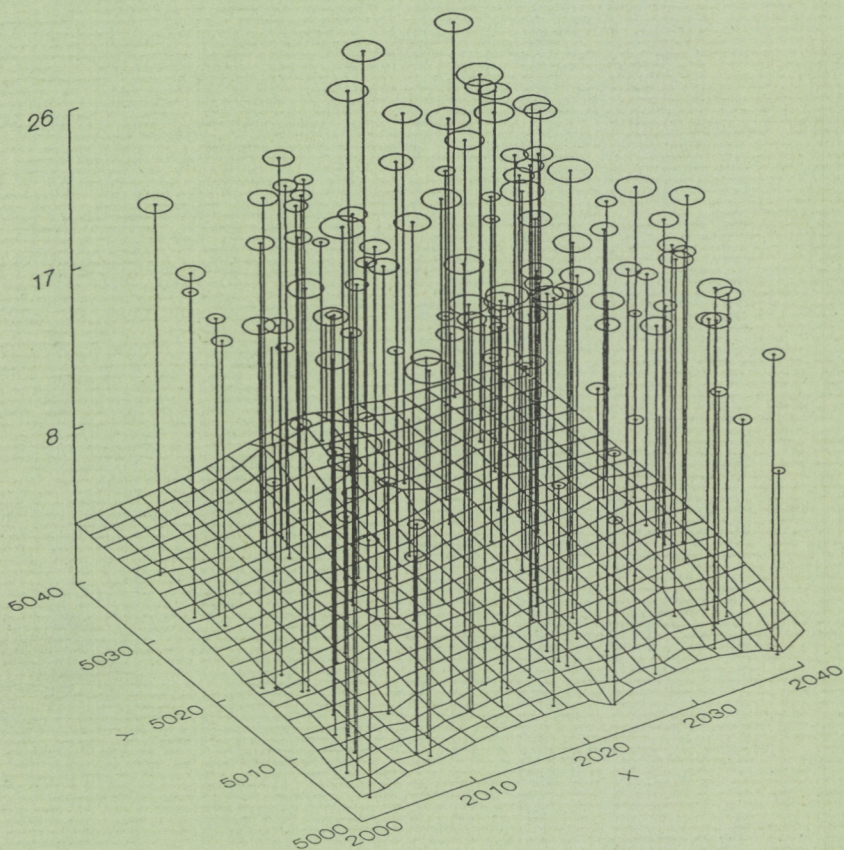


METSIKÖKOALOJEN KARTOITUS TAKYMETRILLA

Erkki Lähde, Veikko Silander & Kari Hakulinen



METSIKKÖKOEALOJEN KARTOITUS TAKYMETRILLA

Erkki Lähde, Veikko Silander & Kari Hakulinen

Metsäntutkimuslaitos, metsänkasvatuksen tutkimusosasto

Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 403

Helsinki 1992

Lähde, Erkki, Silander, Veikko & Hakulinen, Kari. 1992. Metsikkökoealojen kartoitus takymetrilla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 403. 32 s. ISBN 951-40-1200-3, ISSN 0358-4283.

Raportissa kuvataan puustokoealan mittausmenetelmä, jossa puiden sijainnit määritellään suorakulmaisessa XYZ-koordinaatistossa Nikon A20-elektronitakymetrilla ja maastotietokoneella. Puiden tunnuksot mitataan ja tallennetaan samanaikaisesti sijaintimittausten kanssa. Kerätty aineisto käsitellään tietokoneohjelmilla kartoiksi, jossa symboleilla kuvataan puiden ominaisuuksia. Menetelmää on käytetty noin 50 sekametsiin sijoitetuilla koealoilla, joilla tiheys on ollut 100-4000 puuta/ha. Menetelmä on tarkka ja sopii hyvin kestokoealoille, joiden puustoa ja muuta kasvustoa seurataan monipuolisesti ja yksityiskohtaisesti.

