARASTOKOHOEET

- Jaksollinen metsänkasvatus



HIILIVARASTOKOHOEET

- Peitteellinen metsänkasvatus



Hiilinelukohteet ovat metsiköitä, joiden käsittelyä ei ole rajoitettu muun maan- tai metsänkäyttötarpeiden vuoksi. Täten niiden käsittelyn tavoitteena on mahdollisimman hyvä puuston kasvu ja tätä kautta hiilensidonta.

Hiilinelukohteet ovat metsiköitä, joiden käsittelyä ei ole rajoitettu muun maan- tai metsänkäyttötarpeiden vuoksi. Täten niiden käsittelyn tavoitteena on mahdollisimman hyvä puuston kasvu ja tätä kautta hiilensidonta. Ottaen huomioon myös puuston käsittelyyn liittyvät puuntuotannolliset ja liiketaloudelliset tavoitteet (puiden järeytyminen aines- ja tukkipuiksi) optimikasvuun päästään noudattamalla nykyisiä metsänhoito-ohjeita. Tämä tarkoittaa, että hiilinelukohteilla tulee pyrkiä käyttämään nykyisiä uudistamismenetelmiä, taimikonhoitoperiaatteita ja harvennuskasvutalouksia. Toimenpiteiden oikea ja mahdollisimman tarkka ajoitus pitää latvukset elinvoimaisena, mikä ylläpitää hyvää puuston kasvua ja järeytymistä. Tällöin kullakin kasvupaikalla on optimaalinen tuotantopuusto ja kasvupaikan tuotantokyky on täysimääräisessä käytössä. Taimikko tulee pyrkiä saamaan nopeasti aikaan ja huolehtimalla sen varhaishoitosta metsikkö siirtyä luontaisen kasvurytmin mukaisesti suurimpaan tilavuuskasvuvaiheeseen (ks. Kaavakuva 1 kehittyvä hiilinelu → karttuva hiilinelu). Tilavuuskasvuhuipun jälkeen metsikön hiilensidontan painopiste muuttuu nielusta varastopainotteiseksi. Kierroajan lopussa hiilinelukohteillakin on täten myös yhä enemmän hiilivarasto-ominaisuutta.





Voi olla myös tilanteita, joissa hiilinelukohteilla puusto ei tiheydeltään tai puulajisuhteiltaan ole kasvupaikan puuntuotantokyvyn kannalta paras mahdollinen esim. metsänuudistamiseen liittyvien ongelmien ja metsätuhojen vuoksi. Myös kasvupaikan tuotantokyky voi olla alentunut kunnostusajon viivästymisen takia. Tällöin myöskään puuston kasvu (hiilensidonta) ei ole paras mahdollinen (ks. kaavakuva 1 → kehitettävä hiilinelu). Voidaan puhua myös vajaatuottoisista metsistä, jolloin luokituksen mukaisesti metsikön kasvuprosentti jää alle 2:n tai itse kasvu jää alle




2 m³/ha/v. Tällöin metsänhoidollisilla toimenpiteillä tulee pyrkiä nostamaan metsikkö optimaaliselle kasvu-uralle esim. harvennuksin ja tekemällä kunnostusajon. Mikäli toimenpiteillä ei voida korjata tilannetta, niin metsikkö voidaan metsänhoito-ohjeen mukaisesti uudistaa ennenaikaisesti.

Tasaikäisrakenteisina kasvatettavien hiilivarasto-ominaisuuksien luontaiseen kehitykseen sisältyy myös metsiköiden kasvun lisääntyminen taimikkovaiheesta aina suurimman vuosittaisen kasvun vaiheeseen (ks. kaavakuva 2 kehittyvä hiilinelu → karttuva hiilivarasto). Kasvun taitepisteen jälkeen metsiköiden hiilivarasto-ominaisuus lisääntyy ja jatkamalla puuston kasvatusta selvästi yli normaalin metsikön uudistamisiän kohteisiin sitoutuu merkittävästi hiiltä (ks. kaavakuva 2 → merkittävä hiilivarasto). Vaikka hiilivarasto-ominaisuuksien lisääntyminen sisältyy puuntuotannollisia rajoitteita (esim. uudistusalan koko ja määrä, säästöpuuston määrä) tulee metsiköitä hoitaa näiden rajoitteiden puitteissa niin, että kasvatettavan puuston elinvoima säilyy ja kasvu (hiilensidonta) säilyy hyvällä tasolla.

Peitteellisessä metsänkasvatuksessa hiililuokkien (ks. kaavakuva 3 karttuva hiilivarasto ↔ merkittävä hiilivarasto) määrittely tapahtuu laskennallisesti metsikön keski-ikä perusteella. Käytännössä luokkien määrittäminen ei ole ehkä näin täsmällistä, koska metsikköön voi sisältyä hyvin useassa eri kehitysvaiheessa olevia puustoja. Ensin mainittuun hiililuokkaan lukeutuvat alle normaalin uudistamisiän metsiköt, joissa kasvu on suurinta, mutta joihin sisältyy myös osaltaan varasto-ominaisuutta. Tässä luokassa ajatellaan olevan metsiköt, joiden kasvu lähtee kehittymään hakkuun jälkeen. Näistä metsiköistä on siis poistettu järeintä puustoa ja poimintahakkuun ja mahdollisten pienalojen myötä tuotantopuuston määrä on alhaisimmillaan. Jälkimmäiseen luokkaan sisältyvät hakkuiden välisen kasvatuksen loppuvaiheen metsiköt, joissa puusto on järeimmillään ja kokonaistilavuus on suurimmillaan. Voitaneen kuitenkin todeta, että verrattuna tasaikäisrakenteisina kasvatettaviin metsiköihin kokonaistilavuus on peitteellisen metsänkasvatuksen metsiköissä keskimäärin pienempi. Tämä on edellytys alla olevan nuoren puuston kehittäminen. Toisaalta peitteellisestä metsänkasvatuksesta puuttuu varsinaisen taimikkovaihe, jossa puuston kasvu ja hiilensidonta ovat pienimmillään.

4.3. Luokat ja niiden määritelmät

NRO	NIMI	SELITE
1	Vähäinen hiilivarasto 	<p>Vähäpuustoiset kitumaat, joutomaat, tiet, linjat, rakennettu maa, muut alueet.</p> <p><i>Puustolla ei ole merkitystä hiilinieluna tai varastona.</i></p>
2	Kehittyvä hiilinielu 	<p>Nuoret kasvavat taimikot ja aukeat alueet. Kehittymässä hyväksi hiilinieluksi.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pääryhmä 11, metsämaa - Lämpösumma > 1200, ikä < 10 v - Lämpösumma 1001-1200, ikä < 15 v - Lämpösumma enintään 1000, ikä < 20 v - Kasvu alle 2,0 m³/ha/v
3	Kehitettävä hiilinielu 	<p>Monikäyttömetsä, jonka puuston määrä ja/tai kasvukunto ei ole ihanne-tasolla.</p> <p>Voi olla tarvetta toimenpiteisiin hiilidioksidin sitomisen kehittämiseksi kasvavaan puustoon.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Metsämaat, käsittelyluokka < 30 - Siemen/suojuspuustot - Kivennäismaat sekä ojitus- ja/tai ylläpitokelpoiset turvemaat - Puustoltaan eivät täytä Karttuva hiilinielu -luokan rajoja - Ikä yli Kehittyvä hiilinielu-luokan rajojen
4	Karttuva hiilinielu 	<p>Monikäyttömetsiä, joiden kunto on hyvä, puustoa on riittävästi ja toimenpiteet on tehty ajallaan.</p> <p>Parhaita kohteita hiilidioksidin tehokkaassa sitomisessa.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Metsämaat, käsittelyluokka < 30 - Ikä yli Kehittyvä hiilinielu -luokan rajojen - Kivennäismaat sekä ojitus- ja/tai ylläpitokelpoiset turvemaat - Kasvu/tilavuus >= 2 % ja kasvu >= 2 m³/ha/v - Ppa > mh-ohjeen alaraja * 1,11 - Jos valtapituus alle 10 m, niin runkolukurajat pääpuulajeittain seuraavasti <ul style="list-style-type: none"> » mänty, > 1000 dd, väh. 1800 r/ha » mänty, <= 1000, väh. 1600 r/ha » kuusi, koko maa, väh. 1600 r/ha » muut, koko maa, väh. 1600 r/ha

5	<p>Karttuva hiilivarasto</p> 	<p>Rajoitetun metsänkäsittelyn piirissä olevat nuorehkot metsät, esimerkiksi maisema- ja virkistysmetsät, metson soitimet, yms.</p> <p>Hyvä kohde puustoon sitoutuneen hiilen varastointiin. Kohteen puustossa on jonkun verran hiiltä sitoutuneena ja kyky sitoa lisää on paikalliset olosuhteet huomioiden hyvä.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Metsämaat, käsittelyluokka ≥ 30 ja < 60 - ikä yli Kehittyvä hiilinielu -luokan rajojen - iän ylärajat seuraavasti: <ul style="list-style-type: none"> » lämpösumma > 1200, ikä < 70 v » lämpösumma $1001-1200$, ikä < 85 v » lämpösumma ≤ 1000, ikä < 100 v - Kitumaat sekä metsämaan suot, jotka ovat ojittamattomia tai ojitus- ja ylläpitokelvottomia <ul style="list-style-type: none"> → tilavuus $< 50 \text{ m}^3/\text{ha}$ ja $\geq 10 \text{ m}^3/\text{ha}$
6	<p>Merkittävä hiilivarasto</p> 	<p>Rajoitetun metsänkäsittelyn piirissä olevat varttuneet metsät, esimerkiksi maisema- ja virkistysmetsät, metson soitimet yms.</p> <p>Paras kohde puustoon sitoutuneen hiilen varastointiin. Puustossa on runsaasti hiiltä sitoutuneena. Kyky sitoa hiiltä on alentunut.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Metsämaat, käsittelyluokka ≥ 30 ja < 60 - ikä yli Kehittyvä hiilinielu -luokan rajojen - iän ylärajat seuraavasti: <ul style="list-style-type: none"> » lämpösumma > 1200, ikä ≥ 70 v » lämpösumma $1001-1200$, ikä ≥ 85 v » lämpösumma ≤ 1000, ikä ≥ 100 v - Kitumaat sekä metsämaan suot, jotka ovat ojittamattomia tai ojitus- ja ylläpitokelvottomia <ul style="list-style-type: none"> → tilavuus $\geq 50 \text{ m}^3/\text{ha}$
7	<p>Pysyvä hiilivarasto</p> 	<p>Metsätaloustoiminnan ulkopuoliset alueet. Pääasiassa erilaisia luontokohteita sekä muita metsätalouden ulkopuolelle rajattuja alueita.</p> <p>Hiilivarasto, joka kehittyy luonnonprosessien kautta, varasto voi myös vähentyä lahoamisen myötä. Ei metsätaloustoimenpiteitä.</p>

Liitteessä 3 on esitetty kooste luokituksesta.



