

GPS:n käyttö pinta-alan mittauksessa

Pikatesti kahdella GPS-laitteella

Timo Hokka

GPS:n käyttö pinta-alan mittauksessa

Pikatesti kahdella GPS-laitteella

Timo Hokka

Metsätehon raportti 98
10.10.2000

Osakkaiden yhteishanke

Asiasanat: GPS, pinta-alan mittaus, metsänhoitotyöt

© Metsäteho Oy

Helsinki 2000

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	4
1 JOHDANTO	6
1.1 Tausta.....	6
1.2 Tavoite.....	6
2 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS	7
2.1 Tutkitut laitteet.....	7
2.2 Tutkimuksen kulku	10
3 TULOKSET	11
4 TULOSTEN TARKASTELUA	13
4.1 Pinta-alan mittauksen tarkkuus	13
4.2 Laitteiden käyttöominaisuudet	14
4.3 Loppupäätelmät	14

LIITTEET

TIIVISTELMÄ

Useissa metsätalouden sovelluksissa maastossa mitattava pinta-ala on tärkeä tunnus. Satelliittipaikannuksen avulla pinta-alan mittaaminen on nopeampaa ja tarkempaa kuin perinteisillä menetelmillä, mutta riittävän tarkkojen GPS-paikantimien hinta on hidastanut niiden yleistymistä metsätalouskäytössä.

GPS-paikannusta on käytetty siviilisovelluksissa yli kymmenen vuoden ajan. Järjestelmä perustuu maata kiertäviin satelliitteihin, joiden perusteella voidaan laskea maassa sijaitsevan vastaanottimen sijainti. Järjestelmä kehitettiin Yhdysvalloissa sotilaskäyttöön, ja siviilikäytön paikannustarkkuutta häirittiin tahallisesti 1.5.2000 asti. Häirinnästä johtuen paikannustarkkuus ilman ns. differentiaalikorjausta oli noin 50 - 100 metrin luokkaa, eli metsätalouden sovelluksiin liian epätarkkaa. Sijainniltaan tunnettuihin tukiasemiin perustuvaa differentiaalikorjausta käyttämällä päästiin muutaman metrin ja parhailla laitteilla alle metrinkin paikannustarkkuuteen. Häirinnän poistamisenkin jälkeen paikannustarkkuuteen vaikuttavat yhä ilmakehän virheet, ilman differentiaalikorjausta päästään n. 5 - 10 metrin tarkkuuteen, mutta sitä tarkempaan paikannukseen tarvitaan yhä differentiaalikorjausta.

Tutkimuksen lähtökohtana oli, että GPS-paikantimien tarkkuudesta häirinnän poiston jälkeen ei ollut olemassa tarkkaa tietoa. Tavoitteena oli selvittää kahden erilaisen GPS-paikantimen tarkkuus taimikoiden ja uudistusalojen pinta-alan mittaamisessa. Savcor Forest Oy:n Metsä-GPS on metsällisen paikkatiedon keruuseen kehitetty järjestelmä. Garmin GPS II Plus puolestaan on niin sanottu retkeily-GPS, jota markkinoidaan pääasiassa navigointiin maastossa ja vesillä, mutta jolla voidaan myös kerätä paikkatietoa. Metsä-GPS oli varustettu reaaliaikaisella differentiaalikorjauksella, Garminissa ei ollut differentiaalikorjausta.

Tutkimus toteutettiin mittaamalla erikokoisten alueiden vertailupinta-ala tarkalla GPS-paikantimella ja sen jälkeen tutkittavilla paikantimilla. Aineistossa oli 6 taimikkoa, 3 nuorta kasvatusmetsää ja 2 aukeaa uudistusalaa. Metsä-GPS:llä nittattaessa käytettiin differentiaalikorjausta, Garminilla mitattiin ilman differentiaalikorjausta.

Pinta-alan mittauksen tarkkuudessa laitteiden välillä ei ollut suurta eroa. Metsä-GPS:llä alueiden pinta-alapoikkeama oli keskimäärin 3,3 % ja suurin yksittäinen poikkeama 16 % vertailupinta-alaan nähden. Garminilla pinta-alapoikkeama oli keskimäärin 4 % ja suurin poikkeama 18,5 %. Sen sijaan kuvioden sijainti ja muoto poikkesivat Garminilla tehdyissä mittauksissa huomattavasti enemmän vertailukuvioista kuin Metsä-GPS:llä tehdyissä mittauksissa. Tämä johtuu siitä, että Garminissa ei ollut differentiaalikorjausta. Tulosten perusteella näyttää siltä, että pinta-alan mittauksessa differentiaalikorjausta ei tarvita: ilmankin saavutetaan riittävä tarkkuus. Jos kuitenkin halutaan saada kerättyä luotettavaa tietoa paikkatietojärjestelmiin, differentiaalikorjaus on edelleenkin tarpeen.

Laitteiden käyttöominaisuudet poikkesivat huomattavasti toisistaan. Metsä-GPS:llä saadaan alueen pinta-ala laskettua maastossa, Garminilla tallennetut pisteet on ensin siirrettävä PC:lle ja sen jälkeen laskettava alueen pinta-ala. Myös tiedonsiirto paikkatieto-ohjelmiin käy sujuvammin Metsä-GPS:llä.

Laitteiden keskinäinen paremmuusjärjestys riippuu käyttömäärästä ja käyttötaroituksesta. Garmin ilman differentiaalikorjausta on edullinen valinta, jos mitataan vain pinta-aloja eikä mittauksia tarvitse siirtää paikkatieto-ohjelmiin. Tällöin pinta-alan laskennan voi tehdä taulukkolaskentaohjelmalla. Tarvittaessa tarkkuutta voi lisätä hankkimalla differentiaalikorjausvarustuksen. Metsä-GPS puolestaan on monipuolisempi ja joustavampi käyttää, jos mitattavaa on paljon ja halutaan siirtää kohteet paikkatieto-ohjelmiin. Sen hinta on kuitenkin kaksinkertainen verrattuna samoin varusteltuun Garminiin.

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

Alueiden pinta-alan mittaus maastossa on tarpeen monissa metsänhoidon ja puunkorjuun tehtävissä. Esimerkiksi maanmuokkaus-, metsänviljely- ja taimikonhoitokohteissa pinta-ala on työsuorituksen mittari. Lisäksi raivaussahatyön palkkaperusteiden määrittämisessä tarkka pinta-alan mittaus on tärkeää.

Pinta-alan mittaaminen maastossa perinteisin menetelmin, kuten murtoviivamittauksena lankamittalaitteen ja bussolin avulla, on hidasta ja epätarkkaa. Mitattavien alueiden piirtäminen kartalle ja niiden pinta-alan mittaaminen kartalla onnistuu selvärajaisilla kohteilla, mutta hankalan muotoisilla kohteilla kartalle piirtämisestä voi aiheutua merkittäviä virheitä.

