

Metsänviljely istuttamalla



Istutus voidaan toteuttaa koneellisesti. Kuva: © Jukka Koivumäki / UPM Silvesta Oy

Description

Istutus on nopein tapa uudistaa metsä avohakkuun jälkeen. Onnistumisen edellytyksenä on riittävä ja oikein tehty maanmuokkaus. Lämpimässä ja kosteassa maaperässä istutustaimet lähtevät nopeasti kasvuun. Istutustyö on vaivatonta, kun maanmuokkausmenetelmä on oikea ja viljelypaikkoja on tehty tavoiteltavaa istutustiheyttä vastaava määrä.

Päätöksenteko

Metsänviljely - Talous

Kun kohde uudistetaan viljellen, kannattaa käyttää jalostettuja siemeniä tai taimia. Jalostetun viljelymateriaalin käytöllä saadaan nopeakasvuinen ja hyvälaatuinen puusto, mikä kattaa hieman korkeammat uudistuskustannukset. Metsänviljelyn onnistumiseksi uudistusalan muokkaus ja taimikonvarhaishoito on tehtävä asianmukaisesti.

Laatua ja kasvunopeutta

Käyttämällä männyn jalostettua siemenviljelysiementä saavutetaan tilavuuskasvussa 10–15 %:n lisäys ensimmäisen sukupolven siemenviljelmiltä ja 25–30 %:n lisäys 1,5 sukupolven viljelmiltä.^[1] Lisäksi puun laatu on parempi ohuempien oksien ansiosta. Nopea kasvu lyhentää puuston kiertoaikaa useilla vuosilla.^[2]

Rauduskoivulla on koeolosuhteissa mitattu 20–26 %:n luokkaa olevia lisäyksiä rungon tilavuuskasvussa^[3] ja merkittävä laadun paraneminen käytettäessä jalostettua siementä. Kuusen siemenviljelysten jalostushyödyistä ei ole yhtä paljon tuloksia kuin männyllä ja koivulla. Kuitenkin siemenviljelyssiemenestä kasvatetun kuusikon pituuskasvun on todettu olevan Pohjois-Suomessa 10 % parempi kuin metsikkösiemenestä kasvatetun.^{[4] [5]}

Koko uudistamisketju vaikuttaa onnistumiseen

Jotta viljely onnistuisi, on valittava kohteelle sopiva uudistamistapa ja sen mukainen hoitoketju. Sopimaton muokkaus voi lisätä erittäin paljon heinäämisen ja taimikonperkauksen tarvetta. Etenkin tällöin varhaishoidon laiminlyöminen pilaa koko uudistamistuloksen.

Metsänuudistaminen - Ilmastomuutoksen hillintä

Metsänuudistaminen tapahtuu joko luontaisesti tai viljellen. Uuden, hiiltä sitovan puuston aikaansaaminen mahdollisimman nopeasti auttaa ilmastomuutoksen hillinnässä. Käyttämällä jalostettua viljelymateriaalia saadaan nopeakasvuisia ja tuhoa kestäviä puustoja. Maanmuokkaus tehostaa monissa tapauksissa uudistumista, mutta sillä voi olla myös haitallisia ilmastovaikutuksia. Turvemailla uudistamisessa on huomioitava myös vesitalous ilmastomuutoksen hillinnän kannalta.

Vaikutukset hiilen määrään puustossa ja puutuotteissa

Luontainen uudistaminen on hitaampaa ja epävarmempaa kuin viljellen uudistaminen. Viljavammilla alueilla uudistaminen viljellen tuottaa nopeasti ja tehokkaasti runsaskasvuisen puuston. Luontainen uudistaminen sopii erityisesti karuimmille paikoille, joilla puuston kasvu on hidasta. Kokonaisuutena tarkasteltuna uudistaminen viljelemällä kasvattaa puuston hiilivarastoa nopeammin kuin luontainen uudistaminen.

Uudistamisessa tehtävä maanmuokkaus parantaa istutustaimien, kylvösiementen ja luontaisesti syntyneiden taimien kasvuoloja ja elossa säilymistä^[6]. Maanmuokkaus voi jopa kaksinkertaistaa puuston kasvunopeuden^{[7][8][9][10]}. Karuilla kohteilla puuston kehitys on kuitenkin hidasta eikä viljely ole taloudellisesti kannattavaa.