5. METSIEN HOIDON JA KÄYTÖN TAVOITTEET

5.1. Keinovalikoima

Ennen metsien hoidon ja käytön tavoitteiden asettamista tarkasteltiin erilaisten metsänkäsittelytoimenpiteiden vaikutuksista.

Sen lisäksi, että toimenpiteiden merkityksiä ja vaikutuksia tarkasteltiin hiilen sidonnan ja varastoinnin kannalta, niiden vaikutuksia tarkasteltiin myös maaperähiilen, liiketalouden, monimuotoisuuden, vesiensuojelun, virkistyskäytön, riistan ja porotalouden kannalta. Arviointi tehtiin samalla periaatteella, kuin ympäristönäkökarttoitus:

- ,+ toimenpiteen vaikutus arvioitavaan asiaan on kohtalainen (haittaava/parantava)
- ,+ + toimenpiteen vaikutus arvioitavaan asiaan on merkittävä (haittaava/parantava)

Arvioinnin perusteella saatiin muodostettua käsitys kunkin tarkastellun toimenpiteen käyttökelpoisuudesta ilmastonmuutoksen hillinnässä.



Arvioinnin mukaan hiilen sidontaan vaikuttavimpia toimenpiteitä ovat lannoitus, kunnostusojitus, uudistaminen käyttäen jalostettuja siemeniä ja taimia, vajaatuottoisten metsien uudistaminen ja metsittäminen.

Arvioinnin mukaan hiilen varastointiin vaikuttavimpia keinoja ovat kasvatustiheyden nostaminen, kiertoajan pidentäminen, metsätalouden rajoittaminen muiden käyttömuotojen hyväksi, peitteelliset metsänkäsittelytavat ja huonotuottoisten ojitettujen soiden ennallistaminen. Tärkeimpien toimenpiteiden vaikutuksista luotiin tarkempi kuva hakkuulaskelmien avulla.

Arviointitaulukko on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 4.

5.2. Luokitaiset metsien hoidon ja käytön tavoitteet

Metsien käsittelyä ohjaavat ensisijaisesti [metsänhoito-ohje](#) (mh-ohje) sekä [ympäristöopas](#). Toimenpidekohtaiset yksityiskohtaiset ohjeet ja suositukset löytyvät em. dokumenteista. Niiden viimeisimmät versiot löytyvät ympäristö- ja laatukäsikirjasta.

<p>Vähäinen hiilivarasto</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Ojitettujen suoalueiden ennallistaminen mahdollisuuksien mukaan ja silloin, kun sopivia kohteita saadaan sijoitettua kunnostusojitustyömaiden yhteyteen (kohdevalinnassa huomioitava mahdolliset metaanipäästöt). - Muusta käytöstä palautuvat alueet metsitetään mahdollisimman pian (turvesuot, soranottoaikat, viljelykäytöstä poistuvat alueet).
<p>Kehittyvä hiilinielu</p> 	<p>Metsien hoidossa tavoitteena on, että kuvio on mahdollisimman lyhyen ajanjakson sijoittuneena tähän luokkaan.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Uudistamistoimenpiteissä ”kuuma ketju”. - Maanmuokkaus metsänhoito-ohjeiden mukaan, välttämättä tarpeetonta maanpinnan rikkomista - Uudistaminen ensisijaisesti viljelemällä jalostetulla materiaalilla - Puulajivalinta mh-ohjeen kasvupaikkasuosituksia noudattaen. - Huolehditaan siitä, että taimikonhoitotoimenpiteet tehdään ajallaan. Taimikon kasvatustiheydet mh-ohjeen mukaisesti. - Taimikot inventoidaan ohjeiden mukaisesti, tarvittaessa täydennys.
<p>Kehitettävä hiilinielu</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Metsien hoidossa tavoitteena on ylläpitää vähintään nykyinen puuntuotantotaso ja mahdollisuuksien mukaan parantaa sitä. - Alle ohjetyydyden olevissa metsiköissä selvittävää syy, miksi tilanne on sellainen. - Jos maaperän kasvupotentiaali on hyvä, on puuston puuntuotantokyky pyrittävä palauttamaan hyvään tilaan. Tarvittaessa metsikkö uudistetaan. - Ojitettujen alueiden ojaverkoston kunto tarkastetaan ja tehdään tarvittavat kunnostustoimenpiteet.
<p>Karttuva hiilinielu</p> 	<p>Metsien hoidossa tavoitteena on ylläpitää hyvä puuntuotantotaso ja mahdollisuuksien mukaan jopa parantaa sitä.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tunnistetaan metsien laatuero ja käytetään tietoa hyväksi päätettäessä metsänhoitomenetelmistä ja niiden ajoituksesta. - Lannoitus mh-ohjeen mukaan. - Kasvatushakkuut mh-ohjeen mukaan. - Kunnostusojitukset ajallaan. Kohdevalinnassa oltava huolellinen. - Uudistamisen ajankohdan määrittelyssä huomioitava kasvutilanne. Hyvässä kasvussa olevia metsiä ei uudisteta. - Hyvälaatuiset metsät kasvatetaan järeämmiksi.

Karttuva hiilivarasto

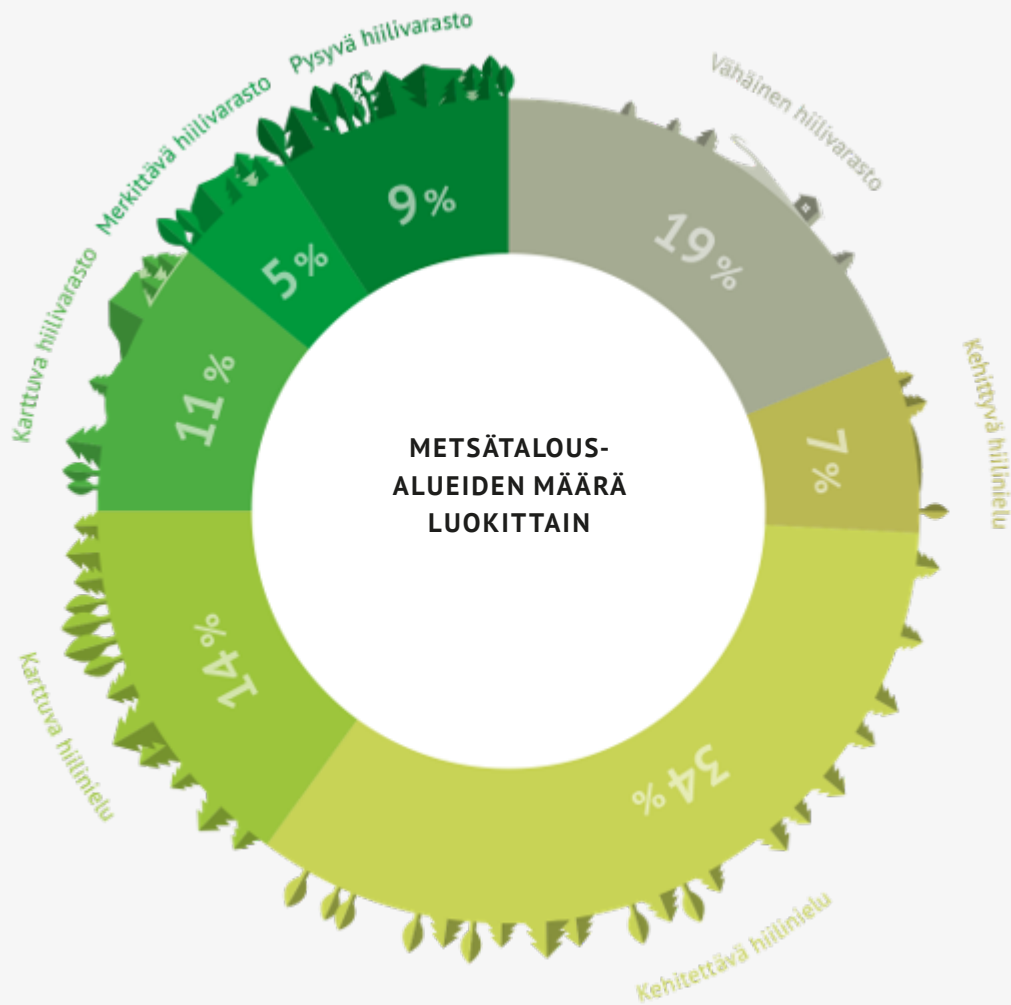
- Metsien käsittelyssä huomioidaan alueiden erityisluonne.
- Käsittelyissä säilytetään maisematasolla peitteellinen metsänkuva.
- Toimenpiteissä jätetään useimmilla kohteilla runsaampi määrä säästöpuustoa.
- Taimikonhoidossa ja kasvatushakkuissa jätetään riittävä (ohjeiden mukainen) puusto hyödyntämään hiilen sidontakyky. Pidetään metsiköt mahdollisimman puustoisina, jollei jostain erityisyydestä (maisema, poronhoito, luonnonhoito) pyritä harvempaan puustoon.
- Suositetaan kerroksellista metsänkuvaa.
- Ns. passiivikohteiden puuston metsänhoidollinen käsittely kuten mh-ohjeeseen on kirjattu. Kohteita ei pääsääntöisesti kunnostusojiteta.

Merkittävä hiilivarasto

- Metsien käsittelyssä huomioidaan alueiden erityisluonne.
- Käsittelyissä säilytetään maisematasolla peitteellinen metsänkuva.
- Toimenpiteissä jätetään useimmilla kohteilla runsaampi määrä säästöpuustoa.
- Käytetään luontaista uudistamista siellä missä sille on edellytykset.
- Uudistamisen kannalta vaikeissa olosuhteissa käytetään eri-ikäisrakenteista metsänhakkuuta
- Suositetaan kerroksellista metsänkuvaa.
- Kiertoajan pidentäminen.
- Huonotuottoisten ojitettujen soiden ennallistaminen (kohdevalinnassa huomioitava mahdolliset metaanipäästöt).