Avainsanat: mittausmenetelmä, kartoitus, takymetri, sijainti

Kirjoittajan yhteystiedot: Metsäntutkimuslaitos, metsänkasvatuksen tutkimusosasto, Unioninkatu 40 A, 00170 Helsinki (puh. 90-857 051).

Julkaisija: Metsäntutkimuslaitos. Hanke 3026-7. Hyväksynyt: Tutk. joht. Jari Parviainen 20.3.1992.

Jakaja: Metsäntutkimuslaitos, metsänkasvatuksen tutkimusosasto, Unioninkatu 40 A, 00170 Helsinki (puh. 90-857 051).

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	4
2. LAITTEISTO	5
2.1 Takymetri	5
2.2 Maastotallennin	5
2.3 Muu varustus	7
3. MITTAUSMENETELMÄ	8
3.1 Koordinaatisto	8
3.2 Laitteiston pystytys	9
3.3 Orientointi	10
3.4 Kartoitus	12
3.5 Havaintoaineiston siirto mikrotietokoneelle	13
4. KOEALOJEN GRAAFINEN TARKASTELU MIKROTIETOKONEELLA	15
4.1 GT-ohjelma	15
4.2 SYMB-ohjelma	20
5. MENETELMÄN ARVIOINTI	23

KIRJALLISUUS
LIITTEET

1. JOHDANTO

Metsiköiden rakennetta, kasvua ja kehitystä koskevilla mittauksilla on Suomessa pitkä perinne (ks. Vuotila 1983). Puuston mittaus- ja kartoitusmenetelmät kehittyvät uuden tekniikan ja tietojenkäsittelyn myötä jatkuvasti (ks. Metsikkökokeiden maastotyöohjeet 1987). Puiden kartoitus metsikkökoealoilla on ollut hyvin työlästä ja siten kallista maastotyötä.

Koealapuuston kartoituksessa Metsäntutkimuslaitoksessa yleisemmin käytetään säteittäismenetelmää (Metsikkökokeiden maastotyöohjeet 1987). Siinä kulmat mitataan bussolilla ja tai suuntakehällä ja etäisyydet manuaalisesti mittanauhalla. Havainnot kirjataan lomakkeelle, josta ne tallennetaan tietokoneelle. Tietokone laskee puiden sijainnit karttatasossa eli X:n ja Y:n suhteen.

Metsänhoidon tutkimusosastolla on vuodesta 1988 lähtien tehty metsikkökoealojen puiden kartoitusta takymetri-menetelmällä, jolla puiden sijainti määritellään kolmiulotteisesti eli X:n, Y:n ja Z:n suhteen. Menetelmää on kehitetty mm. luontaista uudistamista (MHO30-010) ja metsänhoitotoimenpiteiden vaikutusta metsäekosysteemin rakenteeseen selvittävässä (MHO70-038) tutkimushankkeissa. Tavoitteena on ollut menetelmä, jonka avulla pystyttäisiin mahdollisimman tarkasti kuvaamaan puiden sijainti ja niiden ympäristö koealalla.

Menetelmässä luodaan koealalle suorakulmainen X,Y,Z-erilliskoordinaatisto elektronisella kartoituslaitteistolla. Tähän koordinaatistoon kartoitetaan puiden ja muiden havaintojen sijainti. Samalla kun koealan puu kartoitetaan, mitataan myös sitä kuvaavia muita tunnuksia.

Sijainnin määrittämisessä mitataan takymetrillä kartoitettavan kohteen etäisyys ja suuntakulmat. Kojeeseen on yhdistetty ohjelmoitava maastotallennin, jonka maastomittausohjelman avulla lasketaan puiden ja muiden havaintopisteiden X,Y ja Z-koordinaatit. Maastotallennin muodostaa havaintopisteistä tiedoston, jossa puun ominaisuuksia kuvaavat tunnuksat sidotaan sen sijaintiin koealalla.

