

Liite 2.

Pirkanmaan metsien hiilivaraston kehitys

Käsittely- ja kehitysvaihtoehtojen simulointi

Metsien käsittely- ja kehitysvaihtoehdot tuotettiin puukohtaisiin malleihin (mm. Hynynen ym. 2002) perustuvalla MELA2016 -ohjelmiston metsikkösimulaattorilla (Hirvelä ym. 2017). MELA-ohjelmistoon sisältyvistä luonnonprosessimalleista ja niiden soveltamisesta tarkemmin, ks. Nuutinen ym. (2007). Laskelmien oletuksina ja taustatietoina sekä vaihtoehtoisten käsittelyketjujen simulointimäärittämisinä käytettiin MELA TuPa Tulospalvelun (MELA Tulospalvelu 2018) mukaisia määrittämiä mm. metsänhoidon suosituksista, metsänkäytön rajoituksista johdettujen käsittelyluokkien metsänkäsitteilyistä, puiden kasvun tasosta, hinnoista ja kustannuksista.

Metsämaan pohjapinta-alan kasvumallit on kalibroitu valtakunnan metsien 11. inventoinnin (VMI11) kasvunmittausten perusteella. Ennen kalibrointia kasvunmittaukset on indeksikorjattu vastaamaan vuosien 1984-2013 läpimitan kasvun keskitasoa (Korhonen ym. 2007). Kalibrointiin on käytetty vuosina 2009-2013 mitattuja koepuita sellaisilta metsämaan koelohjoilta, jotka kuuluivat kokonaisuudessaan samaan metsikkökuvioon ja joita ei ollut hakkuin käsitelty viimeiseen 10 vuoteen. Vuosien 1984-2013 keskimääräiselle tasolle kalibroidun pohjapinta-alan kasvun avulla laskettua tilavuuskasvun arviota tarkennettiin vielä lopuksi ottamalla kasvun arviossa huomioon kalibroitajakson keskivuodesta (1999) vuoteen 2017 tapahtunut lämpötilan ja hiilidioksidipitoisuuden nousun vaikutus Matalan ym. (2005) funktioiden avulla. Kalibroitajakson keskivuodelle laskettiin edeltäneen 30 vuoden (1970-1999) lämpötilan ja CO₂:n keskiarvot ja vuodelle 2017 vastaavasti vuosien 1988-2017 lämpötilan ja CO₂:n keskiarvot ja näiden erotukset (Etelä-Suomi 0,89 °C ja 0,42 ppm; Pohjois-Suomi 0,996 °C ja 0,42 ppm) annettiin syötteenä Matalan ym. (2005) funktioihin. Näin saatu tilavuuskasvun arvio oli vuosille 2015-2024 vuosina 2015-2017 toteutuneiden hakkuiden tasoa noudattaen koko Suomessa 107,3 milj. m³/v, kun VMI12 mitattu kasvu oli 107,7 milj. m³/v (keskivuosi 2013). Kasvuntason kalibrointi tarkemmin, ks. MELA Tulospalvelu (2018).

Metsien käsittely perustui vuoden 2013 metsänhoidon suosituksiin (Äijälä ym. 2014) ja energiapuun korjuun ja kasvatuksen suosituksiin (Äijälä ym. 2010). Laskelmakaudet olivat 5 vuoden pituisia ja kaikki käsittelyt simuloitiin mahdollisimman lähellä 5 vuoden pituisten laskelmakausien keskikohtaa (kauden 3. vuoden alussa). Kulotus, lannoitus, uudisojitus,

pystypuiden karsinta, yläharvennus ja eri-ikäisrakenteisen metsän kasvatus eivät olleet mukana tarkastelussa.

Käsittely- ja kehitysvaihtoehtojen tuottamisessa mahdolliset toimenpiteet määräytyivät käsittelyluokan perusteella (metsänkäsittely sallittu ja ei metsänkäsittelyä). **Metsänkäsittely sallittu** -alueen metsämaalla mahdollisia toimenpiteitä olivat runkolukuun ja pohjapinta-alaan perustuvat harvennukset, avohakkuu, siemenpuuhakkuu, suojuspuuhakkuu sekä ylispuiden poisto, säästöpuiden jättäminen, raivaus, maanpinnan käsittely, viljely, taimikonhoito ja kunnostusojitus hakkuiden yhteydessä. Uudistushakkuu simuloitiin noudattaen ohjeiden 2-4 % tuottovaatimukseen perustuvia läpimitta- ja uudistamisikärajoja, jos jompikumpi em. raja täyttyi. Harvennushakkuissa voitiin korjata joko vain ainespuuta, ainespuuta ja energiapuuta (integroitu korjuu) tai vain energiapuuta. Integroidussa korjuussa energiapuu koostui männyn, kuusen, koivun ja haavan osalta rinnankorkeusläpimittaluokista 4-9 cm ja muilla puulajeilla kaikista rinnankorkeusläpimitaltaan vähintään 4 cm puista. Harvennushakkuiden energiapuu korjattiin kuivahkojen kankaiden ja tätä viljavampien kankaiden mänty- tai lehtipuualtaisissa puustoissa kokopuuna. Energiapuu korjattiin rankapuuna em. kasvupaikkoja karummilla kangasmailla, turvemaidella tai aina kun pääpuulaji oli kuusi. Uudistushakkuissa voitiin korjata joko vain ainespuuta tai ainespuun lisäksi a) hakkuutähdettä (oksat ja latvahukkapuu) tai b) hakkuutähdettä ja kantoja. Uudistushakkuiden hakkuutähdeestä (oksat ja runkopuu) oletettiin korjattavan 70 %. Kannoista nostettiin läpimitaltaan vähintään 25 cm kannot, joista talteen saatiin 85 %. Luontaisesti uudistettavilta aloilta korjattiin vain ainespuuta.