Pysyvä varasto

- Ei metsätaloustoimenpiteitä.



Puolustusvoimien alueilla sekä Luonnonvarakeskuksen tutkimusmetsissä toimitaan yhteisesti sovittujen erillisten menettelytapojen mukaisesti.

Tuhojen ennaltaehkäisy/torjunta on tärkeää kaikkialla monikäyttömetsissä. Jo syntyneet tuhot pitää kirjata paikkatietojärjestelmään, jolloin sitä kautta saadaan luotua kuva eri tuhoille alttiista alueista. Tuhot tulee kartoittaa viivyttämättä ja mikäli toimenpiteisiin on tarvetta, ne tulee suunnitella ja toteuttaa heti kun se on mahdollista. Riskialueiden tunnistamista paikkatietoaineistojen avulla selvitetään ja seurataan aktiivisesti aiheeseen liittyvää tutkimus- ja kehittämistoimintaa.

Säästöpuiden sekä säästöpuuryhmien sijoittamisessa tulee huomioida tuhoherkkyys. Erityisesti tuulituhoalttius on sijoittelussa mahdollisuuksien mukaan huomioitava. Tervasrosopuita ei jätetä säästöpuiksi.

Säästöpuiden sekä säästöpuuryhmien sijoittamisessa tulee huomioida tuhoherkkyys. Erityisesti tuulituhoalttius on sijoittelussa mahdollisuuksien mukaan huomioitava.



6. HAKKUULASKELMAT

6.1. Lähtökohdat

- Laskelmissa käytetään Silvian kuvioaineistoja. Ne ovat ajantasaisia, mutta aineiston koko kasvaa helposti niin suureksi, että se hidastaa laskentaa. Tämä tulee huomioida laskenta-alueiden valinnassa.
- Laskelmilla pyritään saamaan esiin ilmiöt ja niiden suunta. Siihen päästäkseen laskennan muotoilussa liioittelu on sallittu ja ehkä jopa toivottavaa.
- Ensimmäisellä laskelmakerroksella tarkastellaan yhtä tekijää kerrallaan.
- Puuston hiilimuuttujat mukaan, samoin maaperähiili (YASSO)
 - » ei saada absoluuttisia maahiilen arvoja mutta eri laskelmia voi verrata keskenään
- SK4 (suurimman kestävä hakuu määrän arvio käytettäessä diskonttaus korkokantaa 4)
- Hiilen huomioimisen hinta pyritään saamaan laskelmista esiin ns. vaihtoehtoiskustannusperiaatteella (nykyarvojen erot → hiilen huomioimisen hinta?)
- Laskentajaksot 4*10 v. Kiertoaikalaskelmasta myös 100 vuoden laskentakauden laskelma ja sille vertailukohtaksi nykytilanelaskelma yhtä pitkällä laskentakaudella.

6.2. Laskelmavaihtoehdot

- Nykytilanne (ilman lannoitusta)
- Kiertoaikalaskelma
 - » + 2 cm
 - » + 10 v
- Kasvatustiheys
 - » + 3 yksikköä leimausrajaan (yläkäyrä)
 - » + 2 yksikköä harvennusrajaan (alakäyrä)
 - » + 20 % parametriin 'runkoluku harvennuksen jälkeen'
- Lannoitus
 - » MELAn esittämät lannoitukset (MELA esittää 'enemmän kuin tarpeeksi')
- YV alkutilanne (→ "ylimääräiset" käytön rajoitukset eliminoidaan)
- Kiertoaikoihin lisätään 40 v ja uudistaminen ohjataan tapahtumaan yksinomaan iän perusteella

Laskenta-alueiksi valittiin yksi toimintapiiri kultakin metsänhoito-ohjeen mukaiselta lämpösumma-alueelta.

- Lämpösumma-alue yli 1200 dd:tä: Järvi-Suomi 260, piiri 50 Sulkava
- Lämpösumma-alue 1000-1200 dd:tä: Keski-Pohja 340, piiri 60 Pyhäntä
- Lämpösumma-alue alle 1000 dd:tä: Keski-Lappi 460, piiri 30 Järvikylät

6.3. Laskelmatuloksia

Vertailukohtana tarkastelussa on ns. metsälakilaskelma. Siinä on mukana vain lakisääteisesti vaadittu luonnonhoidon taso. Metsähallituksen omat, lakitason yli menevät kohteet ovat metsälakilaskelmassa normaalissa metsätaloustoiminnassa. Laskelmia vertailtiin seuraavien tekijöiden avulla: puuston tilavuus, nettokasvu, tuottoarvo, nettotulot, kokonaispoistuma, hakkuukertymä, tukkipuukertymä, hakkuupinta-ala, uudistushakkuupinta-ala, harvennushakkuupinta-ala, puuston hiili, hakkuutähteen hiili, maaperähiili, luonnonpoistuman hiili ja maaperähiilen kasvu. Tuloksia kuvaaviin graafeihin valittiin hakkuukertymä, tuottoarvo ja puuston hiili (liite 5).

Nettotulojen nykyarvon (4 %) osalta lannoituslaskelma ylittää kutakuinkin samaan kuin vertailulaskelma. Nykytoiminnan tulos on 2-3 % alempi ja kasvatustiheyden 4-5 %

Laskelmilla pyritään saamaan esiin ilmiöt ja niiden suunta. Siihen päästäkseen laskennan muotoilussa liioittelu on sallittu ja ehkä jopa toivottavaa.

alempi. Kiertoaikalaskelman tulos on reilusti heikompi, alueittain vaihdellen 20-31 % alempi.

Puustohiilen osalta kaikki vaihtoehdot tuottavat paremman tuloksen kuin vertailulaskelma. Kiertoaikalaskelmassa puuston hiilitaso ylittää muiden laskelmien tason lähivuosikymmeninä reilusti ollen enimmillään yli 1,5-kertainen vertailulaskelmaan nähden. Sadan vuoden tarkastelujaksolla tilanne tasoittuu ja kiertoaikalaskelman puustohiilen taso lähestyy nykytoimintalaskelman tasoa.

Muista laskelmista kasvatustiheys tuottaa parhaan tuloksen puustohiilessä, noin 10 % yli vertailulaskelman. Nykytoiminta ja lannoitus ovat hyvin lähellä toisiaan hieman alemmalla tasolla kuin kasvatustiheys.

Maaperähiilen osalta eri vaihtoehdot ovat varsin lähellä toisiaan. Kiertoaikalaskelma on kuitenkin muutaman prosentin muiden alemmalla tasolla. Pohjois-Suomessa kasvatustiheyslaskelma on laskentajakson lopussakin vielä 6 % muiden alemmalla tasolla. Kiertoaikalaskelma tuottaa maaperähiiltä noin 10 % vähemmän kuin muut laskelmat. Tukkipuukertymä antaa viitteitä siitä, miten paljon voimme tuottaa raaka-ainetta puutuoteteollisuudelle. Niissä tuotteissa hiili on pitkäaikaisesti sitoutuneena.

Kaikki vaihtoehdot antavat aluksi vertailulaskelmaa vähemmän tukkipuuta. Nykytoiminta ja lannoitus nousevat kuitenkin jo toisella laskentakaudella samalle tasolle vertailulaskelman kanssa ja ovat lopussa sitä parempia. Ehkä hieman yllättäen kasvatustiheyslaskelma kirii lopussa nykytoiminnan ohi jokaisella laskenta-alueella.

Kiertoaikalaskelmassa ensimmäiset vuosikymmenet tuottavat vain noin puolet nykytoiminnan tasosta tukkipuuta. Vasta noin 70 vuoden jälkeen sen laskelman tukkipuukertymä nousee nykytoiminnan tasolle ja siitä eteenpäin sitten ylittää sen selvästi.

Yhteenveto tuloksista

Kiertoajan jatkaminen, etenkin niin reilusti kuin laskelmassa toteutettiin, merkitsee monin tavoin tinkimistä nykytoiminnan tasosta. Taloudellinen tulos alenee pitkäksi aikaa huomattavasti ja samalla työmahdollisuuksien tarjonta myös heikkenee. Puuston hiilen osalta se tuo aluksi huomattaviakin hyötyjä, joskin pitkällä tarkastelujaksolla se hyöty lähtee sulamaan. Osin sitä hyötyä syö alempi maaperähiilen lisäys.

Lannoituksella voidaan parantaa nykytoimintaa lähinnä maaperähiilen lisääntymisen muodossa sekä paremmalla tukkipuukertymällä. Puuston hiilen osalta näiden laskelmien tulokset ovat kutakuinkin samat. Lannoitusvaikutus näkyy selvimmin suurempana hakkuukertymänä.

Kasvatustiheyslaskelma jää tuottoarvoltaan niukasti alle nykytoiminnan. Puuston hiilen osalta se onkin sitten niukasti parempi. Sitä etua syö kuitenkin maaperähiilen alempi taso etenkin pohjoisessa. Myös tukkipuukertymän osalta kasvatustiheys on varsinkin laskennan alkuosalla selvästi nykytoimintaa heikompi.

Näiden laskelmatulosten perusteella voisi todeta, että ainoastaan lannoitus on toimenpide, jota voidaan merkittävämmässä määrin hyödyntää. Se ei kuitenkaan tuo huomattavaa lisäystä hiilen varastointiin. Lannoituksen osalta tulee lisäksi huomioida vesistövaikutukset ja ettei lannoiteta tykkyriskialueita.

Kasvatustiheyden lisäämisellä ja kiertoajan jatkamisella voitaneen saavuttaa merkittävämpiä lisäyksiä hiilen sidonnassa ja varastoinnissa metsiin. Ne kuitenkin tarkoittavat samalla tinkimistä toiminnan volyyymista ja taloustuloksesta lähivuosisikymmenien ajaksi.

Kasvatustiheyden lisäämisellä ja kiertoajan jatkamisella voitaneen saavuttaa merkittävämpiä lisäyksiä hiilen sidonnassa ja varastoinnissa metsiin.



Hiilen sitomisen ja varastoinnin arvo

Hakkuulaskelmien tuloksista laskettiin vaihtoehtokustannuseriaatteella puustoon sitoutuneen hiilen arvo. Kullekin laskentavaihtoehdolle määritettiin laskentajakson 10-vuotiskausien puustohiilen määrien keskiarvo.