Käyttämällä jalostettua siementä tai taimia voidaan saada 10–35 prosentin kasvunlisäys verrattuna metsiköstä kerättyihin siemeniin^{[11][12][13]}.

Vaikutukset maaperän hiilivaraston kehitykseen

Maanmuokkaus voi hetkellisesti vähentää maaperän hiilivarastoa^[6]. Pitemmällä aikajaksolla mahdolliset hiilihäviöt maaperästä korvautuvat muokkauksen aikaansaamalla puuston hiilivaraston kasvulla^{[14][15][16][17][18]}.

Turvemailla vesitalouden huomiointi metsänuudistamisessa on ilmastomuutoksen hillinnän kannalta tärkeää. Toimenpide aiheuttaa vesistöhaittoja ja voimakas kuivuminen lisää turpeen hajoamisesta syntyviä hiilipäästöjä. Ojien kunnostuksessa kasvihuonekaasupäästöjä voidaan vähentää kunnostamalla vain ojia, joiden kunnostaminen on puuston kasvatuksen kannalta välttämätöntä, ja pitämällä ojat kuitenkin mahdollisimman matalina. Tällöin aiheutetaan mahdollisimman vähän turpeen hajoamista

ja toisaalta lisätään tehokkaasti puuston hiilensidontaa.

Turpeen hajoaminen ja siitä johtuvat ilmastoa lämmittävät hiilidioksidin ja typpioksiduulin päästöt ovat sitä suuremmat, mitä tehokkaammin suo on kuivattu^[19]. Tämän takia kuivatusta on syytä parantaa vain silloin, kun se kohentaa selvästi puuston kasvuoloja. Tällöin puuston lisääntyneen kasvun aikaansaama hiilinielu voi lyhyellä aikajänteellä kompensoida turpeen hajotuksen lisääntymisen aiheuttamia päästöjä.

Etenkin rehevillä, ruoho- ja mustikkaturvekankaan kasvupaikoilla toistuvat kunnostusojitukset ylläpitävät turpeen vähittäistä hajoamista ja siitä seuraavia kasvihuonekaasupäästöjä.

Toteutus

Istutuksen toteutus



Istuttaen saadaan nopeasti kasvuun uusi puusto. Kuva: © Sami Karppinen.

Istutuksessa käytetään nykyisin lähes yksinomaan paakkutaimia. Paakkutaimi on helppo istuttaa ja se lähtee nopeasti kasvuun. Kuusen ja koivun paakkutaimia voidaan istuttaa lähes koko kasvukauden ajan.

Eri taimilajien suositeltavat istutusajankohdat

Istutusajankohtasuositus eri paakkutaimityypeille on esitetty alla olevissa taulukoissa. [\[20\]](#)

Lisäksi kuusen istutuksessa on huomioitava suositeltu kasvupaikkakohtainen ajankohta, joka ilmenee viimeisestä taulukosta.

Kuusen taimien istutusajankohta

Taimityyppi	Toukokuu				Kesäkuu			Heinäkuu				Elokuu	
Pakkasvarastoidut taimet								—	—	—	—	—	—
Ulkona varastoidut taimet								—	—	—	—	—	—
Kesäistutukseen kasvatetut taimet	—	—	—	—	—	—	—						
Lyhytpäiväkäsittellyt taimet	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			

yläotsikko: kuusi

Jaettu kolmeen alkuperäisestä. Solujen sisältöä täytyy muokata ennen julkaisua.

- = sopiva istutusajankohta
- = sopiva vain suotuisissa sääolosuhteissa
- = ei suositeltava istutusajankohta

Männyn taimien istutusajankohta

Taimityyppi	Toukokuu				Kesäkuu			Heinäkuu				Elokuu				Syys
Pakkasvarastoidut taimet						—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ulkona varastoidut taimet					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lyhytpäiväkäsittellyt taimet	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			

Yläotsikko: mänty

- Lepo= lepotilassa oleva taimi
- Kasvu= kasvussa oleva taimi

Jaettu kolmeen alkuperäisestä. Solujen sisältöä täytyy muokata ennen julkaisua.