GPS-paikannusta on käytetty siviilisovelluksissa yli kymmenen vuoden ajan. Järjestelmä perustuu maata kiertäviin satelliitteihin, joiden perusteella voidaan laskea maassa sijaitsevan vastaanottimen sijainti. Järjestelmä kehitettiin Yhdysvalloissa sotilaskäyttöön, ja siviilikäytön paikannustarkkuutta häirittiin tahallisesti 1.5.2000 asti. Häirinnästä johtuen paikannustarkkuus ilman niin sanottua differentiaalikorjausta oli noin 50 - 100 metrin luokkaa, eli metsätalouden sovelluksiin liian epätarkkaa. Sijainniltaan tunnettuihin tukiasemiin perustuvaa differentiaalikorjausta käyttämällä päästiin muutaman metrin ja parhailla laitteilla alle metrin paikannustarkkuuteen. Häirinnän poistamisenkin jälkeen paikannustarkkuuteen vaikuttavat yhä ilmakehän virheet, ilman differentiaalikorjausta päästään noin 5 - 10 metrin tarkkuuteen, mutta sitä tarkempaan paikannukseen tarvitaan yhä differentiaalikorjausta.

GPS:n merkittävimpiä metsätalousovelluksia ovat tähän asti olleet puutavara-autojen ja hakkuukoneiden navigointijärjestelmät. Maastomittauksissa GPS-paikantimia on käytetty, mutta melko vähän. Syynä on ollut riittävän tarkkojen laitteiden korkea hinta ja välttämätön differentiaalikorjaus. Differentiaalikorjausvarustus on monimutkaistanut maastovarustusta ja osaltaan nostanut laitteiston hintaa.

1.2 Tavoite

Tutkimuksen lähtökohtana oli, että GPS-paikantimien tarkkuudesta häirinnän poiston jälkeen ei ollut olemassa tarkkaa tietoa. Tavoitteena oli selvittää kahden erilaisen GPS-paikantimen tarkkuus taimikoiden ja uudistusalojen pinta-alan mittaamisessa. Lisäksi arvioitiin testattujen laitteiden käyttökelpoisuutta käytännön toiminnassa.

2 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

2.1 Tutkitut laitteet

Tutkimuksessa testattiin kahta erilaista GPS-paikanninta: Savcor Forest Oy:n Metsä-GPS -järjestelmää ja Garmin GPS II Plus -paikanninta. Metsä-GPS on erityisesti metsällisen paikkatiedon keruuseen tehty järjestelmä. Garminia puolestaan markkinoidaan pääasiassa veneily- ja retkeilykäyttöön. Yhteenveto laitteiden ominaisuuksista on taulukossa 1.

Savcor Forest Oy:n Metsä-GPS -järjestelmä on tarkoitettu metsässä tapahtuvaan tiedon keruuseen ja suunnittelutyöhön. Järjestelmään kuuluu selkäreppu, johon on kiinnitetty GPS-antenni ja reaaliaikaista differentiaalikorjausta käytettäessä RDS-radiovastaanottimen antenni, jolla vastaanotetaan FOKUS-palvelun lähettämää korjaussignaalia (kuva 1). Repussa on GPS- ja RDS-vastaanottimet ja niiden akku. Järjestelmässä käytetään Psion WorkAbout -käsimikroa. Käsimikrossa on suomenkielinen ohjelma, jossa on seuraavat toiminnot: koordinaateiltaan tunnettujen pisteiden tallennus, tallennetun pisteen haku, linjan haku, pinta-alan laskenta ja matkan laskenta. Ohjelmassa on suomalainen KKJ-koordinaatisto, käytettävä kaista on käyttäjän valittavissa. Lisäksi laitteistoon kuuluu siirto-ohjelma, jolla voidaan siirtää maastossa tallennetut kohteet PC:lle ja paikkatietojärjestelmiin joko MapInfo- tai Fingis-muodossa.

Metsä-GPS -järjestelmää on mahdollista saada kolmena erilaisena kokoonpanona, jotka eroavat GPS-vastaanottimen osalta. Ensimmäisessä vaihtoehdossa on GPS-vastaanotin ilman differentiaalikorjausta (tarkkuus 5 - 15 m, Navguide GPS -vastaanotin), seuraavassa sama vastaanotin varustettuna differentiaalikorjauksella (tarkkuus 2 - 5 m, Navguide GPS-vastaanotin) ja kolmannessa vaihtoehdossa tarkempi GPS-vastaanotin varustettuna differentiaalikorjauksella (tarkkuus alle 1 metri, Trimble Pro XR GPS -vastaanotin). Tässä testissä kokeiltiin keskimmäistä kokoonpanoa, jossa oli Navguide GPS -vastaanotin varustettuna differentiaalikorjauksella.



Kuva 1. Metsä-GPS

Garmin GPS II Plus -paikannin on niin sanottu retkeily-GPS, eli tarkoitettu pääasiassa suunnistamiseen vesillä ja maastossa. Paikantimella voidaan kuitenkin kerätä myös paikkatietoa tallentamalla kulloinkin sijainti reittipisteeksi, jolle annetaan tunnistetieto. Nämä reittipisteet voidaan myös siirtää PC:hen erillisen ohjelman avulla. Paikantimen antenni on kiinni itse laitteessa, mutta siihen voidaan myös liittää ulkoinen antenni. Testissä käytettiin pääosin ulkoista antennia, koska metsäolosuhteissa yhteys satelliitteihin säilyy paremmin ulkoisella antennilla. Laitteessa voidaan käyttää useita koordinaattijärjestelmiä, myös Suomen KKK-koordinaatistoa. Laitteen tarkkuudeksi ilmoitetaan 5 - 15 metriä ilman differentiaalikorjausta. Reaaliaikainen differentiaalikorjaus on saatavana lisävarusteena, jolloin tarkkuus paranee 2 - 5 metrin luokkaan.



Kuva 2. Garmin GPS II Plus.

TAULUKKO 1 Yhteenveto testattujen laitteiden ominaisuuksista

	Metsä-GPS	Garmin GPS II plus
GPS-vastaanottimen merkki	Navguide	Garmin
Vastaanottimen kanavalukumäärä	12	12
Reaaliaikainen differentiaalikorjaus	On	Lisävaruste ²
Pinta-alan ja matkan laskenta maastossa	On	Ei
Tallennettavat kohdetyypit	Pisteet, viivat ja alueet	Pisteet
KKJ-koordinaatisto	On	On
Tallennettujen kohteiden siirto PC:hen	MapInfo- tai Fingis- muodossa	Tekstimuodossa
Ulkoinen antenni	On	Lisävaruste
Ohjehinta	18 300 mk ¹ (alv. 0 %) Ilman RDS-vastaanotinta 13 800 mk (alv. 0 %) Trimble Pro XR GPS -vastaanottimella varustet- tuna 38 500 mk (alv. 0 %)	Paikannin: 2 279 mk (alv. 0 %) Ulkoinen antenni: 758 mk (alv. 0 %) PC-ohjelmisto: 1 008 mk (alv. 0 %) Datakaapeli: 299 mk (alv. 0 %) Tiedonkeruuväriustus yh- teensä = 4 344 mk (alv. 0 %)
Myynti	Savcor Forest Oy Metsätieto Kouvola p. 05-811 600	X-Position Oy Espoo p. 09-5840 0466
<p>1) Hinta riippuu käsimikron varustuksesta ja yksikkömäärästä. Ei sisällä Digita Oy:n FOKUS-palvelun (differentiaalikorjauksen) vuosimaksua.</p> <p>2) Differentiaalikorjaus saatavissa lisävarusteena, varustuksen hinta n. 4 100 mk (alv. 0 %) ilman FOKUS-palvelun vuosimaksua</p>		

2.2 Tutkimuksen kulku

Tutkimuskohteiksi valittiin 11 aluetta, joiden pinta-alat mitattiin (taulukko 2). Alueiden pinta-alat vaihtelivat 0,5 hehtaarista 11 hehtaariin. Kohteista 6 oli puustoltaan 3 - 5 metrin pituisia taimikoita, kaksi aukeaa uudistusalaa ja kolme nuorta kasvatusmetsää. Maastomittaukset tehtiin elokuussa 2000.