Vaihtoehtoja verrattiin metsälakilaskelmaan vähentämällä vaihtoehtoon puustohiilen keskiarvosta vertailulaskelman puustohiilen keskiarvo. Jokainen laskentavaihtoehto tuotti suuremman määrän puustohiiltä kuin vertailulaskelma. Puustohiilitonnit muutettiin kertoimella hiilidioksiditonneiksi. Projektin laskelmissa hiilen sitomisen ja varastoinnin kustannus on laskelmavaihtoehtojen tuottoarvojen vähennys vertailulaskelmaan verrattuna. Jokaisen muun vaihtoehtoon tuottoarvo oli vertailulaskelmaa (metsälakilaskelma) alhaisempi. Hiilidioksiditonnin arvo laskettiin jakamalla kunkin vaihtoehtoon tuottoarvojen erotus hiilidioksidimäärällä.

Laskentaan sisältyy useita epävarmuustekijöitä, joten saadut tulokset ovat vain suuntaa-antavia. Pitäisi myös tehdä lisää laskentaa, että tuottoarvoista päästäisiin yrityksen liiketaloudelliseen hinnoitteluun. Lisäksi on syytä pitää mielessä, että mahdollisilla hiilensitomisen perusteella tehtävillä muutoksilla hakkumääriin olisi myös taloudellisia kerrannaisvaikutuksia puun tarjonnan ja palvelusten kysynnän kautta sekä myös sosiaalisia vaikutuksia työllisyyden kautta.

7. PAIKKATIETOTASO

7.1. Kuvioaineisto

Luokitusta varten irrotettiin Silvia -paikkatietojärjestelmän tuotantokannasta puustokuvioiden kopiot metsätalousalueilta. Samoin tuotantokannasta irrotettiin kopiot kasvupaikka- ja käsittelyluokka-aineistoista.

Kasvupaikkatiedot kytkettiin puustokuvioille kuvion painopisteen sijainnin mukaan.

Käsittelyluokkatiedon johtaminen puustokuvioille tehtiin suurin yhteinen pinta-ala -periaatteella. Jos kahden käsittelyluokan pinta-alaosuus oli yhtä suuri, asetettiin kuvion käsittelyluokaksi se, joka rajoittaa metsätaloustoimintaa voimakkaammin.

7.2. Luokituksen tekninen toteutus

Luokitus toteutettiin ArcMap-sovelluksen ModelBuilder lisätyökalulla rakennetulla geoprosessointimallilla.

Mallissa luokitus eteni alla olevan taulukon mukaisessa järjestyksessä.

Ennen kuin luokituksen pystyi tekemään, piti yhdenmu-
kaistaa kehitysluokkakentän sisältö seuraavasti: 0=aukea (0, A0), 1=taimikko (01, 10, T1, Y1), 2=nuori kasvatusmetsä (02, 20), 3=varttunut kasvatusmetsä (03, 30), 4=uudistuskypä (04, 40), 5=siemen- tai suojuspuumetsä (05, 50, S0), 6=vanha metsä (06, 60). Suluissa on mainittuna ne koodit, joita tietokannassa esiintyi.

Puolustusministeriön ampumakenttäalueet Rovajärvellä ja Kyläjärvellä vietiin luokkaan 1 Vähäinen hiilivarasto (aluerajauksilla lisätty kuvioille erityispiirrekoodi 80).

Lisätty KASVUPROS -kenttä (desimaali).

Laskettu kenttään arvot:

- valinta: TILAVUUS>0 AND TILAVUUSKASVU>0

→ Laske: [TILAVUUSKASVU] / [TILAVUUS] *100

- valinta: KASVUPROS IS NULL → valituille kuvioille kenttään arvo 0

Lisätty TIIMI -kenttä (Lyhyt kokonaisluku) ja päivitetty kenttään metsätalouden tiimijaon mukainen tieto ao. tason avulla.

Lisätty ALUE -kenttä (Lyhyt kokonaisluku) ja päivitetty kenttään metsätalouden aluejaon mukaiseksi käyttäen tiiminumeroita.

Tiimi- ja aluejako lisättiin luokittelutuloksen tilastollista tarkastelua varten.

VAIHE	VALINTA	HIILILUOKKA
1	PAARYHMA>12 OR (PAARYHMA=12 AND (TILAVUUS<10 OR TILAVUUS IS NULL))	1
2	HIILILUOKKA IS NULL AND KASVUPAIKAN_ERITYISPIIRRE2=80	1
3	HIILILUOKKA IS NULL AND KASLK_LAAJIN>50	7
4	HIILILUOKKA IS NULL AND PAARYHMA = 12 AND TILAVUUS < 50	5
5	HIILILUOKKA IS NULL AND PAARYHMA = 12 AND TILAVUUS >= 50	6
6	HIILILUOKKA IS NULL AND PAARYHMA=11 AND (TILAVUUSKASVU<2 OR TILAVUUSKASVU IS NULL) AND IKA IS NULL AND (KESKIPITUUS IS NULL OR KESKIPITUUS<1)	2
7	HIILILUOKKA IS NULL AND PAARYHMA=11 AND (TILAVUUSKASVU<2 OR TILAVUUSKASVU IS NULL) AND ((LAMPOSUMMA>1200 AND IKA<10) OR ((LAMPOSUMMA<=1200 AND LAMPOSUMMA>1000) AND IKA<15) OR (LAMPOSUMMA<=1000 AND IKA<20))	2
8	HIILILUOKKA IS NULL AND KASLK_LAAJIN < 30 AND KEH_LK='5'	3
9	HIILILUOKKA IS NULL AND KASLK_LAAJIN < 30 AND (SUORYHMA > 0 AND OJITUSTILANNE = 5) AND (TILAVUUSKASVU >=1 AND TILAVUUSKASVU <2)	5
10	HIILILUOKKA IS NULL AND KASLK_LAAJIN < 30 AND TAVOITE_PPA>0 AND SUORYHMA = 0 AND ((PPA*1.11)>=TAVOITE_PPA) AND KASVUPROS>=2 AND TILAVUUSKASVU>2	4
11	HIILILUOKKA IS NULL AND KASLK_LAAJIN < 30 AND TAVOITE_PPA>0 AND (SUORYHMA > 0 AND OJITUSTILANNE IN (4,5,7,8)) AND ((PPA*1.11)>=TAVOITE_PPA) AND KASVUPROS>=2 AND TILAVUUSKASVU>2	4
12	HIILILUOKKA IS NULL AND KASLK_LAAJIN<30 AND TAVOITE_PPA=-1 AND LAMPOSUMMA>1000 AND PAAPUULAJI=1 AND RUNKOLUKU>=1800 AND TILAVUUSKASVU>2	4
13	HIILILUOKKA IS NULL AND KASLK_LAAJIN<30 AND TAVOITE_PPA=-1 AND LAMPOSUMMA<=1000 AND PAAPUULAJI=1 AND RUNKOLUKU>=1600 AND TILAVUUSKASVU>2	4
14	HIILILUOKKA IS NULL AND KASLK_LAAJIN<30 AND TAVOITE_PPA=-1 AND PAAPUULAJI>1 AND RUNKOLUKU>=1600 AND TILAVUUSKASVU>2	4
15	HIILILUOKKA IS NULL AND KASLK_LAAJIN < 30	3
16	HIILILUOKKA IS NULL AND (SUORYHMA>0 AND OJITUSTILANNE IN (2,3,6,9)) AND (TILAVUUS < 50 OR TILAVUUS IS NULL)	5
17	HIILILUOKKA IS NULL AND (SUORYHMA >0 AND OJITUSTILANNE IN (2,3,6,9)) AND TILAVUUS >= 50	6
18	HIILILUOKKA IS NULL AND ((LAMPOSUMMA>1200 AND IKA <70) OR ((LAMPOSUMMA<=1200 AND LAMPOSUMMA>1000) AND IKA <85) OR (LAMPOSUMMA<=1000 AND IKA <100))	5
19	HIILILUOKKA IS NULL	6

8. PÄÄTELMÄT

- Metsätaloustoiminta nykyisiä Metsähallituksen metsänhoito-ohjeita noudattaen ottaa jo erinomaisesti huomioon hiilen sidonnan ja varastoinnin.
- Kehitystä saavutetaan metsänhoito-ohjeiden soveltamisen ilmastopainotuksilla ja edelleen parantuvalla metsien hoidon tasolla.
- Hiilen sidontaan panostaminen ei ole ristiriidassa metsätalouden hyvän tuloksen kanssa.
- Hiilen varastoinnin voimakas lisääminen monikäyttömetsissä voi alentaa metsätalouden tuottoa.
- Hiilen sitomisen lisääminen lannoittamalla on kannattava vaihtoehto.
- Huonotuottoisten ojitettujen soiden ennallistamiseen panostettava lisää (kohdevalinnassa huomioitava mahdolliset metaanipäästöt).
- Useassa työlajissa on mahdollisuus kohentaa toiminnan tasoa (ajoitus, laatu, seuranta) ja saada siten aikaan parannusta ennen kaikkea hiilen sidonnassa, mutta myös hiilen varastoinnissakin.



9. JATKOTOIMENPITEET

Ilmastoviisas metsätalous - hankkeen aikana ja jälkeen on käynnistynyt uusia tutkimushankkeita jotka täydentävät hankkeessa kerättyä tietoa. Niiden etenemistä ja tuloksia seurataan aktiivisesti ja Metsähallitus on mahdollisuuksien mukaan mukana näissä hankkeissa.

Hiililuokituksen kehittäminen jatkuu uuden tiedon tuottamisen myötä. Maaperähiilen huomioiminen metsätalustoimenpiteiden yhteydessä on tärkeä osa-alue, josta tarvitaan lisää tietoa. Tulevaisuudessa luokittelun voisi perustaa kuviokohtaisiin hiiliparametreihin, jotka osoittavat kuviokohtaisesti hiilen varasto- ja nielutilanteen. Uusien menetelmien käyttöönoton myötä vahvistetaan ilmastotoimenpiteiden soveltamista käytönnön työssä.

Esimerkiksi vajaapuustoisten taimikoiden tunnistamiseksi tarvitaan käyttöön uusia inventointimenetelmiä. Vajaapuustoisten metsien tunnistamista voidaan kehittää kaukokartoitusaineistojen käytöllä.