- = sopiva istutusajankohta

= sopiva istutusajankohta vain suotuisissa sääolosuhteissa

___ = ei suositeltava istutusajankohta

Rauduskoivun taimien istutusajankohta

Taimityyppi	Toukokuu				Kesäkuu				Heinäkuu				Elokuu
Pakkasvarastoidut isot taimet					—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ulkona varastoidut isot taimet				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pakkasvarastoidut pienet taimet								—	—	—	—	—	—
Ulkona varastoidut pienet taimet						—	—	—	—	—	—	—	—
Kesäistutukseen kasvatetut taimet	—	—	—	—	—	—	—						
Pienet taimet	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Isossa paakussa kasvatetut taimet	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Yläotsikko: rauduskoivu

Lepo= lepotilassa oleva taimi

Kasvu= kasvussa oleva taimi

= sopiva istutusajankohta

= sopiva istutusajankohta vain suotuisissa sääolosuhteissa

___ = ei suositeltava istutusajankohta

Suositeltu kuusen istutuksen ajankohta eri kasvupaikoilla.

Maalaji	Huhtikuu				Toukokuu				Kesäkuu				Heinäkuu	
Keskikarkea	—	—												
Hienojakoinen tai turvemaa	—	—	—	—	—							—	—	—
Kivinen	—	—										—	—	—

= sopiva istutusajankohta

___ = ei suositeltava istutusajankohta

Enimmäisajat taimitarhasta istutukseen

Enimmäisajat vuorokausina taimitarhasta istutukseen on kuvattu oheisessa taulukossa. [\[20\]](#)

Havupuutaimien enimmäisläpimenoaika taimitarhalta istutukseen, vuorokausia.

	Toukokuu	Kesäkuu	Heinäkuu	Elokuu	Syyskuu
Pakkasvarastoitu suljettu pakkaus	21 ¹	7/14 ¹			
Ulkona varastoitu suljettu pakkaus	7 ¹	4	1	2	2/3 ¹
Ulkona varastoitu avoin pakkaus	7/14 ¹	6	3	4	4/6 ¹

rivit: Lepotilassa oleva taimi

sarakkeet: Kuukaudet

solut: vuorokausia

Kasvussa oleva taimi.

¹lepotilassa oleva taimi

Istutuspaikka

Äesvaossa ja laikuissa taimet suositellaan istutettavaksi vaon tai laikun keskelle kohoumaan niin, että taimipaakun päälle jää 2–3 cm kivennäismaata. Mättäissä taimet on hyvä istuttaa niin syvään, että paakku ylettyy mättään alla olevaan humuskerrokseen. Kuitenkin vähintään puolet taimen versosta pitää jäädä maanpinnan yläpuolelle.

Istutuspaikka on hyvä valita niin, että taimen ympärille jää vähintään 15 cm paljasta maata tai turvepintaa. Istuttaessa taimien juuripaakkujen tulee olla sopivan kosteita, jolloin kevyesti puristettaessa niistä tippuu vettä.

Taimet ovat useimmiten käsitelty tukkimiehentäin torjunta-aineella. Tämän takia taimia käsiteltäessä on käytettävä suojaavia käsineitä ja pestävä kädet käsittelyn jälkeen.

Toimiva taimihuolto ja hyväkuntoiset taimet ovat tärkeitä uudistamistuloksen kannalta.

Istutustiheys

Suosittelut istutustiheys ilmenee oheisesta taulukosta. Metsitettävillä pelloilla ja vastaavilla jouitoalueilla suositellaan käytettäväksi suurinta suositeltua taimimäärää suuremman tuhoriskin vuoksi.

Suosittelut istutustiheys.

	Mänty ¹	Kuusi ¹	Rauduskoivu	Lehtikuusi	Haapa ²
Tainta/ha	2 000–2400	1 500–1800	1 600	1 300	1 200–2000

¹Havupuilla istutustiheyden ylärajoja sovelletaan tavoiteltaessa suurta puuntuotosta ja/tai hyvää laatua.

¹Istutustiheyden alarajoja sovelletaan, kun taimikon oletetaan täydentyvän luonnontaimilla riittävän tasaisesti.

² Istutustiheyden alarajoja sovelletaan kuitupuun ja ylärajoja tukkipuun kasvatuksessa.

Taimien varastointi

Taimien varastoinnilla on suuri merkitys istutuksen onnistumiselle. Taimet on koko ajan pidettävä sopivassa kosteudessa, kuivuneessa turvepaakussa juuret vaurioituvat.

Varastointiohje

Metsävarastoon suositellaan vietäväksi korkeintaan parin päivän istutustarvetta vastaava määrä taimia. Taimien hyvä varastopaikka on varjoinen ja siellä on myös kastelumahdollisuus. Kuivumisen hidastamiseksi taimilaatikot ja alustat on hyvä sijoittaa niin, ettei niiden ja maan väliin jää ilmarakoa.