Alueiden pinta-ala mitattiin paikantamalla alueiden kulmapisteiden koordinaatit ja laskemalla niiden perusteella pinta-ala. Vertailupinta-ala mitattiin Trimble Pro XR GPS -paikantimella käyttäen merenkulkulaitoksen reaaliaikaista differentiaalikorjausta. Mittauksissa käytetyt asetukset ovat liitteessä 2. Kullakin alueella mitattiin ensin vertailupinta-ala paikantamalla kuhunkin kulmapisteeseen 50 mittaushavaintoa kahden sekunnin välein, joiden keskiarvona saatiin kulmapisteen sijainti. Samassa yhteydessä kulmapisteet merkittiin, jotta tutkittavilla laitteilla paikannettaisiin tarkalleen samat pisteet. Vertailupinta-alan mittauksen jälkeen samat kulmapisteet paikannettiin yhtäaikaan Metsä-GPS:llä ja Garminilla. Metsä-GPS:ssä oli käytössä differentiaalikorjaus, Garminissa ei korjausta ollut. Metsä-GPS:llä voidaan mitata kuhunkin tallennettavaan pisteeseen vain yksi havainto. Garminilla puolestaan voidaan mitata sijainti usean havainnon keskiarvona ja kulmapisteissä sillä otettiin noin 10 havainnon keskiarvo.

Kaikki mittaustulokset siirrettiin paikkatieto-ohjelmaan, jossa laskettiin alueiden pinta-alat. Metsä-GPS laskee pinta-alan maastossa heti, kun alueen kulmapisteiden tallennus lopetetaan.

TAULUKKO 2 Tutkimuskohteet

Kohde	Pinta-ala	Pääpuulaji	Kehitysluokka	Puuston keskipituus, m
1	0,67	koivu	T2	4
2	2,29	koivu	T2	5
3	3,42	koivu	T2	4
4	2,74	kuusi	T2	3
5	3,67	koivu	T2	5
6	0,45	koivu	T2	4
7	6,72	mänty	2	10
8	11,0	mänty	2	10
9	1,17	mänty	2	12
10	2,62	-	aukea	-
11	2,04	-	aukea	-

3 TULOKSET

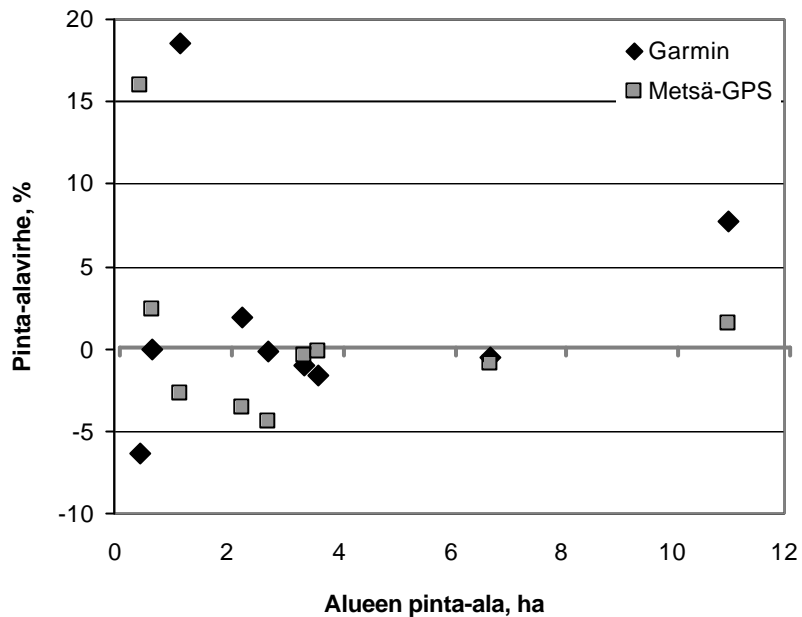
Mittaukset ajoitettiin siten, että vähintään 5 satelliittia oli satelliittiennusteen mukaan näkyvissä ja paikannuksen tarkkuutta kuvaava PDOP-luku alle 6. Metsäolosuhteista johtuen satelliitteja oli kuitenkin ajoittain näkyvissä vähemmän ja kohteella 8 jouduttiin jättämään kulmapisteitä paikantamatta jyrkkien maastoesteiden estäessä satelliittien näkyvyyden.

Pinta-alan mittauksen tarkkuus oli molemmilla laitteilla hyvä. Metsä-GPS:llä pinta-alan suhteellinen poikkeama oli yhtä kuviota lukuun ottamatta alle 5 %, mikä merkitsee 2 hehtaarin kuviolla alle 0,1 hehtaarin pinta-alapoikkeamaa (taulukko 3). Suurin poikkeama 16 % oli pienellä, 0,45 hehtaarin kuviolla. Tarkasteltaessa pinta-alapoikkeamaa riippumatta siitä, oliko se positiivista vai negatiivista, saatiin kaikkien kuvioiden pinta-ala-poikkeamien keskiarvoksi 0,06 hehtaaria. Suhteellisten pinta-ala-poikkeamien keskiarvo oli 3,3 % (taulukko 4). Suhteellinen pinta-alavirhe oli suurempi pienillä kuvioilla (kuva 3). Tämä johtui siitä, että pienillä kuvioilla tallennettiin vähemmän kulmapisteitä, jolloin yhden pisteen paikannusvirhe vaikutti pinta-alaan enemmän.

Garminilla saatiin hieman epätarkemmat tulokset kuin Metsä-GPS:llä. Suurin poikkeama oli 18,5 % 1,17 hehtaarin kuviolla, jolla oli melko vähän kulmapisteitä. Muut poikkeamat jäivät alle 8 %:n, mikä merkitsee 2 hehtaarin kuviolla alle 0,16 hehtaarin pinta-alapoikkeamaa (taulukko 3). Tarkasteltaessa etumerkistä riippumattomasti pinta-alapoikkeamaa saatiin kaikkien kuvioiden pinta-alapoikkeamien keskiarvoksi 0,13 hehtaaria ja suhteellisten pinta-alapoikkeamien keskiarvoksi 4 % (taulukko 4). Pienten kuvioiden suhteellinen pinta-alavirhe oli suurempi kuin suurten kuvioiden (kuva 3).