Kartoitettuja koealoja voidaan tarkastella graafisesti mikrotietokoneessa toimivilla ohjelmilla. Niillä voidaan tulostaa karttoja, jotka havainnollistavat puustoa kuvaavia tunnuksia.

Raportissa kuvataan menetelmän laitteistoa, sen käyttöä metsikkökoealan kartoituksessa sekä karttojen piirtämistä

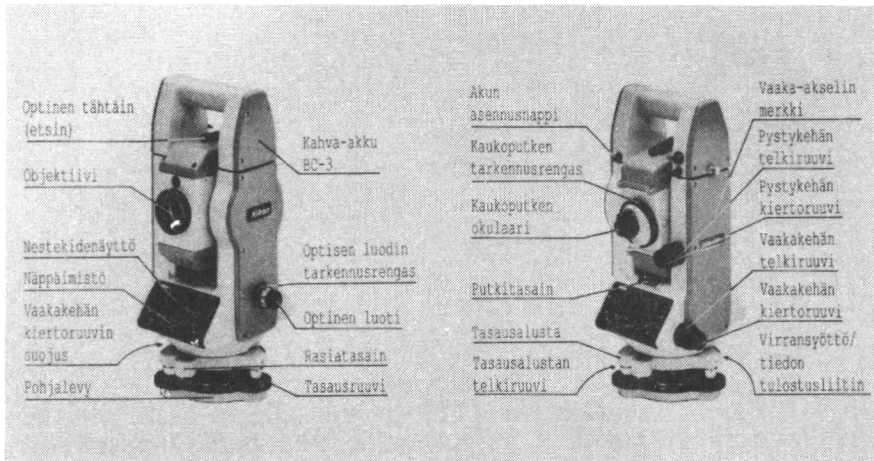
2. LAITTEISTO

Laitteistoon kuuluu jalustalle kiinnitettävä takymetri, jolla mittaukset tehdään. Takymetriin on liitetty maastotallennin, joka suorittaa tarvittavat laskennat, ohjaa mittausrutiineja ja tallentaa tiedon. Takymetri ja maastotallennin saavat käyttövirran laattavasta ulkoisesta akusta. Etäisyysmittausta varten tarvitaan teleskooppisauvaan kiinnitettävä heijastinprisma.

2.1 Takymetri

Takymetri on geodeettinen mittauskoje, jolla mitataan samanaikaisesti vaak- ja pystykulma sekä etäisyys. Pisteiden sijainti mitataan säteittäismenetelmää käyttäen.

Koelan puustokartoituksessa on käytetty Nikon DTM-A5 ja A20 elektronitakymetrejä. Kuvassa 1 esitetään Nikon DTM-A20 eri osien nimitykset. Mallien tekniset tiedot esitetään liitteessä 1. Elektronisessa takymetrissa laitteen toiminnot ovat prosessoriohjattuja. Se mahdollistaa mittaustietojen käsittelyn ja siirron ulkoisille laitteille. Käytettyjen mallien kaukoputki on koaksiaalinen, eli putken tähtäyssäde ja mittaussäde yhtenevät. Tämä ominaisuus nopeuttaa ja yksinkertaistaa etäisyysmittausta.



Kuva 1. Nikon DTM-A20

Etäisyysmittauksessa infrapunasäde lähetetään takymetristä mitattavaan kohteeseen, johon heijastinprisma on pystytetty. Prismasta säde heijastuu takaisin. Etäisyys lasketaan säteen käyttämän ajan perusteella. Mittausetäisyys on näkyvyydestä riippuen yhteen prismaan kohdistettuna noin 1000 m ja tarkkuus $\pm(3 \text{ mm} + 3 \text{ ppm})$.

Vaaka- ja pystykulmamittauksissa voidaan käyttää joko aste- tai gonijaotusta. Kulmamittaustarkkuus on 2-5 sekuntia.

