

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
1 JOHDANTO	4
2 PINTA-ALAN MÄÄRITYSMENETELMÄT	4
3 GPS-MITTAUS	5
4 TUTKIMUSMENETELMÄT	6
4.1 Kohteiden valinta	6
4.2 Maastomittaukset	6
4.3 Differentiaalikorjaukset ja pinta-alojen laskenta	7
5 TUTKIMUSAINEISTO	7
6 TULOKSET	8
6.1 Koko aineisto	8
6.2 Pinta-alaerot yhtiöittäin	9
6.3 Pinta-alaerot määritysmenetelmien mukaan	10
6.4 Pinta-alaerot leimikon suunnittelijan mukaan	11
7 PÄÄTELMÄT	12
LÄHDELUETTELO	13

TIIVISTELMÄ

Leimikon pinta-alaa käytetään kertoimena muunnettaessa arvioidut tai mitatut pinta-alayksikkökohtaiset puustotunnukset koskemaan todellisia hakkuukohteita – leimikoita, lohkoja tai palstoja. Pinta-alan tarkkuus vaikuttaa siten puuston ennakkotiedon luotettavuuteen. Pinta-ala määritetään yleisimmin metsäsuunnittelukuvion mukaan. Hakkuukuvio poikkeaa kuitenkin usein suunnittelukuviosta, ja näin pinta-alan määrittäminen vaikeutuu. Paikkatietopohjaisesti suunniteltujen leimikoiden osuus lisääntyy uusien puunhankinnan suunnittelujärjestelmien käyttöönoton myötä. Leimikon työmaakartan tuottamiseen on tullut uusia ratkaisuja, joissa pinta-alan laskenta on automaattinen toiminto.

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin, kuinka paljon suunnitellun leimikon pinta-ala eroaa käytännössä hakkuun jälkeen toteutuneesta. Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään eroja eri pinta-alan määritysmenetelmien, suunnittelijoiden ja yhtiöiden välillä. Tutkimusleimikot olivat UPM-Kymmene Oyj:n Turun piiriltä ja Stora Enso Oyj:n Joutsan piiriltä. Kohteita oli yhteensä 42 ja ne sijaitsivat 14 kunnan alueella. Leimikoista osa oli paikkatietopohjaisesti suunniteltuja, mutta suurimman osan pinta-ala oli saatu perinteisesti suoraan metsäsuunnitelmasta. Aineiston kohteista 34 oli metsänhoitoyhdistysten ja 8 yhtiöiden työnjohdon suunnitteleamia. Tutkimusleimikoiden rajat kartoitettiin GPS-vastaanottimella, koordinaateille tehtiin differentiaalikorjaus jälkilaskentana ja sovellusohjelmalla laskettiin pinta-alat.

Ennakkotieto- ja toteutuneen pinta-alan välinen ero oli keskimäärin 0,3 hehtaaria (12 %). Suurin osa leimikoista oli hakkuun jälkeen pinta-alaltaan ennakoarviota pienempiä. Pinta-alan määrittämiseltään hyvin onnistuneita leimikoita oli kolmannes, eli niissä suunnitellun ja todellisen välinen pinta-alaero oli alle 5 %. Yhtiön suunnittelemissa leimikoissa pinta-alaero oli keskimäärin 0,2 ha (9 %) ja metsänhoitoyhdistysten leimikoissa 0,3 ha (13 %). Metsätaloussuunnitelmaan perustuvien leimikoiden keskimääräinen pinta-alaero oli 0,3 ha (14 %) ja paikkatietopohjaisesti suunniteltujen 0,2 ha (9 %).

Leimikoiden pinta-alaerot hehtaareissa olivat kohtuullisen pieniä. Tulosten perusteella leimikoiden pinta-alatarkkuus on tyydyttävä, eikä selvää systemaattisuutta johonkin suuntaan esiinny. Pienetkin pinta-alavirheet vaikuttavat osaltaan puustoestimaattien tarkkuuteen, mutta puustotunnusten otanta- ja mittausvirheillä voi olla niihin huomattavasti suurempi merkitys.

1 JOHDANTO

Leimikon pinta-alaa tarvitaan hakkuukertymien arviointiin, vaikka se ei sinänsä ole useinkaan välttämätön tieto leimikon suunnittelussa. Pinta-alan on arvioitu olevan yksi ennako- ja suunnittelumittausmenetelmien suurimmista virhelähteistä. Pinta-alan tarkka määrittäminen on edellytys luotettaville laskentatuloksille, sillä se vaikuttaa kertoimena suoraan kokonais- ja puutavaralajikohtaisten tilavuuksien tarkkuuksiin. Ennakkotietoa puutavaralajikertymistä tarvitaan korjuu- ja kuljetusohjelmien laadinnassa. Puuston ennakkotietoa tarvitaan myös leimikon apterauksen simuloinnissa ja apterauksen ohjaustiedostojen laadinnassa.