Pakkasvarastoituja taimia voi varastoida sulamisen ajan varjossa viileässä ulkorakennuksessa, jossa lämpötila on 8–14 C°. Taimien sulaminen kestää muutaman päivän. Taimilaatikoiden tuuletusaukot pitää avata sulamisen ajaksi, etteivät taimet homehdu. Taimien pitää olla täysin sulaneita ennen istutusta. Juuripaakun ollessa vielä jäissä juuristo ei pysty kuljettamaan vettä ja taimen verso kuivuu.

Metsänviljelyaineiston käyttöalueet

Jotta metsänviljelyllä on edellytykset onnistua, on käytettävä alueelle sopivaa siemen- ja taimimateriaalia. Materiaalin siirrossa alueelle toiselle on syytä noudattaa tässä annettuja suosituksia.

Metsänviljelyaineiston luokittelu

Metsänviljelyaineiston alkuperäluokitus perustuu lakiin metsänviljelyaineiston kaupasta (241/2002) ja sen perusteella annettuun maa- ja metsätalousministeriön asetukseen (1055/2002).

Perusaineisto

Perusaineistolla tarkoitetaan lähdettä, joka voi olla siemenlähde, metsikkö, siemenviljelys, perheen vanhempia, kloonit tai klooniyhdistelmä.

Metsänviljelyaineiston luokat

Luokan nimi	Kuvaus
Testattu:	Jalostettua aineistoa, jonka laadukkuus on osoitettu vertailukokeilla tai siemenaineiston tuottaneiden puuyksilöiden jalostusarvojen perusteella. Tähän luokkaan kuuluvat 1,5-polven valiosiemenviljelyksiltä kerätyt siemenet ja niistä kasvatetut taimet (ks. Jalostetun viljelymateriaalin tuotanto).
Alustavasti testattu:	Jalostettua aineistoa, jonka tuottaneet puuyksilöt on valittu pelkän fenotyypin eli ilmiasun perusteella. Tähän luokkaan kuuluvat 1. polven siemenviljelyksiltä kerätyt siemenet ja niistä kasvatetut taimet.
Valikoitu:	Aineisto koostuu tietyllä alueella sijaitsevasta, fenotyypin perusteella valitusta hyvälaatuisesta metsiköstä kerätyistä siemenistä ja niistä kasvatetuista taimista.
Siemenlähde tunnettu:	Jalostamaton aineisto, joka koostuu tietyllä alueella sijaitsevasta metsiköstä tai metsiköistä kerätyistä siemenistä ja niistä kasvatetuista taimista.

Metsänviljelyaineiston käyttöalueet

Luokat testattu ja alustavasti testattu

Näihin luokkiin kuuluvia siemenviljelysalkuperien metsänviljelyaineistoja käytetään

Ruokaviraston hyväksymien käyttöaluekarttojen mukaisilla alueilla. Lisätietoja käyttöalueista saa siementen myyjiltä ja [Ruokavirastosta](#).

Luokat valikoitu ja siemenlähde tunnettu

Mänty: Metsikkösiementen siirtosuositukset (ks. myös taulukko alla):

- Etelä- ja Väli-Suomessa 65 leveyspiirille asti suositellaan viljelyä paikallisella alkuperällä. Tällä alueella voidaan käyttää 100–150 km paikallista eteläisempää tai pohjoisempaa alkuperää.
- Pohjois-Suomessa 65 ja 67 leveyspiirien välisellä alueella suositellaan viljelyä paikallisella tai hieman paikallista pohjoisemmalla (0–50 km) alkuperällä. Mahdolliset enimmäissiirrot ovat 50 km etelästä ja 250 km pohjoisesta.
- Lapissa 67 leveyspiiriltä pohjoiseen suositellaan viljelyä paikallisella tai sitä pohjoisemmalla alkuperällä. Suositeltava siirtomatka on 0–150 km pohjoisesta ja enimmäissiirtomatka 350 km pohjoisesta.

Viljelypaikan maaston korkeus tulee ottaa huomioon siten, että 100 metrin siirto ylöspäin korkeussuunnassa vastaa 100 kilometrin siirtoa pohjoiseen ja päinvastoin.

Paikallisilmastoltaan erityisen ankarilla viljelypaikoilla, kuten laajoissa supissa tai suurten mäkien pohjoisrinteillä, on suuri riski muiden muassa versosurmatuhoille, ja näillä kohteilla suositellaan käytettäväksi paikallista pohjoisempaa alkuperää.