TAULUKKO 3 Tutkituilla laitteilla mitatun pinta-alan poikkeaminen vertailupinta-alasta. Kuviot 1 - 6 taimikoita, 7 - 9 nuoria kasvatusmetsiä ja 10 - 11 aukeita uudistusaloja.

Kuvio	Mitattu pinta-ala			Pinta-alan poikkeama vertailupinta-alasta			
	Vertailu	Garmin	Metsä-GPS	Garmin		Metsä-GPS	
				ha	%	ha	%
	hehtaaria						
1	0,67	0,67	0,69	0,00	0,0	0,02	2,4
2	2,29	2,33	2,21	0,04	1,9	-0,08	-3,6
3	3,42	3,39	3,41	-0,03	-1,0	-0,01	-0,4
4	2,74	2,74	2,62	0,00	-0,2	-0,12	-4,4
5	3,67	3,61	3,67	-0,06	-1,7	0,00	-0,1
6	0,45	0,42	0,52	-0,03	-6,4	0,07	16,0
7	6,72	6,69	6,66	-0,03	-0,5	-0,06	-0,8
8	10,99	11,83	11,15	0,85	7,7	0,16	1,5
9	1,17	1,39	1,14	0,22	18,5	-0,03	-2,7
10	2,62	2,56	2,52	-0,06	-2,3	-0,10	-3,7
11	2,04	1,96	2,04	-0,08	-4,0	0,00	0,2



Kuva 3. Suhteellinen pinta-alapoikkeama vertailupinta-alasta.

TAULUKKO 4 Pinta-alapoikkeama vertailupinta-alaan nähden riippumatta poikkeaman etumerkistä

Pinta-alaeron itseisarvo vertailupinta-alaan nähden				
	Garmin		Metsä-GPS	
	ha	%	ha	%
Minimi	0,00	0,0	0,00	0,1
Maksimi	0,85	18,5	0,16	16,0
Keskiarvo	0,13	4,0	0,06	3,3

Garminilla mitattaessa kuvioden muoto poikkeaa vertailusta enemmän kuin Metsä-GPS:llä mitattaessa (liite 1). Poikkeamaa on kuitenkin sekä kuvion sisäettä ulkopuolella, jolloin pinta-alapoikkeama pysyy pienenä. Molem-milla laitteilla mitattaessa kuviolla 8 on suurimmat poikkeamat kuviorajan muodossa. Kyseisellä kuviolla maasto oli mäkestä ja latvuspeittävyys suuri, mikä on saattanut aiheuttaa poikkeamat.

Garminilla kokeiltiin myös mittausta, jossa käytettiin laitteen omaa antennia. Avoimessa maastossa saatiin aivan samanlainen mittaustulos laitteen omalla antennilla kuin ulkoisella antennillakin. Sitä vastoin latvuston alla mitatta-essa saatiin heikompi tulos laitteen omalla antennilla.

4 TULOSTEN TARKASTELUA

4.1 Pinta-alan mittauksen tarkkuus

Sekä Metsä-GPS:llä että Garminilla saadaan kuvioiden pinta-alat mitattua riittävän tarkasti metsänhoitotöiden maksuperusteiden määrittämistä varten. Pinta-alan mittauksen tarkkuus riittää hyvin myös leimikoiden suunnitteluun. Tutkimuksessa esiintyneet pinta-alapoikkeamat ovat hyvin pieniä verrattuna esimerkiksi siihen, että kuviorajan sijainti maastossa ei aina ole yksiselitteinen. Kuvioiden puustolla ja pinta-alan mittauksen tarkkuudella ei näytä olevan selvää yhteyttä. Tosin Garminilla saatiin suurimmat poikkeamat kuvioilla, joissa oli selvä latvuspeittävyys. Aineisto on kuitenkin niin pieni, että kyse voi olla sattumasta, varsinkin kun Metsä-GPS:llä ei havaittu vastaavaa.

Mikäli halutaan paikantaa leimikon rajat ja hyödyntää niitä edelleen paikkatietojärjestelmissä, pitäisi pinta-alan lisäksi kuvioiden sijainnin ja rajojen olla tarkasti paikannettu. Tällainen käyttötilanne olisi esimerkiksi leimikon suunnittelun yhteydessä rajojen kartoitus GPS:n avulla ja rajojen siirto GPS:llä ja karttajärjestelmällä varustetulle hakkuukoneelle työmaakartaksi.

Tarkasteltaessa kuviorajojen muotoa ja kuvioiden sijaintitarkkuutta Garminilla tehdyissä mittauksissa joissakin kuvioissa on havaittavissa sivuttaissiirtymää ja poikkeamia rajojen muodossa. Tämä johtuu siitä, että Garminissa ei ollut käytössä differentiaalikorjausta. Myös Metsä-GPS -mittauksissa esiintyy poikkeamia, mutta ne ovat selvästi pienempiä. Kokeiltaessa Metsä-GPS:ää ilman differentiaalikorjausta havaittiin samanlainen epätarkkuus kuviorajoissa kuin Garminilla. Olettavaa on, että differentiaalikorjauksella varustettuna Garminilla päästäisiin samoihin tarkkuuksiin kuin Metsä-GPS:llä. Tulosten perusteella näyttää siltä, että pinta-alan mittauksessa differentiaalikorjausta ei tarvita: ilmankin saavutetaan riittävä tarkkuus. Jos kuitenkin halutaan saada kerättyä luotettavaa tietoa paikkatietojärjestelmiin, differentiaalikorjaus on edelleenkin tarpeen.

Tutkimuksen tuloksia tarkasteltaessa on huomioitava se, että ennen mittauksia tehtiin satelliittiennuste, ja huonon satelliittigeometrian aikana ei tehty mittauksia. Huonon satelliittigeometrian vallitessa saadaan huomattavasti epätarkempia tuloksia. GPS:n käytännön sovelluksissa onkin tärkeää selvittää mitattavan alueen satelliittiennuste ennen maastoon lähtöä, muuten mittaaminen ei ehkä onnistu lainkaan tai saadaan huonoja tuloksia.

4.2 Laitteiden käyttöominaisuudet

Testattavat laitteet on tarkoitettu erilaisiin käyttötarkoituksiin, Metsä-GPS metsälisen paikkatiedon keruuseen ja Garmin lähinnä navigointiin. Laitteiden käytössä on melko suuria eroja. Metsä-GPS:ssä on suomenkielinen ohjelmisto, jonka yhtenä toimintona on pinta-alan mittaaminen. Ohjelma on helppokäyttöinen. Siihen annetaan käsitietokoneen näppäimistöä tilan ja alueen tunnistetiedot, jonka jälkeen mitattava alue kierretään ja tallennetaan alueen kulmapisteet. Kun alue on kierretty ja viimeinenkin kulmapiste tallennettu, ohjelma laskee alueen pinta-alan. Ohjelmassa on myös mahdollisuus pisteiden automaattitallennukseen annetuilla aikaväleillä. Tämä nopeuttaa mittaamista, mutta mittajaan on kuljettava koko ajan kuvio-rajaa pitkin. Mitattujen kohteiden siirto paikkatietojärjestelmiin onnistuu sujuvasti, käsitietokoneesta saadaan siirrettyä tiedot paikkatieto-ohjelmien tiedostomuodossa PC:lle ja edelleen paikkatieto-ohjelmiin. Itse laitetta antenneineen ja akkuineen on maastossa helppo kantaa selkärepussa ja maastotallenninta kädessä.