Tämä tutkimus on osa Metsätehon Runkopankkiprototyypin -projektia, jossa tutkitaan puustotiedon ennustamista hakkuukoneiden mittaustiedoista muodostetun tietovaraston avulla. Projektin yhtenä tutkimustehtävänä vertailtiin leimikoiden pinta-aloja hakkuun jälkeen pinta-alan ennakkotietoon. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, onko eri tavoin saatu pinta-alan ennakkotieto riittävän tarkkaa ja onko eroja siinä, millaisin menetelmin pinta-ala on määritetty ja kuka leimikon on suunnitellut.

2 PINTA-ALAN MÄÄRITYSMENETELMÄT

Leimikon pinta-alan määritysmenetelmiä ovat:

- 1) metsäsuunnittelutiedoista saatavien kuvioiden pinta-alojen käyttö sellaisenaan tai niiden korjaus leimikoiden rajojen mukaan maastokäynnin perusteella tai karttoja ja ilmakuvia hyväksi käyttäen
- 2) leimikoiden rajaukset tietokoneen kuvaruudulla puunhankinnan suunnittelujärjestelmien paikkatietosovelluksissa
- 3) GPS-mittaukset maastossa ja tietojen siirto sovelluksiin
- 4) suuntiin ja etäisyyksiin perustuva murtoviivamittaus

Ongelmana toistaiseksi yleisimmässä pinta-alan määritysmenetelmässä eli kuviotietojen suorassa käytössä on se, että hakkuukuviot poikkeavat varsin usein suunnittelukuvioista. Tällöin pinta-aloja ei aina muisteta tai vaivauduta korjaamaan suunniteltuja leimikkoja vastaaviksi. Karttojen erilaiset mittakaavat vielä vaikeuttavat määrittäystä. Puunhankintaorganisaatioissa jo yleisesti käytettävät korjuun ja kuljetuksen suunnittelu- ja ohjausjärjestelmät ovat paikkatieto-ohjelmistojen pohjalle tehtyjä sovelluksia, joilla työmaakartat tehdään ja pinta-alat muodostuvat automaattisesti. Ostosta tai korjuusta vastaava henkilö digitoi tai piirtää kuvaruudulla leimikon ja lohkojen rajat käytettävissä olevan tiedon perusteella. Tieto voi kuitenkin olla riittämätöntä tai rajoja on vaikea muodostaa, mikäli taustamateriaalina ovat pelkästään perus- tai GT-kartta ja numeeriset kiinteistörajat. Ajantasaiset ilma- tai satelliittikuvat saattaisivat auttaa määrittämään kohteen rajat paremmin.

GPS:n käyttöä pinta-alamäärityksessä metsässä on selvitetty melko paljon mm. Suomessa, Ruotsissa ja Kanadassa, ja tulokset ovat olleet varsin hyviä. Murtovii-vamittaukseen verrattuna päästään vähintään yhtä hyvään tarkkuuteen. Alueen rajat ja pistetiedot saadaan numeerisessa muodossa siirrettäviksi suoraan tietokantoihin tai käyttösovelluksiin, jolloin niitä voidaan helposti korjata ja tehdä varsinainen pinta-alan laskenta. Toistaiseksi hankaluutena on ollut raskas ja melko kallis laitteisto, jonka tehokkaalle käytölle ei ole ollut vielä riittäviä toimintamalleja. Maastomikrolle tai mittasaksiin integroituja GPS-kortteja ei ole ollut käytössä. GPS-mittaus on lisäksi aikaa vievää, sillä pinta-alan saamiseksi kohde on kierrettävä rajoja myöten tai ainakin kulmapisteissä käyden. Kevyellä varustuksella GPS kuitenkin on varsin toimiva menetelmä pinta-alan määrittämiseksi varsinkin silloin, kun leimikon rajat joka tapauksessa kierretään tarkastamassa ja merkitsemässä. Tarkka pinta-alan määrittäminen vaatii ns. differentiaalikorjauksen joko reaaliaikaisena tai jälkikäteen jonkin kiinteän vastaanottimen mittaushavainnoilla. Suunnittelua tehtäessä pinta-alan ei tarvitse välttämättä olla reaaliaikaisesti tiedossa vielä maastossa, vaan muunnoskorjaus voidaan tehdä jälkepäin vietäessä suunnitelmatietoja tietojärjestelmään.