Ilmastoviisas metsätalous -hanke on osa metsähallituksen yritysvastuuohjelmaa. Ohjelma perustuu YK:n kestävän kehityksen toimintaohjelman, Agenda 2030:n tavoitteisiin, joista yksi on ilmastotoiminta. Metsähallitus työstää omaa ilmasto-ohjelmaa, jonka tavoitteena on kehittää Metsähallituksen toimintaa entistä ilmastovii-saampaan suuntaan sekä edistää luonnon ja luonnonvarojen kestävää käyttöä ja suojelua muuttuvissa olosuhteissa. Metsähallituksen ilmasto-ohjelma tarkastelee valtion maa- ja vesialueiden roolia ilmastonmuutoksen hillinnässä ja siihen sopeutumisessa.

Metsähallitus edelläkävijänä

Metsähallitus Metsätalous Oy:n panos ilmastonmuutoksen hillinnässä ei ole yksi tai muutamia isoja muutoksia. Se on hyvää metsien hoitoa sekä pienempiä muutoksia ja parannuksia, joista yhdessä muodostuu merkittävä kokonaisuus.

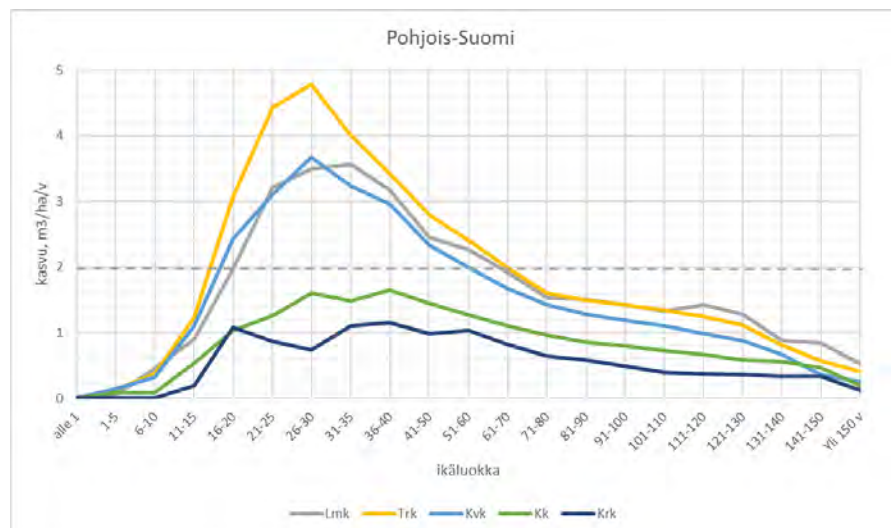
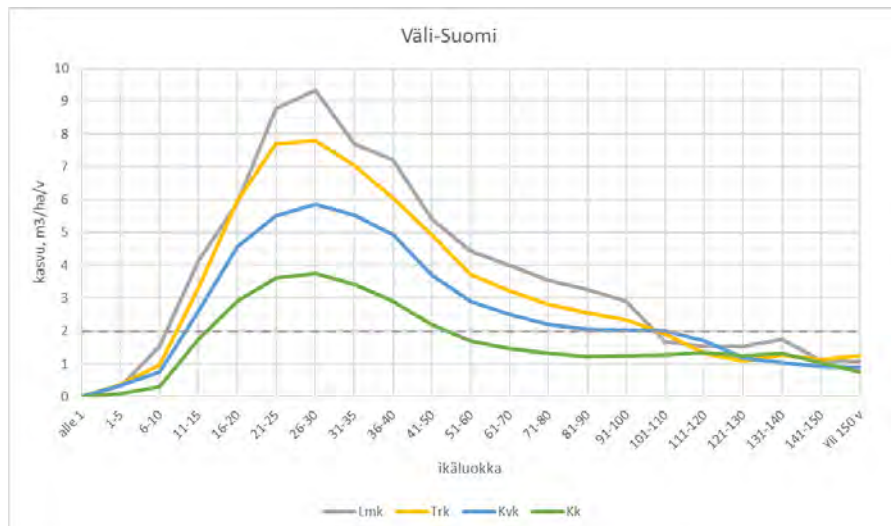
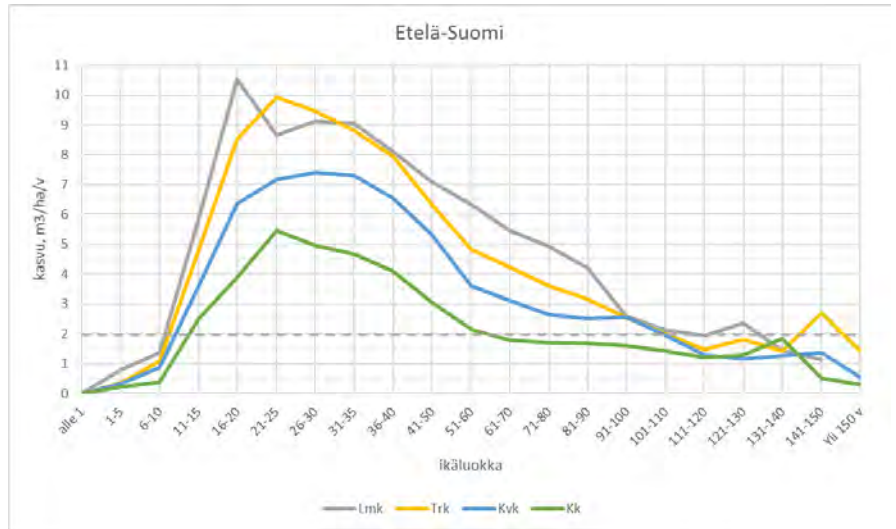
Ilmastoviisas metsätalous - hanke on osa Metsähallituksen vastuullisuusohjelmaa. Vastuullisuusohjelma perustuu YK:n kestävän kehityksen tavoitteisiin. Yksi tavoitteista on toiminta ilmastonmuutosta ja sen vaikutuksia vastaan. Metsähallitus työstää omaa ilmasto-ohjelmaansa. Sen tavoite on kehittää Metsähallituksen toimintoja ilmastoystävällisempään suuntaan parantamalla luonnon kestävää käyttöä ja suojelua muuttuvissa olosuhteissa. Metsähallituksen ilmasto-ohjelma vahvistaa valtion maan ja metsien roolia ilmastonmuutoksen hillinnässä ja ilmastokestävyydessä.

10. LIITTEET

1. Metsähallituksen monikäyttömetsien keskikasvut rajoittamattoman metsänkäsittelyn piirissä olevilla metsämailla.
2. Metsähallituksen monikäyttömetsien kasvuprosentit rajoittamattoman metsänkäsittelyn piirissä olevilla metsämailla.
3. Valtion metsien hiililuokitus monikäyttömetsille
4. Keinovalikoiman arviointitaulukko
5. Hakuulaskelmatuloksia
6. Pinta-ala ja puusto hiililuokittain

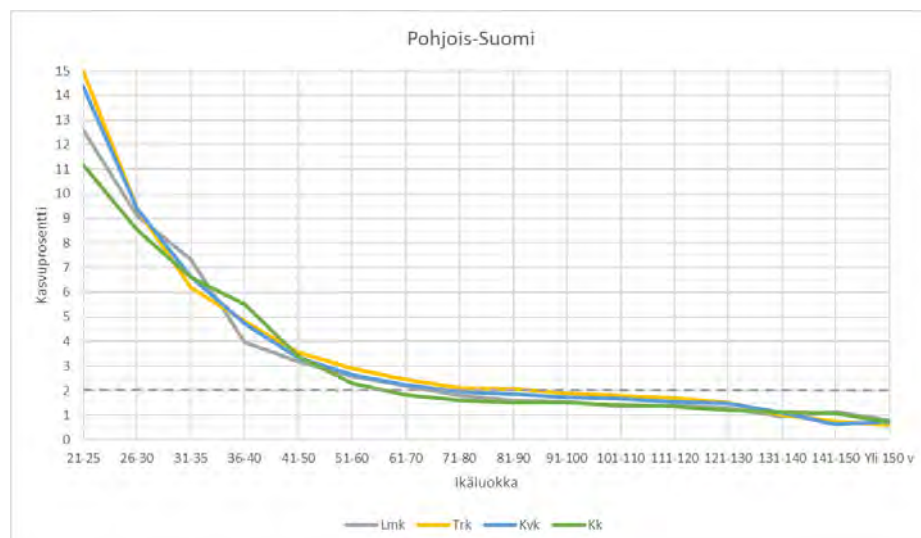
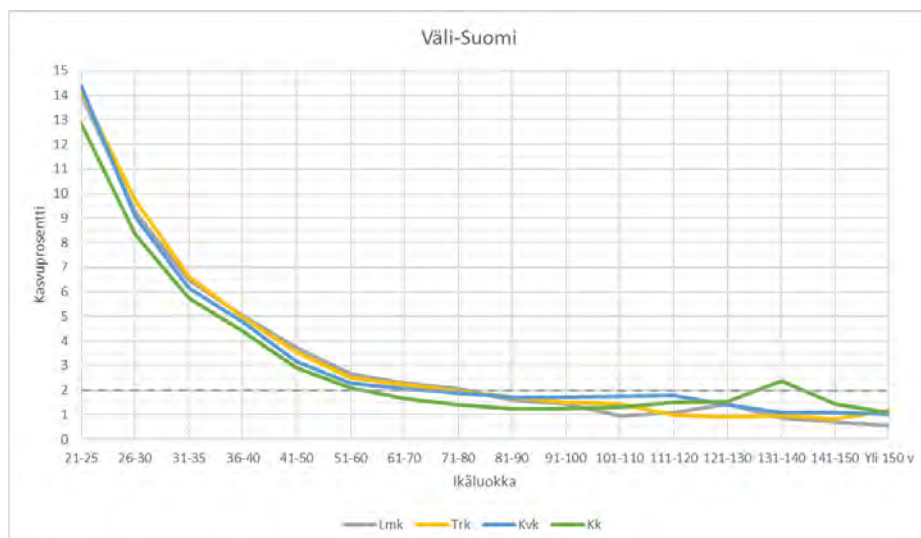
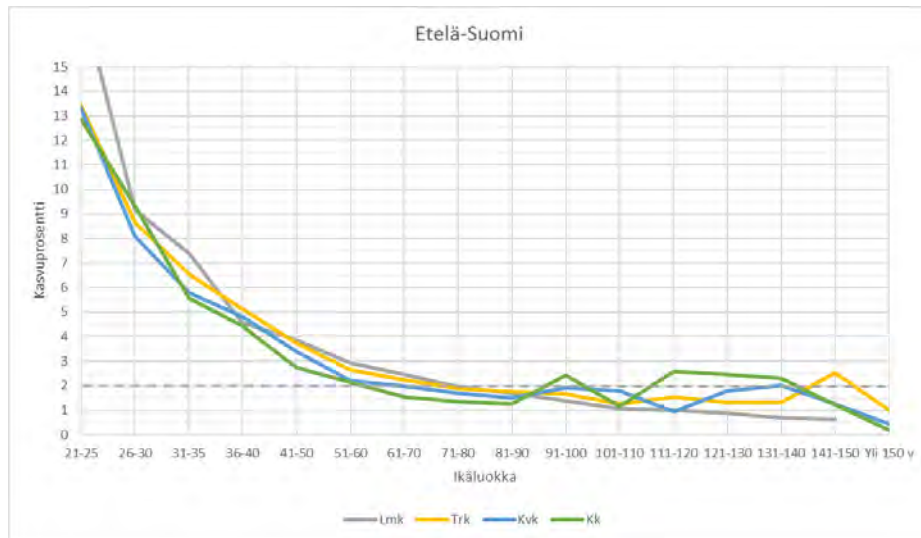
LIITE 1.