Garminia käytettäessä itse mittaustapahtuma on samanlainen kuin Metsä-GPS:llä: alue kierretään ja kulmapisteiden koordinaatit tallennetaan. Kulmapisteiden tallentaminen tapahtuu reittipisteinä. Laitteeseen voidaan tallentaa yhteensä 500 reittipistettä. Reittipisteelle voidaan määrätä mihin reittiin se kuuluu, siten eri kuviot voidaan tallentaa eri reiteiksi. Garminissa ei ole aakkosnumeerista näppäimistöä, vaan pisteiden tunnistet ja mahdolliset kommentit tallennetaan keinukiekon avulla valitsemalla merkki kerrallaan. Pienen totuttelun jälkeen myös Garminin käyttö on helppoa. Pinta-alan laskentaa varten tallennetut reittipisteet ja niiden koordinaatit siirretään PC:lle erillisellä ohjelmalla, jossa ne voidaan tallentaa tekstimuodossa siirrettäviksi muihin ohjelmiin. Varsinainen pinta-alan laskenta voidaan tehdä yksinkertaisimmillaan taulukkolaskentaohjelmalla tai paikkatieto-ohjelmalla. Garminin tiedonsiirto-ohjelma ei ollut kokeilussa mukana, joten sen käytöstä ei saatu kokemuksia. Reittipisteiden koordinaatit siirrettiin kokeilussa PC:lle käsin. Maastossa Garmin on kevyt kuljettaa mukana, koska siinä on vain ulkoinen GPS-antenni ja itse paikannin. Ulkoinen antenni kannattaa sijoittaa mahdollisimman ylös, esimerkiksi lakkiin.

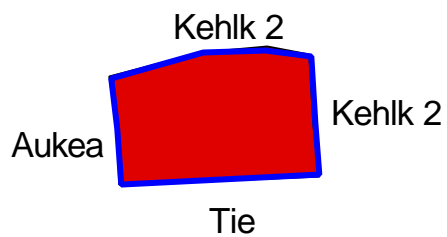
4.3 Loppupäätelmät

GPS sopii hyvin pinta-alan mittaamiseen. Molemmilla testatuilla laitteilla pinta-alan mittauksen ajanmenekki on pienempi kuin perinteisillä menetelmillä mitattaessa. Aikaa kuluu kuvion kiertämiseen sekä lyhyisiin pysähdyksiin kuvion kulmapisteissä. Mikäli yhteys satelliitteihin säilyy, pysähdykset kulmapisteissä kestävät alle puoli minuuttia. Laitteiden välinen ero pinta-alan mittauksen tarkkuudessa on pieni. Sen sijaan niiden käyttöominaisuudet ovat erilaiset, ja käyttötarkoitus ratkaisee sopivan laitteen valinnan.

Jos tehtävänä on pelkästään pinta-alan mittaus eikä pinta-alaa tarvitse laskea maastossa tai siirtää kohteita paikkatieto-ohjelmiin, niin Garmin ilman differentiaalikorjausta on varteenotettava vaihtoehto. Garminin paikannustarkkuus riittää pinta-alan mittaukseen ja se on hinnaltaan edullinen. Lisäksi maastovarustus on kevyt. Huono puoli on se, että pinta-alan laskenta PC:llä pitää tehdä itse. Sijaintitarkkojen mittausten tekemiseksi paikannustarkkuutta voidaan parantaa differentiaalikorjausvarustuksella, tosin tällöin laitteiston hinta nousee ja maastovarustus monimutkaistuu.

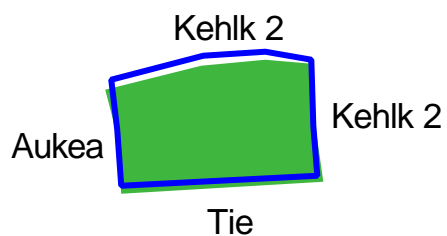
Metsä-GPS differentiaalikorjauksella varustettuna on sopiva valinta, jos pinta-alan mittausta ja muuta paikkatiedon keruuta on paljon ja kohteet halutaan siirtää paikkatieto-ohjelmiin. Pinta-alan ja matkan pituuden laskenta maastossa sekä sujuva tiedonsiirto paikkatieto-ohjelmiin ovat Metsä-GPS:n merkittävät etu. Laitteiston hinta differentiaalikorjauksella on puolestaan yli kaksinkertainen verrattuna Garminiin differentiaalikorjauksella.

Kuvio 1. Taimikko, puuston keskipituus 4 metriä, pääpuulaji koivu. Kuvion pinta-ala 0,67 ha. Vertailuraja kuvattu yhtenäisellä viivalla. Naapurikuvioiden puuston kehitysluokka merkitty kuvaan.



1:4000

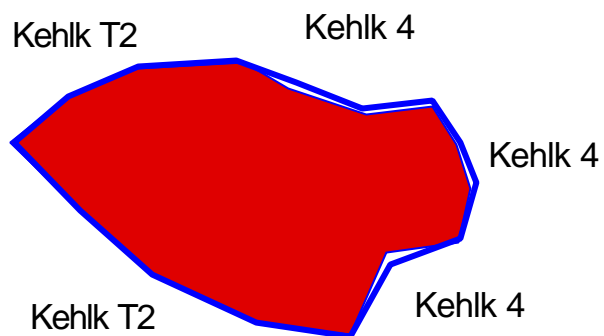
Pinta-alan mittaus Metsä-GPS:llä



1:4000

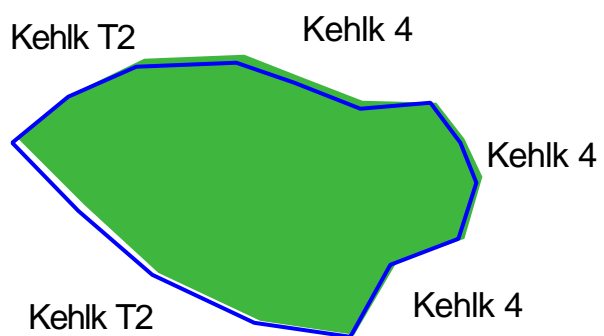
Pinta-alan mittaus Garminilla

Kuvio 2. Taimikko, puuston keskipituus 5 metriä, pääpuulaji koivu. Kuvion pinta-ala 2,29 ha.