3 GPS-MITTAUS

Global Positioning System (GPS) on Yhdysvaltain puolustusministeriön rakentama ja ylläpitämä paikannusjärjestelmä. Järjestelmää on suunniteltu ja kehitetty 1960-luvulta saakka. Sen avulla voidaan määrittää minkä tahansa pisteen sijainti maapallolla. Järjestelmä perustuu satelliittien lähettämiin paikannussignaaleihin, joiden vastaanotto ja sijainnin laskenta tapahtuvat ns. paikannuslaitteiden avulla. Kaksiulotteinen paikannus edellyttää samanaikaista yhteyttä vähintään kolmeen satelliittiin ja kolmiulotteinen paikannus, joka käsittää myös korkeuslukeman määrittämisen, vähintään neljään satelliittiin.

Satelliittien keskinäinen asema vaikuttaa mittaustarkkuuteen. Vastaanottimet valitsevat yleensä automaattisesti parhaan mahdollisen satelliittiyhdistelmän. Nykyään riittävän hyvä satelliittigeometria on saatavilla yleensä ympäri vuorokauden. Järjestelmän tarkkuus yksittäisvastaanotinta käytettäessä on 20 - 30 m ja tunnetussa pisteessä olevaa tukiasemaa (ns. differentiaalipaikannus) käytettäessä 1 - 5 m. Differentiaalisessa GPS-järjestelmässä (DGPS) käytetään yhden vastaanottimen sijasta vähintään kahta vastaanotinta. Yksi vastaanottimista toimii tukiasemana pisteellä, jonka koordinaatit tunnetaan. Tukiaseman lisäksi DGPS-järjestelmässä on yksi tai useampia liikkuvia vastaanottimia. Koska tukiaseman ja satelliittien sijainnit tiedetään, tukiaseman ja satelliittien todellinen etäisyys voidaan laskea. Lopulliset koordinaatit voidaan laskea jälkikäteen, jolloin tukiaseman ja liikkuvan vastaanottimen ei tarvitse olla yhteydessä toisiinsa. Mittausvaiheessa molempien vastaanottimien mittaamat etäisyshavainnot tallennetaan myöhemmin tehtävää differentiaalikorjauslaskelmaa varten.

4 TUTKIMUSMENETELMÄT

4.1 Kohteiden valinta

Tutkimusaineistoksi oli alunperin tarkoitus valita suurimmaksi osaksi paikkatietopohjaisilla korjuun suunnittelujärjestelmillä suunniteltuja leimikoita. Ilmeni kuitenkin, että järjestelmien käyttö oli vielä kesällä 1998 vähäistä, ainakin valituilla tutkimusalueilla. Se johtui osin siitä, että hakkuukoneita, joissa karttaohjelmisto on asennettuna, ei vielä ollut paljon. Osin myös suunnittelujärjestelmät olivat vielä uusia työnjohdolle. Tilanne on kuitenkin muuttumassa, sillä esim. UPM-Kymmenellä kaikkiiin uusiin päätehakkuutyötä tekeviin hakkuukoneisiin asennetaan karttasovellukset ja GPS-vastaanottimet. Kuljettaja pystyy siten hakkuukoneen tietokoneella käyttämään leimikon työmaakarttaa, joka on toimistolta radioteitse lähetetty. Paperiset peruskartan päälle piirretyt leimikkokartat korvautuvat digitaalisilla kartoilla. Paikkatietojärjestelmäperusteisten työmaakarttojen osuus tulee siten nopeasti lisääntymään.

Tutkimusleimikot oli hakattu viimeisen vuoden aikana. Aineisto valittiin niin, että mukaan tuli kahden eri yhtiön leimikoita, joista osa oli metsänhoitoyhdistysten suunnitteleimia ja osa yhtiön työnjohdon suunnitteleimia. Tutkimuksessa oli sekä harvennus- että päätehakkuuleimikoita. Mukana oli hakkuukohteita 14 eri kunnan alueelta UPM-Kymmene Oyj:n Turun piiriltä ja Stora Enso Oyj:n Joutsan piiriltä.

Tutkimuksen leimikoista 25 oli peruskarttakopioille piirrettyjä. Niiden pinta-ala oli saatu metsäsuunnitelmassa olevien kuvioden pinta-alatietojen mukaan. Leimikoiden työmaakartat saatiin yhtiön arkistosta. UPM-Kymmenen MapInfo-paikkatietojärjestelmään (Pomo-Gis) tallennettuja leimikoita oli 17. Hakkuuta-voittaiset pinta-alat saatiin suoraan piirretyn alueen mukaan. Työmaakartta tulostettiin järjestelmästä ja MapInfo-formaatissa olevat kuviotiedostot tallennettiin levykkeille.