Metsänkäsittelyn ulkopuolella olevilla alueilla ei sallittu mitään toimenpiteitä. Myös **kitu- ja joutomaat** oli rajattu metsänkäsittelyn ulkopuolelle.

Pohjapinta-alaohjeeseen perustuva harvennus oli mahdollinen, kun harvennusmallien alempi leimauskäyrä saavutettiin. Puusto harvennettiin harvennuskäyrien puoliväliin. Hakkuut toteutettiin laskelmakausien puolivälissä, minkä vuoksi harvennuksissa pohjapinta-alan vaatimusta alennettiin 3 prosentilla. Siten harvennettavaksi tuli myös kohteita, jotka täyttivät pohjapinta-alavaatimuksen vasta laskelmakauden jälkimmäisellä puoliskolla. Myös uudistushakkuissa uudistamisläpimitta- ja uudistamisikärajoja alennettiin vastaavasti.

Laskelmat tehtiin ainespuun (tukki ja kuitu) osalta tienvarsihinnat. Tienvarsihinnat laskettiin lisäämällä Pirkanmaan maakunnan alueella toteutuneisiin kantohintoihin vuosien 2008-2017 (<http://stat.luke.fi/metsa>, haettu 1.7.2018) koko Suomessa keskimäärin toteutuneet reaaliset (v. 2017 rahanarvo) korjuukustannukset (tukki 7,75 €/m³ ja kuitu 14,20 €/m³). Kantohintoina käytettiin vuosina 2008-2017 (<http://stat.luke.fi/metsa>, haettu 1.7.2018) toteutuneita keskiarvoja (€/m³) puutavaralajeittain vuoden 2017 hintatasoon muutettuna (Taulukko 1). Koivukuidun hintaa käytettiin myös muiden lehtipuiden tukille ja kuidulle.

Taulukko 1. Sovelletut kantohinnat.

Maakunta	Kantohinta, €/m ³					
	Tukki			Kuitu		
	Mänty	Kuusi	Koivu	Mänty	Kuusi	Koivu
Pirkanmaa	57,10	58,55	40,80	16,35	19,45	16,10

Metsähakkeen käyttöpistehinta (Taulukko 2) perustui Tilastokeskuksen energiatilaston (Tilasto: Energian hinnat, haettu 1.7.2018) vuosien 2007-2016 määrillä painotettuun reaaliseseen keskihintaan (v. 2017 rahanarvo) €/Mwh, joka on muutettu kuutiometrihinnaksi kertoimella 2.

Taulukko 2. Sovelletut metsähakkeen käyttöpistehinnat.

Energiajaje	Käyttöpistehinta, €/m ³
Ranka	40,20
Oksatähde	40,20
Kanto ja juuret	40,20

Laskelmissa sovelletut korjuun yksikköhinnat (Taulukko 3) sisälsivät palkkojen lisäksi yrittäjävoiton, henkilösivukustannukset ja työvälinekorvaukset.

Taulukko 3. Sovelletut korjuun yksikköhinnat.

Työlaji	Yksikköhinta, €/h
Metsäkuljetus	70,00
Hakkuu monitoimikoneella	95,00

Metsurihakkuu	28,20
---------------	-------

Laskelmissa sovelletut energiapuun hankinnan yksikköhinnat (Taulukko 4) sisälsivät palkkojen lisäksi henkilösivukustannukset ja työvälinekorvaukset. Energiapuulle ei kohdistettu korjuu- tai haketustukia.

Taulukko 4. Sovelletut energiapuun hankinnan yksikköhinnat.

Työlaji	Yksikköhinta
Metsäkuljetus, €/h	70,00
Hakkuu monitoimikoneella, €/h	95,00
Metsurihakkuu, €/h	28,20
Kantokaivuri, €/h	70,00
Tienvarsihaketin, €/h	210,00
Kaukokuljetus, €/h	75,00
Lastaus ja purku, €/h	55,00
Käyttöpistemurskain, €/m ³	2,80

Metsänhoitotöiden yksikköhintoina käytettiin vuosina 2007-2016 (<http://stat.luke.fi/metsa,haettu> 1.9.2018) toteutuneita keskimääräisiä hintoja vuoden 2017 hintatasoon muutettuna (Taulukko 5).

Taulukko 5. Sovelletut metsänhoitotöiden yksikköhinnat.

Työlaji	Pohjois-Suomi
Äestys, €/ha	254,00
Auraus/mätästys, €/ha	363,00
Männyn kylvö (siemenet), €/ha	237,00
Männyn taimi, €/taimi	0,15
Kuusen taimi, €/taimi	0,17
Koivun taimi, €/taimi	0,30
Männyn täydennystaimi, €/taimi	0,18
Kuusen täydennystaimi, €/taimi	0,26
Koivun täydennystaimi, €/taimi	0,40

Istutus- ym. metsänhoito, €/h	20,95
Ruohous, €/ha	264,00
Uudistusalan raivaus- ja taimikon perkaus, €/h	28,20
Kunnostusojitus, €/ha	195,00
Suunnittelu- ja työnjohto, €/h	20,95