1:4000

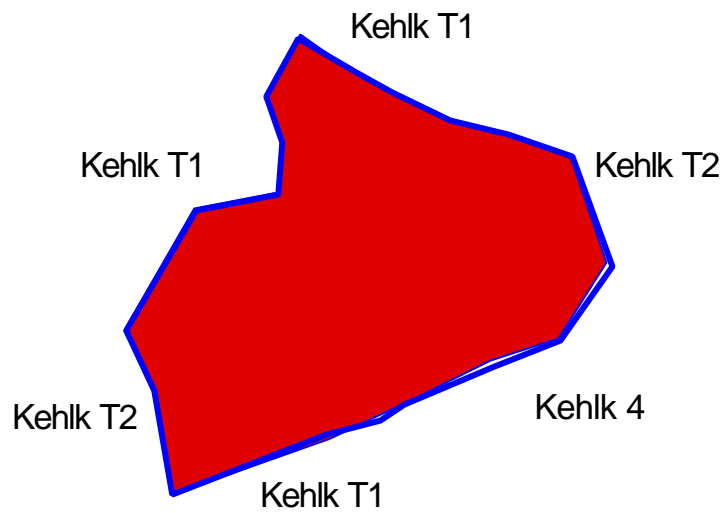
Pinta-alan mittaus Metsä-GPS:llä



1:4000

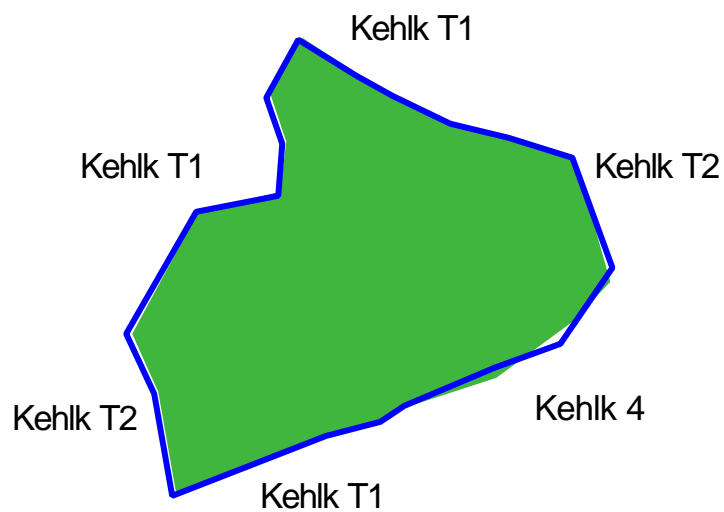
Pinta-alan mittaus Garminilla

Kuvio 3. Taimikko, puuston keskipituus 4 metriä, pääpuulaji koivu. Kuvion pinta-ala 3,42 ha.



1:4000

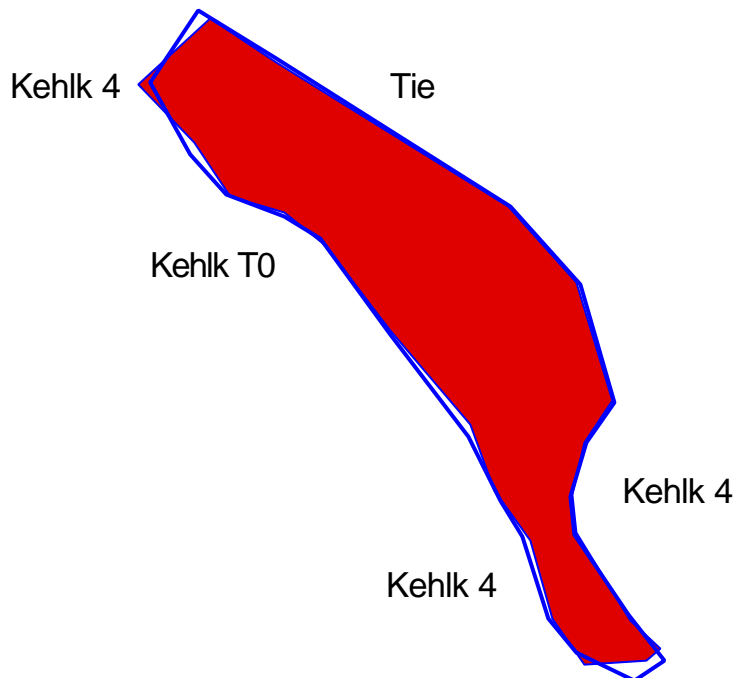
Pinta-alan mittaus Metsä-GPS:llä



1:4000

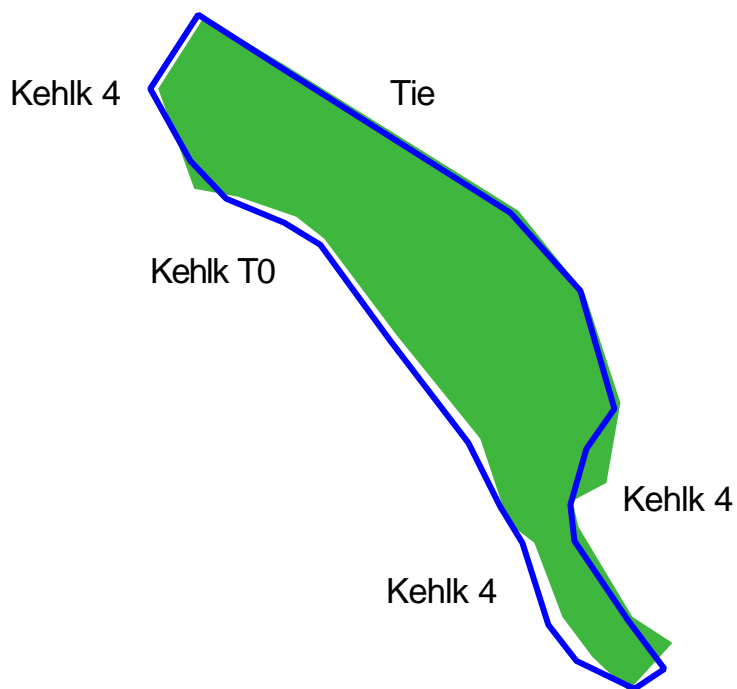
Pinta-alan mittaus Garminilla

Kuvio 4. Taimikko, puuston keskipituus 3 metriä, pääpuulaji kuusi. Kuvion pinta-ala 2,74 ha.