4.2 Maastomittaukset

Leimikot mitattiin Trimble GeoExplorer GPS -vastaanottimella. Tutkimuksessa käytettiin 3-ulotteista paikannusta, jolloin piti saada yhteys vähintään neljään satelliittiin yhtä aikaa. Laite oli asetettu niin, että se tallensi havaintoja satelliiteista neljän sekunnin välein. Laitteessa ei ollut differentiaalikorjausta, joten maastossa kerätyt tiedot tallennettiin ja korjaus tehtiin jälkeenpäin. PDOP-luvun maksimiarvoksi oli asetettu 8,0, jonka ylityksen jälkeen mittaus keskeytyi.

Leimikoista 10 mitattiin kulmapisteissä käyden. Kulmapisteissä GPS-laite asetettiin vastaanottamaan satelliittien paikannussignaaleja. Jokaisessa kulmapisteessä mitattiin 20 koordinaattihavaintoa. 32 leimikkoa kuljettiin kahteen kertaan rajoja myöten ympäri niin, että vastaanotin rekisteröi sijainnin

automaattisesti neljän sekunnin välein. Kulmapisteissä pysähdyttiin, jotta niistä saatiin havaintopisteitä enemmän. Jos satelliitteihin ei saatu yhteyttä, odotettiin samalla paikalla kunnes yhteys saatiin. Kahden eri mittauskerran pinta-alasta laskettiin jokaiselle leimikolle keskiarvo. Vaikka maastomittauksia tehtiin kahdella hieman toisistaan poikkeavalla tavalla, niiden välillä ei havaittu tarkkuuseroa, joten molempia mittauksia tarkastellaan tässä tutkimuksessa vain yhtenä mittausmenetelmänä.

4.3 Differentiaalikorjaukset ja pinta-alojen laskenta

Tutkimuksessa käytettiin differentiaalista GPS-järjestelmää, jossa oli yksi liikkuva vastaanotin ja yksi pysyvä tukiasema. Tukiasemana käytettiin Hämeen ammattikorkeakoulun Evon tukiasemaa. Kaikki leimikot olivat 200 kilometrin säteellä tukiasemasta. Differentiaalikorjaus tehtiin PATHFINDER OFFICE (versio 2.02) -ohjelmalla. Tukiaseman tiedot saatiin Internetin kautta (<http://gps-evo.hamkk.fi/data/>). Tiedostoista valittiin aina maastomittaushetkeä vastaavan ajan tiedosto. Evon tukiaseman ja liikkuvan vastaanottimen tiedot yhdistettiin ja tulokseksi saatiin tiedosto, jossa jokainen koordinaatti oli differentiaalikorjattu.

Korjattu aineisto käsiteltiin vielä poistamalla havaintopisteistä ne, jotka olivat selkeästi erillään rykelmästä. Kyseiset pisteet olivat harhapisteitä ja niiden mukaan jättäminen olisi vääristänyt leimikoiden muotoa ja kokoa. Leimikoille, jotka oli mitattu kulmapisteissä käyden, laskettiin jokaisen kulmapisteen 20 havainnolle keskiarvo. Näin leimikon jokaiseen kulmaan tuli vain yksi piste. Leimikon havaintopisteet yhdistettiin keskenään ja ohjelma laski automaattisesti pisteitä yhdistävän alueen pinta-alan.

5 TUTKIMUSAINEISTO

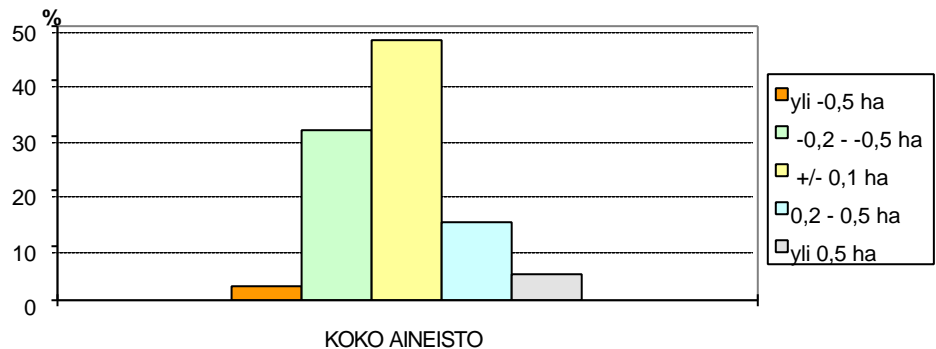
Aineisto käsitti 42 leimikkoa Lounais- ja Keski-Suomesta. UPM-Kymmene Oyj:n leimikoita tutkimuksessa oli 29 kpl ja ne olivat kaikki Turun piirin alueelta. Leimikot sijaitsivat seuraavien kuntien alueilla: Askainen, Kiiikala, Lemu, Lieto, Masku, Nummi-Pusula, Paimio, Rusko, Sammatti, Somero ja Turku. Stora Enso Oyj:n 13 leimikkoa olivat Joutsan piirin alueelta Joutsan, Korpilahden ja Leivonmäen kunnista. Leimikoista 32 oli päätehaku- ja 10 harvennusleimikoita. Hakuu-poistuman tilavuus vaihteli välillä 28 – 1 403 m³.