Itä-länsisuunnassa alkuperäsiirtoja ei rajoiteta. Männyn siirtoa etelä- tai länsirannikolta sisämaahan ei kuitenkaan suositella.

Kuusi: Etelä-Suomessa kuusen alkuperiä tulisi siirtää alueilta, joiden lämpösumma on 100–300 d.d.-yksikköä suurempi kuin viljelyalueella. Salpausselän eteläpuolella voidaan viljellä virolaisia alkuperiä.

Pohjois-Suomessa suositellaan viljeltäviksi paikallisia tai vastaavien lämpösumma-alueiden alkuperiä.

Raudus- ja hieskoivu: Etelä-Suomessa suositellaan viljelyä paikallisella alkuperällä. Kasvukauden tehoisan lämpötilan summa on hyvä tunnus alkuperäsiirroissa. Raudus- ja hieskoivua voidaan siirtää 150 d.d.-yksikköä alkuperäaluetta lämpimämmälle tai kylmemmälle viljelyalueelle. Etelä-pohjoissuunnassa tämä vastaa alle 100 kilometrin siirtoa. Maaston korkeus otetaan huomioon siten, että 100 metrin siirto ylöspäin korkeussuunnassa vastaa 100 kilometrin siirtoa pohjoiseen ja päinvastoin.

Itä-länsisuunnassa ovat jopa poikki Suomen tehtävät siirrot mahdollisia edellyttäen, että noudatetaan edellä mainittuja lämpösummarajoituksia.

Muut puulajit: Vältetään yli 150 kilometrin tai yli 150 d.d.-yksikön siirtoja etelä-pohjoissuunnassa.

Männyn metsikkösiementen siirtosuositukset.

Alue	Leveysasteet, °N	Suositeltavat suurimmat alkuperäsiirrot (km)		Optimialkuperä
		Etelästä	Pohjoisesta	
Etelä-Suomi	–63	150	100	paikallinen
Väli-Suomi	63–65	100	150	
Pohjois-Suomi	65–67	50	250	50 km pohjoisesta
Lappi	67–	0	350	150 km pohjoisesta

Männyn metsikkösiementen siirtosuositukset.

Sanasto

Istutus



Istuttaen saadaan nopeasti kasvuun uusi puusto. Kuva: © Sami Karppinen.

Metsänviljelyn toimenpide. Istutuksessa käytetään lähes yksinomaan paakkutaimia. Paakkutaimi on helppo istuttaa ja se lähtee nopeasti kasvuun. Kuusen ja koivun paakkutaimia voidaan istuttaa lähes koko kasvukauden ajan.

Metsänviljelyn onnistumisen edellytyksenä on käyttää kasvupaikalle sopivaa puulajia sekä alueelle sopivaa puu- ja taimimateriaalia. Lisäksi istutustiheys, istutuspaikan valinta ja taimien oikein tehty varastointi ovat onnistuneen istutuksen perusta.

Viljely



Koneellista istutustyötä. Kuva: © Pentti Väisänen.

Viljely on metsän uudistamista joko kylvämällä tai istuttamalla.

Istutus on uudistamismenetelmistä kallein, mutta myös riskittömin ja nopein vaihtoehto. Viljavilla mailla istutus on varmin tapa. Siellä istutettu metsä tuottaa hyvin ja istutustaimet pääsevät varmimmin kasvuun niiden nopeamman alkukehityksen ansiosta. Karuilla mailla metsän kasvu on hitaampaa, ja istutuksen vaatimaa investointia on vaikeampi saada kannattavaksi.

Kylvö on istutusta edullisempi vaihtoehto uudistettaessa karkeita ja karuja maita männylle. Sopivilla kohteilla oikein käytettynä kylvöllä on myös muita etuja. Sillä voidaan saada aikaan huomattavan tiheä taimikko, jopa 4 000–5 000 tainta hehtaaria kohti, mikä tuottaa istutuspuustoa parempilaatuisen metsikön.