Metsähallituksen monikäyttömetsien keskikasvut rajoittamattoman metsänkäsittelyn piirissä olevilla metsämailla.



LIITE 2.

Metsähallituksen monikäyttömet-
sien kasvuprosentit rajoittamat-
toman metsänkäsitteilyn piirissä
olevilla metsämailla.



LIITE 3.

Valtion metsien hiililuokitus monikäyttömetsille

Metsäkuvioiden ilmastoluokitus jakaa metsätalouden piirissä olevat valtion monikäyttömetsät seitsemään kehitysluokkaan. Ryhmittely on tehty nielu - ja varastopainotteisuuden mukaan. Kaikilla metsillä on merkitys sekä hiilinieluna että varastoina, mutta painotus vaihtelee. Hiilinieluisiksi ryhmitellyillä alueilla ei ole rajoituksia metsänkäsittelyssä. Varastopainotteisissa luokissa metsänkäsittelyä on rajoitettu muiden käyttömuotojen hyväksi.

**Vähäinen hiilivarasto**

Vähäpuustoiset kitumaat, joutomaat, rakennettu maa ja muut alueet.

- › Puustolla ei merkitystä hiilinieluna tai varastona.

**Kehittyvä hiilinielu**

Nuoret kasvavat taimikot ja aukeat alueet. Kehittymässä hyväksi hiilinieluksi.

- › Pieni merkitys hiilinieluna ja varastona.

**Kehitettävä hiilinielu**

Monikäyttömetsä, jonka puuston määrä ja/tai kasvukunto ei ole ihannetasolla.

- › Tarve toimenpiteisiin hiilidioksidin sitomisen kehittämiseksi kasvavaan puustoon

**Karttuva hiilinielu**

Monikäyttömetsiä, joiden kunto on hyvä, puustoa on riittävästi ja toimenpiteet on tehty ajallaan.

- › Parhaita kohteita hiilidioksidin tehokkaassa sitomisessa

**Karttuva hiilivarasto**

Rajoitetun metsänkäsittelyn piirissä olevat nuorehkot metsät, esimerkiksi maisema- ja virkistysmetsät, metson soitimet, yms.

- › Hyvä kohde puustoon sitoutuneen hiilen varastointiin. Kohteen puustossa on jonkun verran hiiltä sitoutuneena ja kyky sitoa lisää on paikalliset olosuhteet huomioiden hyvä.

**Merkittävä hiilivarasto**

Rajoitetun metsänkäsittelyn piirissä olevat varttuneet metsät, esimerkiksi maisema- ja virkistysmetsät, metson soitimet yms.

- › Paras kohde puustoon sitoutuneen hiilen varastointiin. Puustossa on runsaasti hiiltä sitoutuneena. Kyky sitoa hiiltä on alentunut.

**Pysyvä hiilivarasto**

Metsätaloustoiminnan ulkopuoliset alueet. Pääasiassa erilaisia luontokohteita sekä muita metsätalouden ulkopuolelle rajattuja alueita.

- › Hiilivarasto, joka kehittyy luonnonprosessien kautta, varasto voi myös vähentyä lahoamisen myötä. Ei metsätaloustoimenpiteitä.

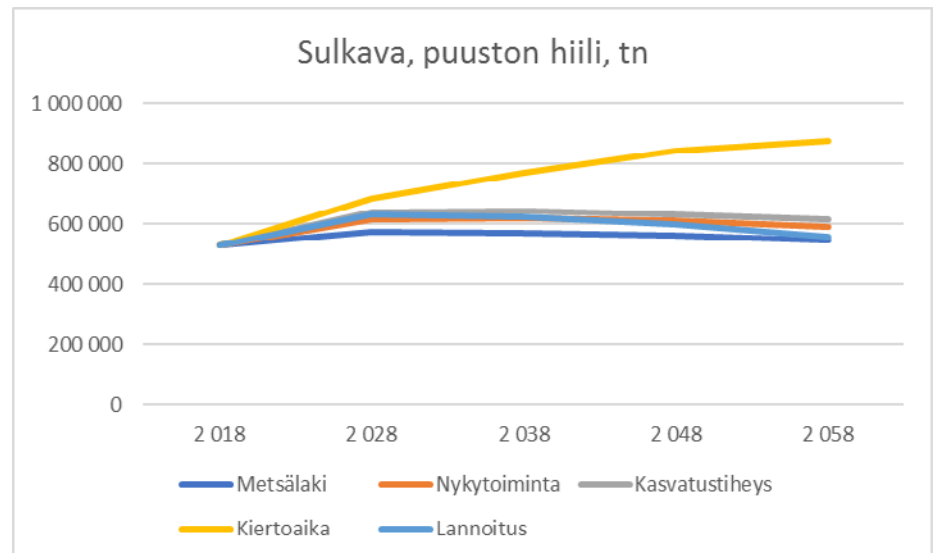
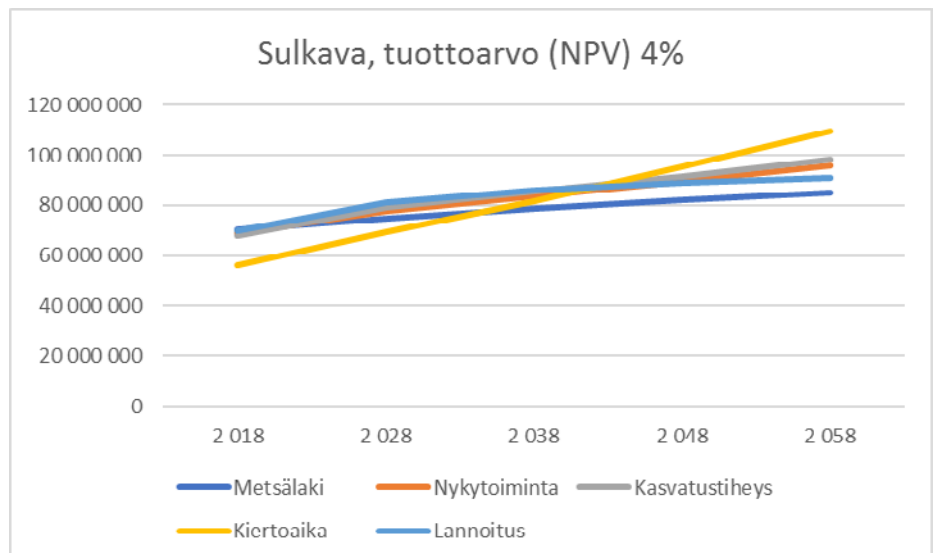
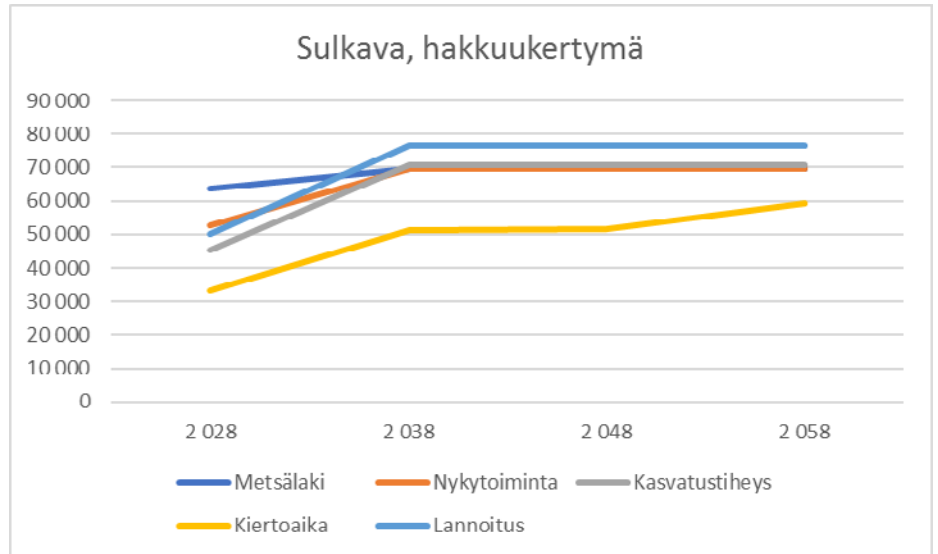
LIITE 4.

Keinovalikoiman arviointitaulukko.