Tutkimuksen leimikoista 34 oli metsänhoitoyhdistyksen suunnitteleamia ja yhtiön suunnitteleamia oli 8. Kaikki Stora Enson leimikot olivat metsänhoitoyhdistyksen suunnitteleamia. 17 kohdetta oli paikkatietojärjestelmällä (Pomo-GIS) suunniteltu. Leimikoista 25 oli piirretty suoraan peruskarttakopion päälle ja pinta-ala oli saatu metsäsuunnitelmasta.

6 TULOKSET

6.1 Koko aineisto

Tutkimusleimikoiden keskikoko oli 2,8 ha ja vaihteli 0,4 ja 11,1 ha:n välillä. Ennakkotietopinta-alan ja toteutuneen välinen ero oli keskimäärin 0,3 ha. 20 leimikolla (48 %) ero oli 0,1 ha tai pienempi ja kahdessa leimikossa yli 1 hehtaarin (kuva 1).



Kuva 1. Koko aineiston pinta-alaerojen jakauma hehtaareina.

Prosentuaaliset pinta-alaerot olivat monissa leimikoissa varsin suuria, vaikka absoluuttiset erot olivatkin pieniä. Tämä johtuu siitä, että joidenkin leimikoiden koko oli hyvin pieni, jolloin pienikin ero pinta-alassa on prosentteissa jo merkittävä. Leimikot olivat pinta-alaltaan pääasiassa suunniteltua pienempiä. 14 % leimikoista oli sellaisia, joissa ennakkotietopinta-ala ja todellinen pinta-ala olivat täsmälleen samoja. 26 %:ssa leimikon pinta-ala oli suunniteltua suurempi ja 60 %:ssa pienempi.

Leimikoiden pinta-alaerot suunniteltujen ja toteutuneiden välillä jaettiin kolmeen luokkaan eroprosentin mukaan:

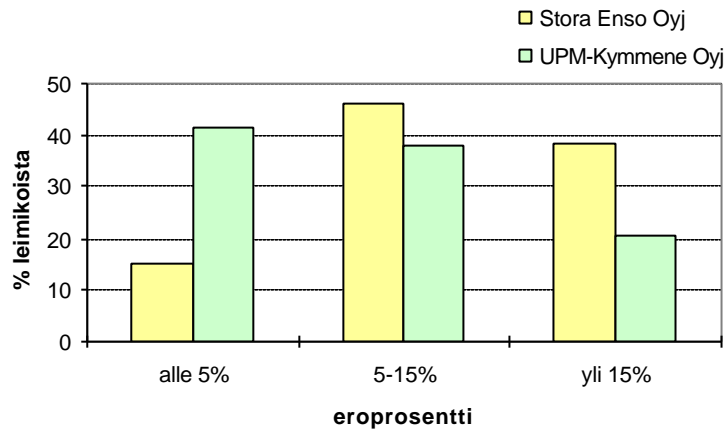
- 1) hyvin onnistuneet: ero alle 5 %
- 2) tyydyttävästi onnistuneet: ero 5 - 15 %
- 3) huonosti onnistuneet: ero yli 15 %

Kaikista leimikoista hyvin onnistuneita oli 33 %, tyydyttävästi onnistuneita 38 % ja huonosti onnistuneita 29 %. Hakkuutapa ei vaikuttanut pinta-alaeroihin. Keskimääräinen pinta-alaero päätehakkuissa oli 0,3 ha (suhteellinen ero 12 %). Harvenushakkuissa pinta-alaero oli keskimäärin 0,2 ha (12 %). Sitä, johtuiko leimikoiden pinta-alaero alunperin virheellisestä tai epätarkasta pinta-alasta vai suunnittelusta poikenneesta hakkuun toteutuksesta, ei kyetty selvittämään.