1:4000

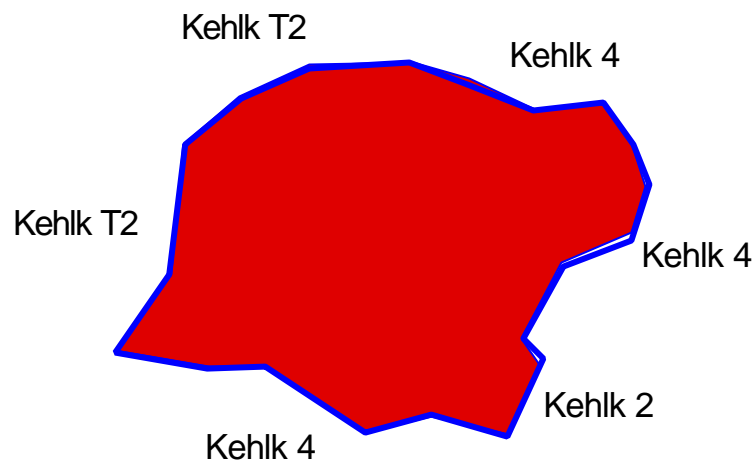
Pinta-alan mittaus Metsä-GPS:llä



1:4000

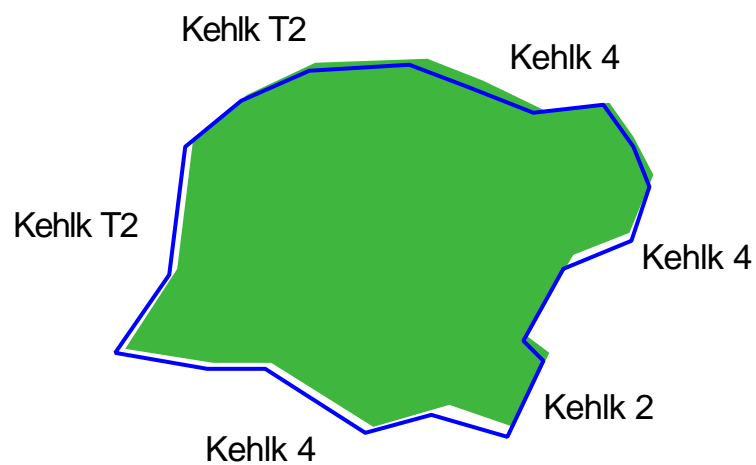
Pinta-alan mittaus Garminilla

Kuvio 5. Taimikko, puuston keskipituus 5 metriä, pääpuulaji koivu. Kuvion pinta-ala 3,67 ha.



1:4000

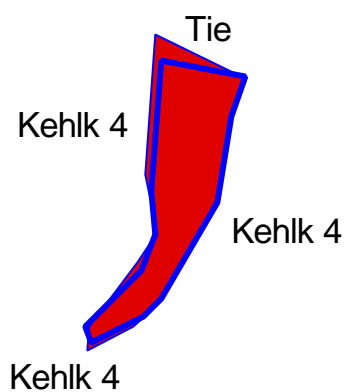
Pinta-alan mittaus Metsä-GPS:llä



1:4000

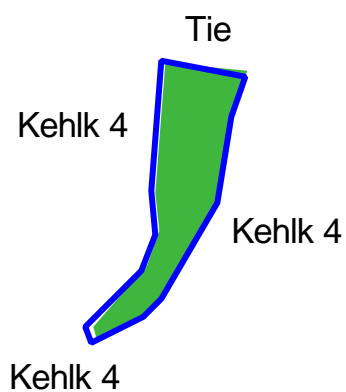
Pinta-alan mittaus Garminilla

Kuvio 6. Taimikko, puuston keskipituus 4 metriä, pääpuulaji koivu. Kuvion pinta-ala 0,45 ha.



1:4000

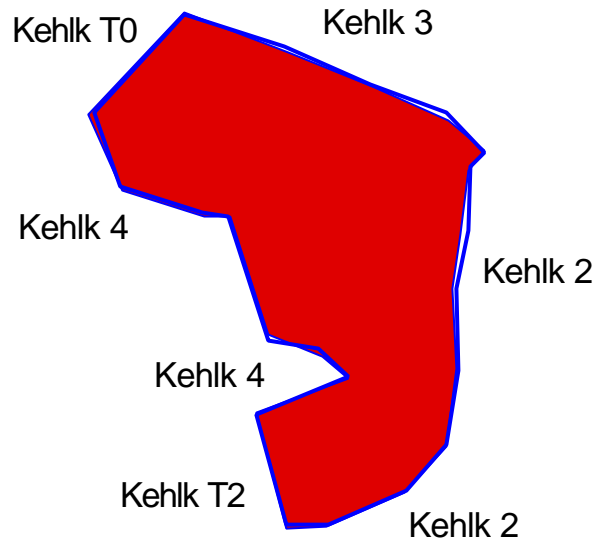
Pinta-alan mittaus Metsä-GPS:llä



1:4000

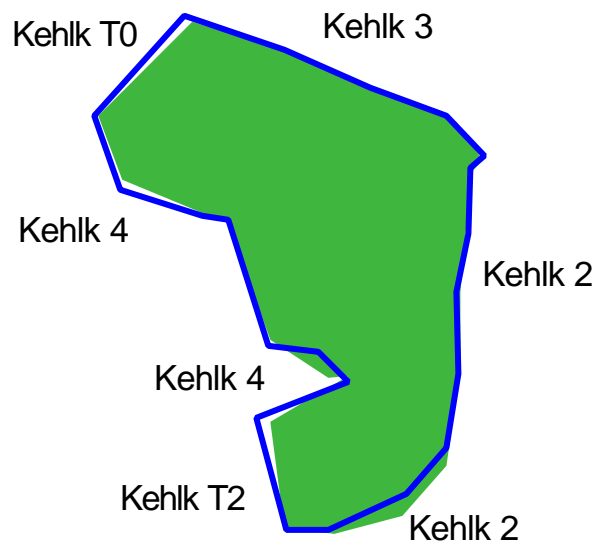
Pinta-alan mittaus Garminilla

Kuvio 7. Nuori kasvatusmetsä, puuston keskipituus 10 metriä, pääpuulaji mänty.
Kuvion pinta-ala 6,72 ha.



1:6000

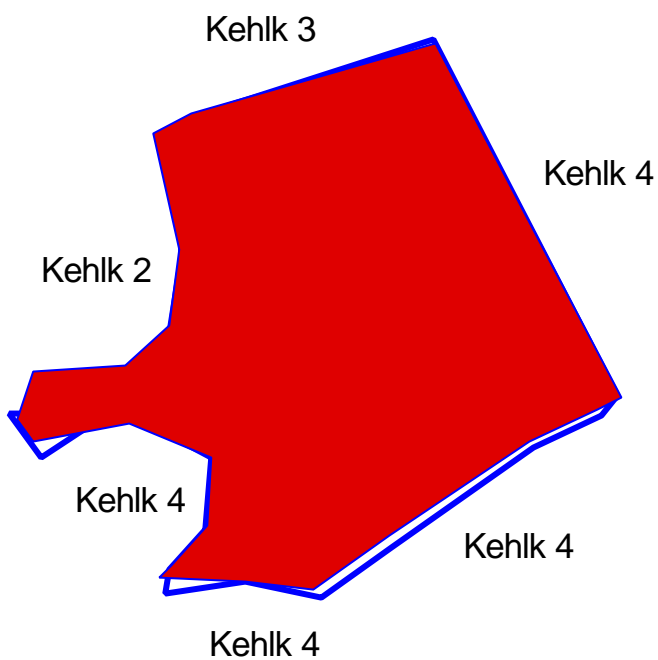
Pinta-alan mittaus Metsä-GPS:llä



1:6000

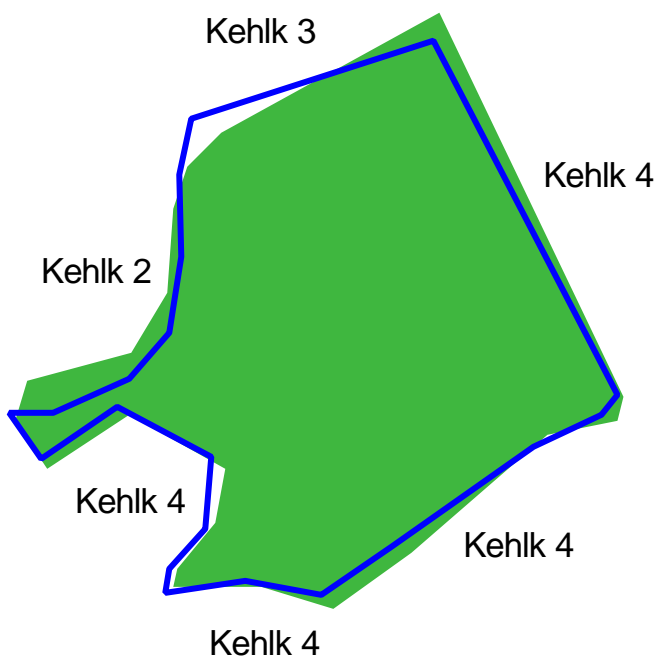
Pinta-alan mittaus Garminilla

Kuvio 8. Nuori kasvatusmetsä, puuston keskipituus 10 metriä, pääpuulaji mänty.
Kuvion pinta-ala 11,0 ha.