Toimenpide	Hillen sidonta (puusto)	Hillen varastointi (puusto)	Maa-perähiili	Liiketalous	Monimuotoisuus	Vesien-suojelu	Virki-tys	Riista	Porotalous	Vaikutus	Huomioitavaa
Lannoitus, kivennäismaat	++	+	?	++		-			+	selkeä kasvunlisäys vaikutus pintakasvillisuuteen nopea vaikutus tarjoaa vaihtoehtoja	Vaikutus sidontaan, jos kasvuvaihtus lisätään suunnitteeseen? Yhtenäiset järkevät lannoituskokonaisuudet, turvemaat, kasvatuslannoitus ja tervehdyttämislannoitus
Lannoitus, turvemaat	++	+	-	++		--			+		
Kunnostusojitus	++	+	--	++		--	-	-	-	elinvoiman säilyttäminen --> kasvu säilyy	turpeen hajoaminen
Jalostettu metsänviljelymateriaali	++	+		++						tuotoshyöty kasvullinen lisäys seuraavan sukupolven siemenviljelmät siemenviljelmien laatu paranee	Tarjotut mahdollisuudet jo käytössä täysimääräisesti? Onko? Jalostajat puhuvat suuremmista hyödyistä kuin käytännössä saavutettu. Mistä ero? Tuleeko ero siitä, että kyse on eri sukupolven jalostusmateriaalista. Istutustaimista osa kuolee ja korvautuu luontaisesti syntyneillä taimilla (voi olla myös eri puolajia).
Luontainen uudistaminen, ES	-	-		+			+	+			
Luontainen uudistaminen, PS	-	+		++			+	+	+	virt. istutus	
Kylvö	+			+							
Istutus	++			+						Luontaisen vaihto viljelyyn nopeuttaa uudistumista ja tuo mahdollisuuden käyttää jalostettuja taimia	Monimuotoisuus, muut käyttöjärjehmät, ei jalostettua siementä Istutus kallista
Maanmuokkaus	++		-	++		-	-+	-	--	Taimettumisen nopeus Taimien alkukehitys	Hiilen vapautuminen?
Kasvatustiheyden nostaminen	+	+	+	-			-		-	Kasvatustiheydellä vaikutus puuston elinvoimaisuuteen ja tuhoihin Kasvutilan hyödyntäminen täysimääräisesti	Hiilen sidonta vs. puuntuotanto. Tukkia, kuitua, energiapuuta Korjuukaluston kehittäminen
Kasvatustiheyden alentaminen	-	-	-	-			+	-	+	Kts. edellinen Järehtyminen nopeampaa, miten laatu ja sen myötä tukkikertymä?	
Kiertojalan pidentäminen	-	++		-	+		+	+	+	Järeää puuta - lopputuotteet sellaisia, että hiili sitoutuu pidemmäksi ajaksi	Sidontaa vai varastointia Riippuu tarkastelujakson pituudesta Vaikutus kasvuun
Kiertojalan lyhentäminen	+	-		-	-		-	-	-	Sopivilla kiertoajoilla keskimääräinen (puun)tuotos optimissa	Tukin tuotos alenee
Uudistamisen nopeuttaminen	+			+						Tuottamaton aika lyhenee	
Puulajivalinta	+			+	+		+			Oikeat puolajit oikeilla paikoilla Hybridihaapa Lehtikuusi, kontorta	Hirvi/poro vaikuttaa valintaan Kasvupaikkojen määrittelyvirheet Kuusen riskikohteet, kuivuminen --> tunnistaminen paikkatietoa-analyysin
Hirvieläinkantojen hallinta	+	+		+	+		+	+		Tuhoja vähemmän	Ei meidän päätettävissä tuhoja, väistelyä, laatuviikoja lopputuotteessa
Vajaatuoitoisten metsien uudistaminen	++	+		+			-	-	-	Tuotos kuntoon	Vajaatuoitoisuuden syy vaikuttaa (syytä ei voi poistaa?)
Metsittäminen	++	+		+	+		+	+		Turvesuot, ...	
Turvemaiden hieskoivikot	+			+				+			Ei taimikonhoitoa ja harvennusta, lyhyt kiertoaika Korjuukaluston kehittäminen
Hakkuulaskelmat	+	+		+						Toimenpiteiden kohdentaminen Käyttö hiilivarastoinnin optimoinnissa	
Paikkatietojen laatu ja ajantasaisuus	+	+		+	+	+	+	+	+		
Kasvutiedon hallinta	+	+		+							Muutostulkinta, täsmennetty kasvutieto
Tuhojen torjunta	+	+		+	-		+				
Ae-kohteet, maankäyttökohteet	-	++	+	--	++	++	++	++	++		
Muut erityiskohteet	-	++		-	+	+	+	+	+		Pv:n kohteet, korjuutekniset ja taloudelliset perusteet, ääriolosuhteet
Säästöpuut		+	+-	-	++	+	+	+	+		
Poimintahakkuut	-	+	+	-	+	+	+	+	+		
Pienaukkokasvatus, erikäsirakanteisen metsän hakkuu	+-	+	+	+-	+	+	+	+	+		
Pienaukkouudistus	-	+		-	+	+	+	+	+		
Huonotuoitoisten ojitettujen soiden ennallistaminen	-	-	+		+	+	+	+	+	Hiilitase kuntoon (nolla-alueita) Hydro-life	Tunnettaanko vaikutuksia riittävästi
Kaksijaksaisen metsän kasvattaminen	+	+	+	+	+	+	+	+	+		Pienen taimikon aikana kasvutilla huonosti hyödynnettyä Etupäässä erityiskohteissa ja vaikeasti uudistettavilla alueilla (?)
Puunkorjuun aikaiset kapulasillat yms.		+		--		+					
Kantojen nosto			--	+	-	--	-	-	-		
Hakkuutähteiden keruu				+		+	++		+		
Energjaranka		-		+							

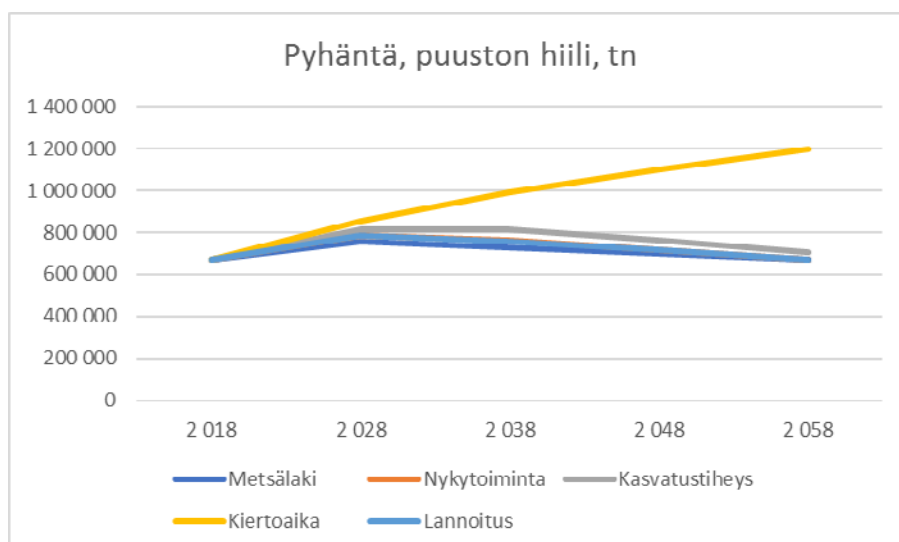
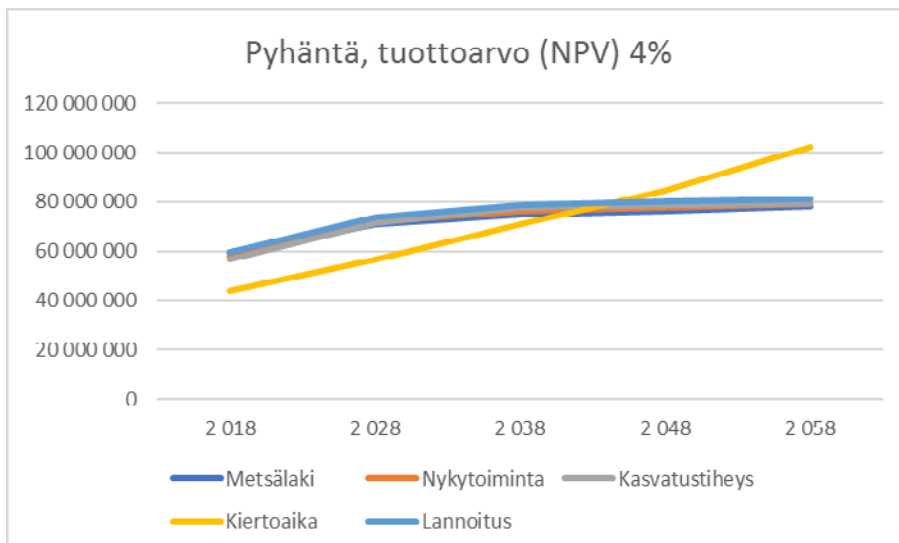
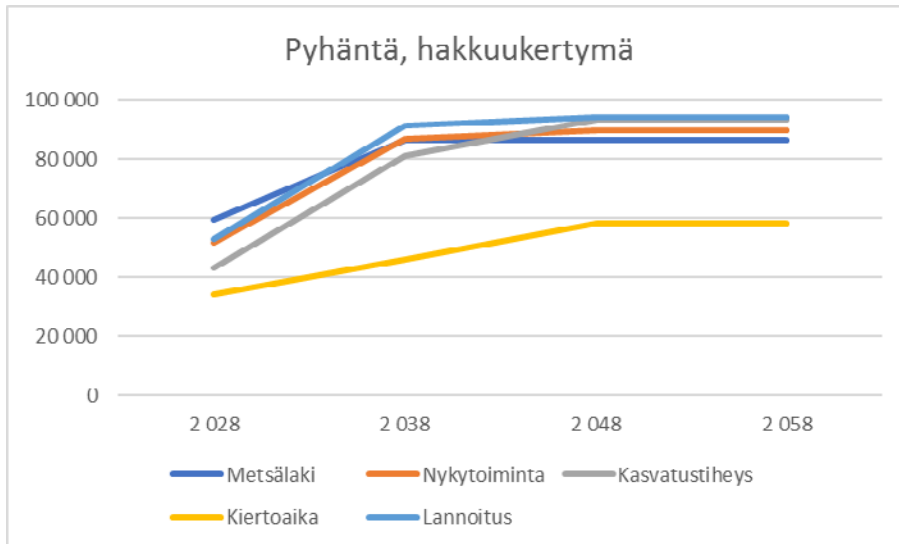
LIITE 5.