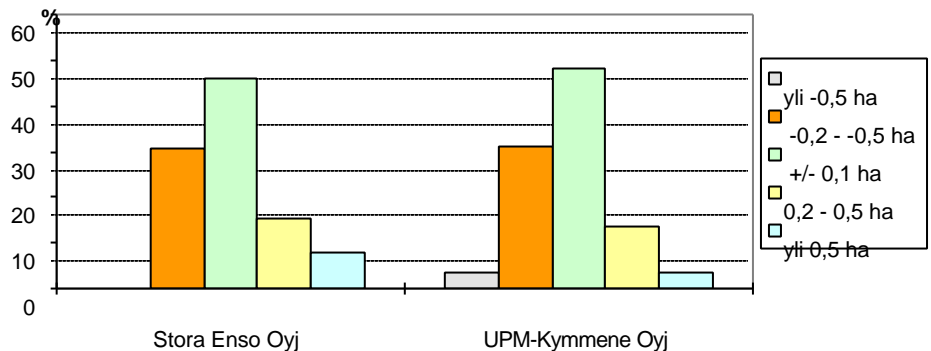
6.2 Pinta-alaerot yhtiöittäin

Stora Enson 13 leimikon keskikoko oli 1,9 ha. Leimikoiden vähäisyyden ja niiden pienen koon takia prosentuaaliset erot olivat suuria. Pinta-alaero oli keskimäärin 0,2 ha (17 %). 6 leimikkoa (46 %) oli sellaisia, joiden pinta-alaero oli 0,1 hehtaaria tai vähemmän. 15 %:ssa leimikoista suunniteltu pinta-ala ja todellinen pinta-ala olivat yhtä suuria. 38 % leimikoista oli suunniteltua suurempia ja 46 % suunniteltua pienempiä.

UPM-Kymmenen leimikoita oli 29 ja niiden keskikoko oli 3,2 ha. Suunniteltujen ja todellisten pinta-alojen ero oli keskimäärin 0,3 ha (9 %). Leimikoita, joissa ero oli 0,1 ha tai vähemmän, oli 48 %. 14 % leimikoista oli täsmälleen suunnitellun kokoisia. 24 % leimikoista oli suunniteltua suurempia ja 62 % suunniteltua pienempiä. Leimikoista 41 % oli hyvin onnistuneita eli pinta-alaero oli alle 5 % (kuvat 2 ja 3).



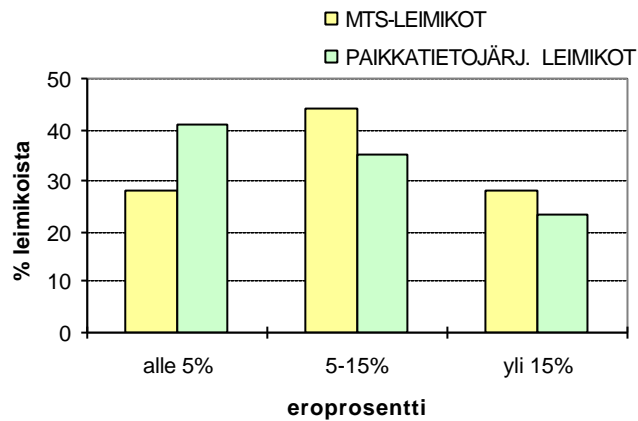
Kuva 2. Pinta-alaerojen jakauma prosentteina yhtiöittäin.



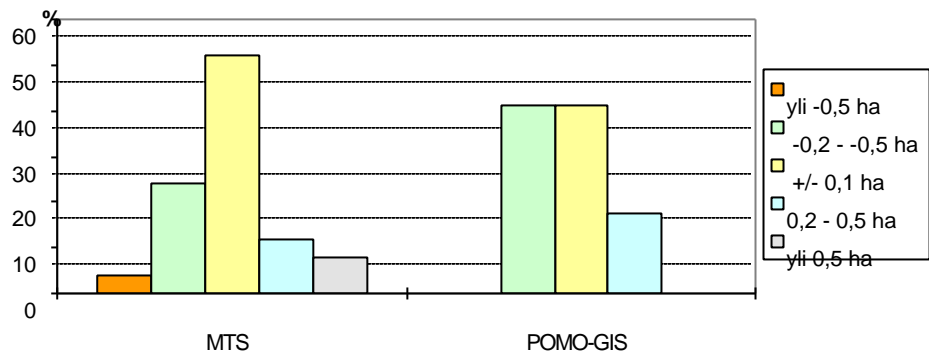
Kuva 3. Pinta-alaerojen jakauma hehtaareina yhtiöittäin.

6.3 Pinta-alaerot määrittymenetelmien mukaan

Leimikoita, joiden pinta-ala oli saatu metsäsuunnitelmasta, oli 25 kpl ja niiden keskikoko oli 2,6 ha. Pinta-alaero oli keskimäärin 0,3 ha (14 %). Niitä, joiden pinta-alaero oli 0,1 ha tai vähemmän oli 52 %. 32 % leimikoista oli suunniteltua suurempia ja 52 % suunniteltua pienempiä. Paikkatietojärjestelmässä suunniteltuja leimikoita oli 17, keskikooltaan 3,0 ha. Pinta-alaero suunniteltujen ja todellisten välillä oli keskimäärin 0,2 ha (9 %). 41 %:ssa leimikoista pinta-alaero oli 0,1 ha tai vähemmän ja yhdessäkään leimikossa pinta-alaero ei ollut yli 0,5 ha (kuvat 4 ja 5).