1:6000

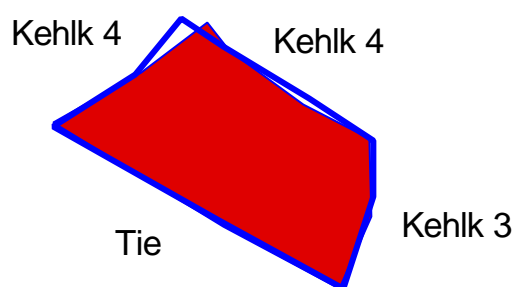
Pinta-alan mittaus Metsä-GPS:llä



1:6000

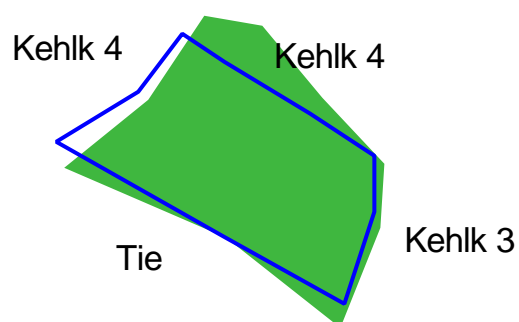
Pinta-alan mittaus Garminilla

Kuvio 9. Nuori kasvatusmetsä, puuston keskipituus 12 metriä, pääpuulaji mänty.
Kuvion pinta-ala 1,17 ha.



1:4000

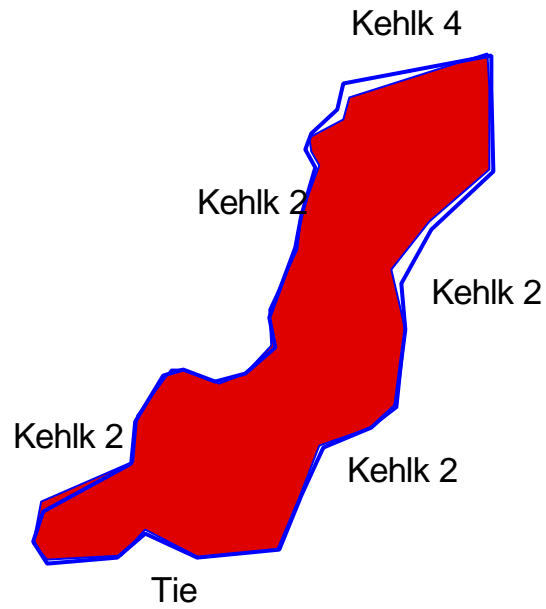
Pinta-alan mittaus Metsä-GPS:llä



1:4000

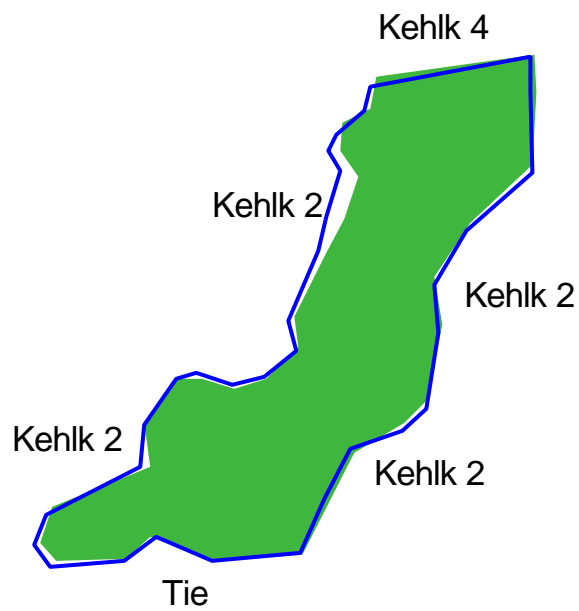
Pinta-alan mittaus Garminilla

Kuvio 10. Aukea uudistusala. Kuvion pinta-ala 2,62 ha.



1:4000

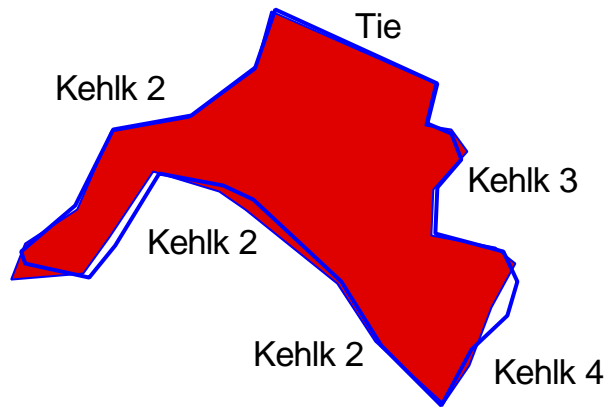
Pinta-alan mittaus Metsä-GPS:llä



1:4000

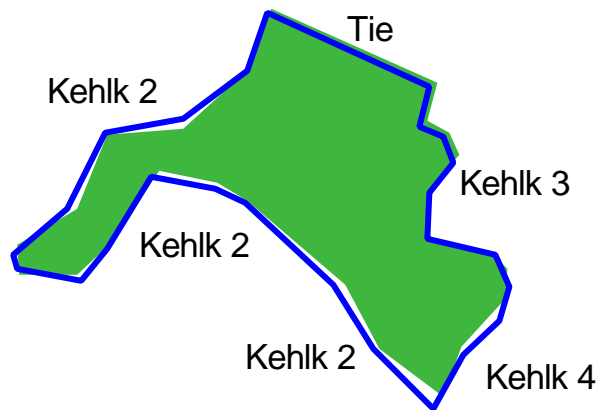
Pinta-alan mittaus Garminilla

Kuvio 11. Aukea uudistusala. Kuvion pinta-ala 2,04 ha.



1:4000

Pinta-alan mittaus Metsä-GPS:llä



1:4000

Pinta-alan mittaus Garminilla

Trimble Pro XR:n laitteistoasetukset kuvioiden vertailupinta-
alaa mitattaessa

Mittausväli	2 s
Moodi	Aina 3D
Korkeusmaski	15 astetta
SNR maski	6
PDOP maski	6
PDOP kynnyks	6
Liiketapa	Maa