Hakkuulaskelmatuloksia, sivu 1/3



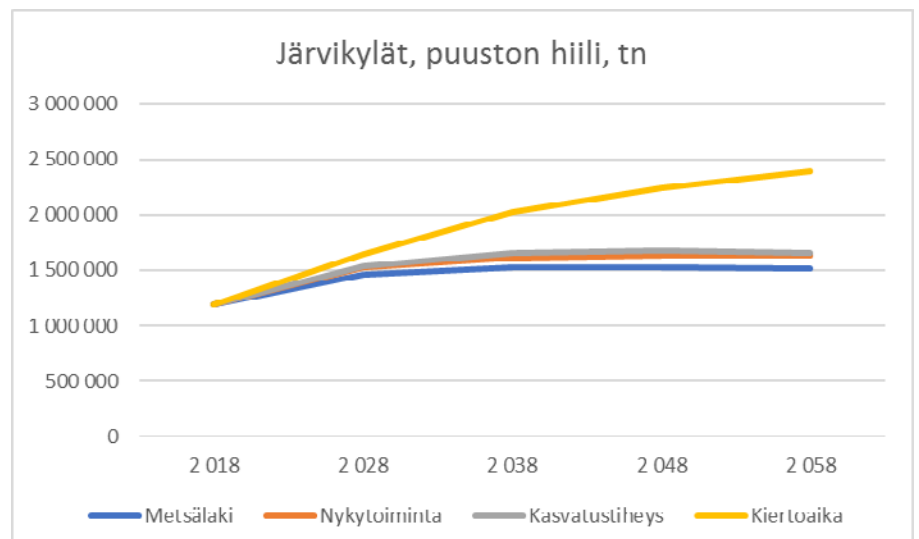
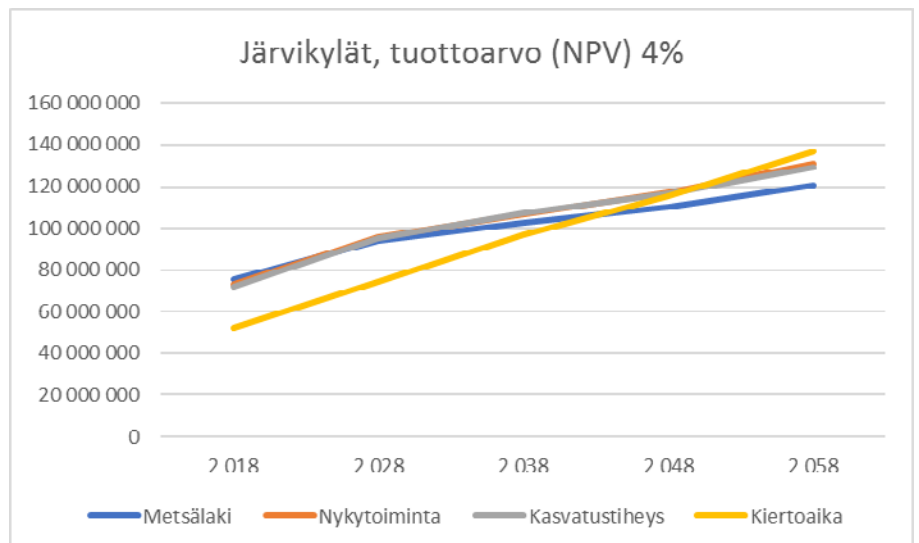
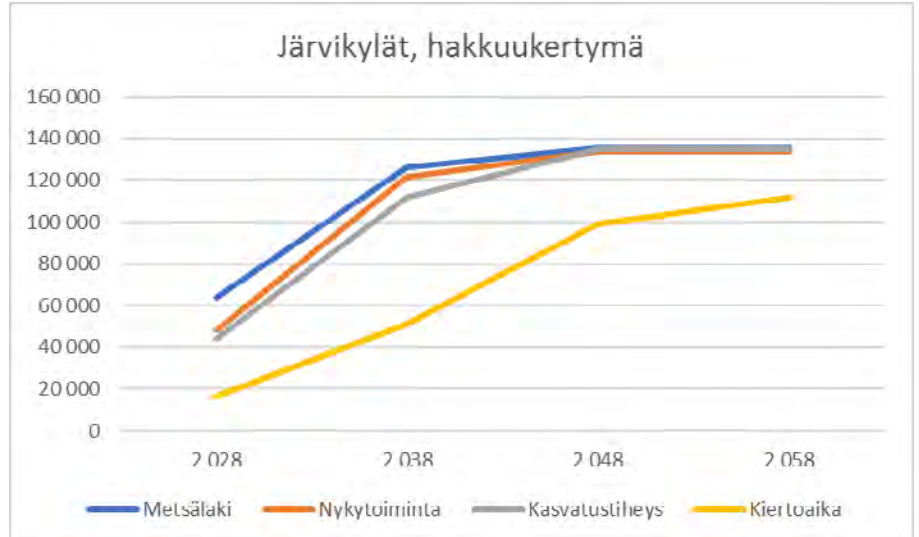
LIITE 5.

Hakkuulaskelmatuloksia, sivu 2/3



LIITE 5.

Hakkuulaskelmatuloksia, sivu 3/3



LIITE 6.

Pinta-ala ja puusto hiililuokittain

(Tilastossa ovat mukana kaikki metsätalousalueet ja kaikki pääryhmät. Perustuu 6.3.2018 tuotantokannasta irrotettuun puustokuviointiin ja sen luokitukseen tässä dokumentissa kuvatulla tavalla.)

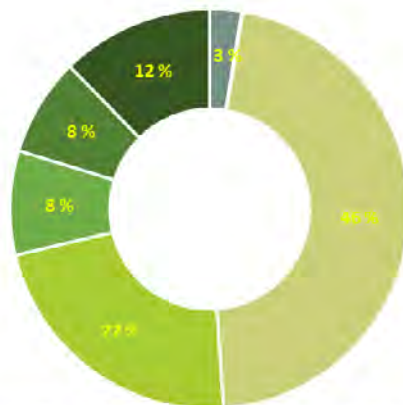
HIILILUOKKA	PINTA-ALA, HA	PUUSTO, MILJ. M ³
Vähäinen hiilivarasto	923 000	8,5
Kehittyvä hiilinielu	400 000	0,4
Kehitettävä hiilinielu	1 817 000	152,6
Karttuva hiilinielu	769 000	74,0
Karttuva hiilivarasto	490 000	27,8
Merkittävä hiilivarasto	284 000	26,1
Pysyvä hiilivarasto	463 000	40,8
Yhteensä	5 143 000	330,2

Pinta-ala hiililuokittain



■ Vähäinen hiilivarasto ■ Kehittyvä hiilinielu ■ Kehitettävä hiilinielu
 ■ Karttuva hiilinielu ■ Karttuva hiilivarasto ■ Merkittävä hiilivarasto
 ■ Pysyvä hiilivarasto

Puusto hiililuokittain



■ Vähäinen hiilivarasto ■ Kehittyvä hiilinielu ■ Kehitettävä hiilinielu
 ■ Karttuva hiilinielu ■ Karttuva hiilivarasto ■ Merkittävä hiilivarasto
 ■ Pysyvä hiilivarasto

11. LÄHTEET JA VIITTEET

Metsähallitus

Metsähallituksen ympäristöpolitiikka
<http://www.metsa.fi/ymparistopolitiikka>

Metsähallituksen metsänhoito-ohje, uudistettu versio (28.11.2018) <http://www.metsa.fi/documents/10727/3ce4ac35-5c4e-4665-81d6-d9f1932a5da2>

Kaukonen, M., Eskola, T., Herukka, I., Karppinen, H., Karvonen, L., Lauri, Korhonen, I., Kuokkanen Panu., Ervola, A., (toim.) 2019. Metsähallitus Metsätalous Oy:n ympäristöopas. Metsähallitus, Vantaa 2019
<https://julkaisut.metsa.fi/julkaisut/show/2264>

Tärkeimmät tutkimusviitteet

Erb, K-H., Kastner, T., Plutzer, C., Bais, A., Carvalhais, N., Fetzel, T., Gingrich, S., Haberl, H., Lauk, C., Niedertscheider, M., Pongratz, J., Thurner, M., ja Luysaert, S. 2018. Unexpectedly large impact of forest management and grazing on global vegetation biomass. *Nature* 553: 73-76.

Lehtonen, A., Puolakka, P., Ihalainen, A., Heikkinen, J. ja Korhonen, K. 2011. Metsähallituksen hallinnoimien metsien hiilitaseet. Metlan työraportteja 199. ISBN 978-951-40-2297-5 (PDF). <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2011/mwp199.pdf>

Lehtonen, A., Salminen, O., Kallio, M., Tuomainen, T. ja Sievänen, R. 2016. Skenaariolaskelmiin perustuva puuston ja metsien kasvihuonekaasutaseen kehitys vuoteen 2045: Selvitys maa- ja metsätalousministeriölle vuoden 2016 energia- ja ilmastostrategian valmistelua varten. Luonnonvarakeskus. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 36/2016.

Liski, J., Pussinen, A., Pingoud, K., Mäkipää, R. ja Karjalainen, T. 2001. Which rotation length is favourable to carbon sequestration? *Can. J. For Res.* 31: 2004-2013.

Mäkipää, R., Linkosalo, T., Niinimäki, S., Komarov, A., Bykhovets, S., Tahvonen, O. ja Mäkelä, A. 2011. How forest management and climate change affect the carbon sequestration of a Norway spruce stand? *J. For. Plann.* 16: 107-120.

Greenhouse Gas Emissions in Finland 1990-2014. 2016. National Inventory Report under the UNFCCC and the Kyoto Protocol. https://www.stat.fi/static/media/uploads/tup/khkinv/fi_un_nir_2014_20160415.pdf

Muut viitteet

PEFC-metsäsertifiointin kriteerit (julkaistu 10.11.2014), PEFC FI 1002:2014. PEFC Suomi. http://pefc.fi/wp-content/uploads/2016/09/PEFC_FI_1002_2014_Metsaesertiointin_kriteerit_20141027.pdf

Metsähallitusta koskevat omistajapoliittiset linjaukset 2016–2020 (julkaistu 25.10.2016). Maa- ja metsätalousministeriö 2016. <https://docplayer.fi/27696303-Metsahallituksen-omistajapoliittiset-linjaukset.html>

Valtakunnan metsien inventointi (VMI11).
<http://jukuri.luke.fi/handle/10024/540537>

<https://www.luke.fi/tietoa-luonnonvaroista/metsa/metsavarat-ja-metsasuunnittelu/metsavarat/>



www.metsa.fi | Twitter ja Facebook: @Metsahallitus