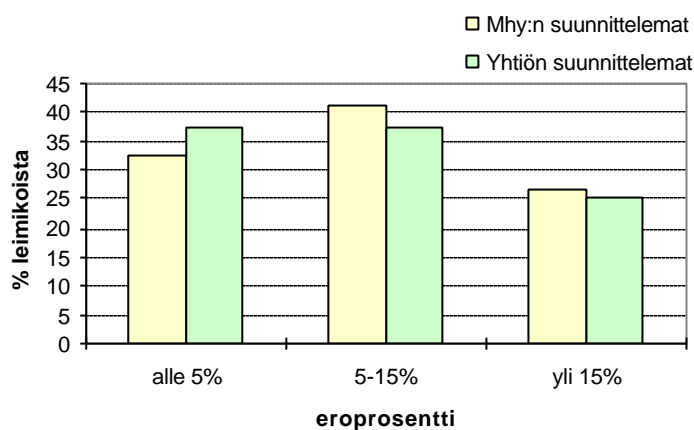
Kuva 4. Metsäsuunnitelman pohjalta ja paikkatietojärjestelmällä suunniteltujen leimikoiden pinta-alaerojen jakauma prosentteina.



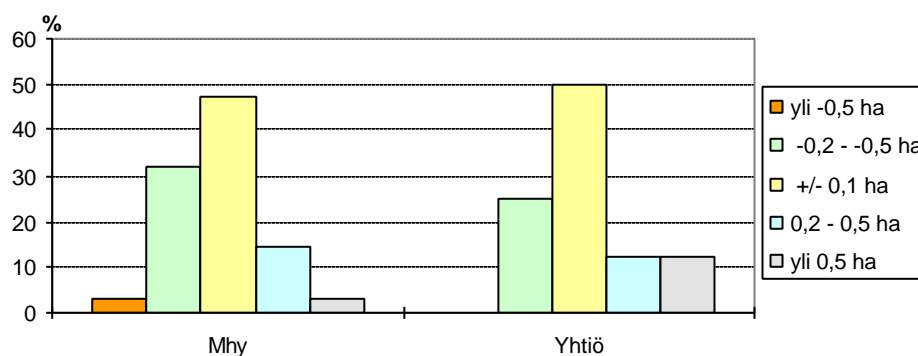
Kuva 5. Metsäsuunnitelman pohjalta ja paikkatietojärjestelmällä suunniteltujen leimikoiden pinta-alaerojen jakauma hehtaareina.

6.4 Pinta-alaerot leimikon suunnittelijan mukaan

Metsänhoitoyhdistysten suunnittelemissa leimikoissa oli 34 ja niiden keskikoko oli 2,8 ha. Keskimääräinen pinta-alaero oli 0,3 ha (13 %). Pinta-alaero oli 0,1 ha tai vähemmän 47 %:lla kohteista. Metsänhoitoyhdistysten leimikoista 32 % oli hyvin onnistuneita. Yhtiön työnjohtajien suunnittelemissa 8 leimikon keskikoko oli 2,8 ha. Niiden pinta-alaero oli keskimäärin 0,2 ha (9 %). Puolessa leimikoista ero oli 0,1 ha tai vähemmän, eikä yhdessäkään yli 0,5 ha. Alle 5 %:n pinta-alaero oli 38 %:ssa kohteista (kuvat 6 ja 7).



Kuva 6. Metsänhoitoyhdistysten ja yhtiöiden suunnittelemissa leimikoiden pinta-alaerojen jakauma prosentteina.



Kuva 7. Metsänhoitoyhdistysten ja yhtiöiden suunnittelemissa leimikoiden pinta-alaerojen jakauma hehtaareina.

7 PÄÄTELMÄT

Leimikoiden pinta-alaerot hehtaareina olivat yleisesti ottaen varsin pieniä. Prosentuaalisia eroja verratessa yhtiön suunnittelemaat leimikot olivat pinta-alaltaan tarkempia kuin metsänhoitoyhdistyksen suunnittelemaat. Suunnittelussa leimikko rajataan hakkuuta vastaavaksi jo valmiiksi, kun taas valmiiksi suunniteltuihin leimikoihin voidaan tehdä muutoksia vielä hakkuun yhteydessä. Yhtiön suunnittelemaiden leimikoiden osuus oli kuitenkin pieni, mikä osaltaan vaikuttaa tuloksen luotettavuuteen.