Kirjallisuus

1. Jansson, G., Hansen J. K., Haapanen, M., Kvaalen, H. & Steffenrem, A. 2016. The genetic and economic gains from forest tree breeding programmes in Scandinavia and Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* Volume 32, 2017 - Issue 4.
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02827581.2016.1242770?journalCode=sfor20>
2. Haapanen, M., Hynynen, J., Ruotsalainen, S., Siipilehto, J., Kilpeläinen, M.-L., 2016. Realised and projected gains in growth, quality and simulated yield of genetically improved Scots pine in southern Finland. *Eur. J. For. Res.* 135, 997.
<https://doi.org/10.1007/s10342-016-0989-0>
3. Hagqvist R, Hahl J. 1998. Rauduskoivun siemenviljelysten jalostushyöty Etelä- ja Keski-Suomessa. [Summary: Genetic gain provided by seed orchards of Silver birch in Southern and Central Finland.] *Reports from the Foundation for Forest Tree Breeding* 13:1–32.
4. Ruotsalainen S, Nikkanen T. 1998. Kuusen siemenviljelysaineiston menestyminen Pohjois-Suomessa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 709.
<http://urn.fi/URN:ISBN:951-40-1653-X>
5. Luonnonvarakeskus (Metinfo, jalostus)
<http://www.metla.fi/metinfo/jalostus/jalostus-tulokset.htm>
6. Mayer, M. ym., 2020. Tamm Review: Influence of forest management activities on soil organic carbon stocks: A knowledge synthesis. *Forest Ecology and Management* 466, 118127.
7. Luoranen, J., Saksa, T., Finér, L., Tamminen, P. 2007. *Metsämaan muokkausopas*. Gummerus Kirjapaino Oy. 75 s.
8. Grossnickle, S. C. 2018. Seedling establishment on a forest restoration site – An ecophysiological perspective. *Reforesta* 6: 110–139.
9. Egnell, G., Jurevics, A., Peichl, M. 2015. Negative effects of stem and stump harvest and deep soil cultivation on the soil carbon and nitrogen pools are mitigated by enhanced tree growth. *Forest Ecology and Management* 338: 57–67.
10. Örlander, G., Gemmel, P., Hunt, J. 1990. Site preparation: a Swedish overview. *FRDA Report 105*. Forestry Canada and B. C. Ministry of Forests. ISSN 0835-0752.

- Jansson, G. ym. 2017. The genetic and economic gains from forest tree breeding programmes in Scandinavia and Finland, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 32:4, 273-286.
12. Haapanen, M. 2020. Performance of genetically improved Norway spruce in one-third rotation-aged progeny trials in southern Finland. *Scand J For Res* 35: 221-226.
 13. Haapanen, M. ym. 2016. Realized and projected gains in growth, quality and simulated yield of genetically improved Scots pine in southern Finland. *Europ J For Res*. 135(6):997–1009.
 14. Laine, T., Luoranen, J. & Ilvesniemi, H. (toim.) 2019. Metsämaan muokkaus: kirjallisuuskatsaus maanmuokkauksen vaikutuksista metsänuudistamiseen.
 15. Mjöfors, K. Et al. 2017. Indications that site preparation increases forest ecosystem carbon stocks in the long term *Scand. J. For. Res.*, 32 (2017), pp. 717-725
 16. Jandl, R. et al. 2017. Byrne How strongly can forest management influence soil carbon sequestration? *Geoderma*, 137 (2007), pp. 253-268.
 17. W.L. Mason, B.C. Nicol, M.P. Perks Mitigation potential of sustainably managed forest. In *Combating climate change – a role for UK forests* D.J. Read, P.H. Freer-Smith, J.I.L. Morison, N. Hanley, C.C. West, P. Snowdon (Eds.), An assessment of the potential of the UK's trees and woodlands to mitigate and adapt to climate change. The synthesis report. The Stationery Office (2009).
 18. Trettin, C. et al. 2011. Recovery of carbon and nutrient pools in a northern forested wetland 11 years after harvesting and site preparation *For. Ecol. Manage.*, 262 (2011), pp. 1826-1833.
 19. Heiskanen, M., Bergström, I., Kosenius, A-K., Laakso, T., Lindholm, T., Mattsson, T., Mäkipää, R., Nieminen, M., Ojanen, P., Rankinen, K., Tolvanen, A., Viitala, E-J., & Peltoniemi, M. (2020). Suometsien hoidon tuet ja niiden ilmasto-, vesistö- ja biodiversiteettivaikutukset. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 7/2020. Luonnonvarakeskus (Luke).
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-953-8>
 20. Luoranen, J., Saksa, T. & Uotila, K. 2012. Metsänuudistaminen. Metsäntutkimuslaitos ja Metsäkustannus Oy.