Paikkatietojärjestelmällä suunniteltujen leimikoiden pinta-alat olivat tarkempia kuin niiden leimikoiden, joiden pinta-ala oli suoraan metsäsuunnitelmasta, mutta hehtaariohtaiset erot jäivät kuitenkin pieniksi. Metsäsuunnitelmaan perustuvissa leimikoissa oli suhteellisesti enemmän sellaisia, joiden pinta-alaero oli 0,1 ha tai vähemmän. Paikkatietojärjestelmällä suunnitelluissa leimikoissa taas ei ollut yhtään sellaista, jossa pinta-alaero olisi ollut yli 0,5 ha. Syy näiden leimikoiden pinta-alan tarkkuuteen lienee siinä, että leimikon ja lohkojen rajat piirretään mahdollisimman tarkasti hakkuukuvion mukaan. Taustakarttana olevaa peruskarttaa voidaan suurentaa haluttuun kokoon, mikä helpottaa jonkin verran kartan sijoittamista maaston mukaan oikein.

Metsäsuunnitelman kuvio ei välttämättä ole aina täysin hakkuukuvion mukainen, mutta pinta-alaa ei silti korjata sitä vastaavaksi, vaan käytetään suunnittelukuvion pinta-alaa. Pinta-alan korjaaminen ei myöskään ole helppoa. Peruskartan kopioiminen suuremmaksi kuviorajojen ja muiden työmaakartan merkintöjen piirtämisen helpottamiseksi muuttaa myös mittasuhteet, jolloin pinta-alan määrittäminen vaikeutuu.

Koko aineiston leimikoista yli puolet oli suunniteltua pienempiä. Tähän voi olla syynä, että rajattaessa kuvioita maastossa on mahdollisesti kävelty hieman toimenpidekuvion puolella eikä metsän reunassa. Toinen syy on mahdollisesti se, että pinta-aloja määritettäessä leimikoiden rajat merkitään usein esimerkiksi ojan reunalle tai tilan rajalle asti, vaikka hakkuu ei ulottuisikaan aivan sinne asti.

Tarkasteluissa ilmeni, että pinta-alan vaihtelut eivät olleet verrannollisia puuston tilavuuden vaihteluihin. Vaikka leimikon pinta-ala oli suunniteltua pienempi, leimikosta saatettiin hakata suunniteltua enemmän puuta ja päinvastoin. Näin ollen leimikon pienet pinta-alavirheet eivät välttämättä vaikuta leimikosta saatavan puuston tilavuuteen oletetusti. Leimikon puuston ennakkotiedon määrittämisen kannalta tulokset ovat tyydyttäviä. Suhteellisen eron jäädessä normaalikokoisilla leimikoilla alle 10 %:n, ei kertoimena käytettävästä pinta-alasta pitäisi tulla puustoesimaimteihin (tilavuudet, pölkky määrät) sen suurempaa virhettä. 10 %:n tilavuusvirhettä esim. ennakkomittausmenetelmien puutavaralajikohtaisissa tilavuuksissa on pidettävä saatujen selvitysten mukaan vielä kohtuullisen hyvänä.

Ajantasainen ja riittävän pienipiirteinen metsäsuunnittelutieto on hyvä perusta leimikon suunnittelulle. Tässä tutkimuksessa ei selvitetty sitä, millaisia pinta-alavirheitä syntyy leimikon suunnittelussa, jossa ei ole käytettävissä metsäsuunnittelutietoa lainkaan. Myös vanhentunut metsäsuunnittelutieto vastaa ko. kaltaista tilannetta. Paikkatietojärjestelmien ja taustakarttojen käyttö näyttäisi tulosten perusteella parantavan pinta-alan tarkkuutta. Menetelmien yleistyessä edellytykset puustotietojen määrittämiseksi siis tältä osin parantunevat.

LÄHDELUETTELO

- Hämäläinen J. & Räsänen T.** 1994. GPS-paikannus metsäolosuhteissa. Metsätehon Katsaus 5/1994.
- Kontola T.** 1995. Satelliittipaikannusjärjestelmän hyödyntäminen metsätalouden suunnittelussa. Metsänarvioimistieteen laudatur-seminaari 27.10.1995.
- Lukkarinen E. & Räsänen T.** 1998. Puun ennakkotiedon hankintamenetelmät ja käyttö. Metsätehon raportti 43, 10.2.1998.
- Lukkarinen E., Räsänen T. & Vuorenpää T.** 1997. Paikkatietotekniikka puunhankinnassa ja metsänhoidossa. Metsätehon raportti 17, 31.1.1997.