2.2 Maastotallennin

Puustokoealojen kartoituksessa takymetriin on liitetty Geotime Oy:n edustama Geonic 1000-maastotallennin (kuva 2). Se on erikoiskäyttöön suunniteltu mikrotietokone, jonka pieni koko ja paristokäyttöisyys mahdollistavat sen käytön kentällä ta

pahtuvassa tiedonkeruussa ja laskennassa. Maastotallennin tallettaa kerätyt tiedot muistiinsa, jota laitteeseen voidaan asentaa enintään yksi megatavu. Liitteessä 2 esitetään maastotallentimen tärkeimmät tekniset tiedot (vrt. Niemistö 1988).



Kuva 2. Geonic-maastotallennin

Laitteen näyttönä toimii kahdeksan rivin LCD-näyttö, jonka kullekin riville mahtuu 20 merkkiä. Näppäimistö koostuu 32 näppäimestä, jotka sisältävät alfanumeeristen merkkien lisäksi erilaisia ohjausmerkkejä. Näppäimistön kokoa on rajoitettu liittämällä joihinkin näppäimiin kaksi tai kolme merkkiä, jotka valitaan erillisten valintanäppäimien avulla.

Maastotallentimen päävirtalähteenä toimii neljä AA-kokoista alkaliparistoa, joiden kesto käytöstä riippuen on 2 vk - 2kk. Virrankulutuksen pienentämiseksi näytön virta katkeaa automaattisesti, jos näppäimiä ei ole painettu tietyn ajan kuluessa. Maastotallentimessa on myös varaparisto, jonka tehtävänä on säilyttää ohjelma-
muistin sisältö ja talletetut havainnot. Varaparisto suositellaan vaihdettavaksi kerran vuodessa.

Maastomittausohjelma

Maastotallentimen yleiskäyttöisyys perustuu sen ohjelmoitavuuteen. Kutakin käyttötarkoitusta varten se voidaan varustaa sovellusohjelmalla, joka sisältää mittauksissa tarvittavat tiedonkeruu- ja laskentatoiminnot. Puustokoealojen kartoituksessa maastotallentimen toimintaa ohjaa Geotime Oy:n valmistama Geonic-maastomittausohjelma.

Maastomittausohjelma on yleistä kartoittamista varten suunniteltu ohjelma, joka tukee elektronitakymetrimittauksissa tarvittavia mittaus- ja laskentatoimintoja. Sen tehtävänä on laskea kartoitettavien kohteiden sijainti takymetrin mittaamien suuntakulmien ja etäisyyden perusteella ja suorittaa maastotallentimen käyttäjän valitsemia toimintoja.

Maastomittausohjelma kommunikoi takymetrin kanssa kaksisuuntaisella tiedonsiirtoyhteydellä välittämällä sille erilaisia komentoja. Tulostuspyyntökomenolla se pyytää takymetrin mittaamia arvoja ja asetuskomenolla se voi esimerkiksi lähettää takymetrille laskemansa vaakakulman arvon.

Litteen 3 kaavio esittää maastomittausohjelman tarjoamia toimintoja ja niiden järjestämistä valikkorakenteeksi. Kaavion laatikot kuvaavat maastotallentimen näytölle tulostuvia valikoita ja niitä yhdistävä viivoitus puolestaan siirtymistä valikosta toiseen. Käyttäjä valitsee valikon numeroidun kohdan sitä vastaavalla numeronäppäimellä. Tehdyllä valinnalla voidaan siirtyä valikosta toiseen, käynnistää jokin toiminto tai syöttää tietoja valikon haluttuun kohtaan.

2.3 Muu varustus

Takymetrin saattamiseksi toimintavalmiiksi tarvitaan lisävarusteiksi jalusta takymetriä varten, ulkoinen virtalähde ja heijastinprismavarustus. Jalustana on käytetty Nikon AWF-mallia, joka on erikseen suunniteltu takymetrimittauksia varten. Se on puinen ja sen jalkojen säätövara on 1,10 - 1,75 m. Ulkoisena virtalähteenä on 7 Ah NiCd-akku, johon kuuluu latauslaite. Akku on kytketty takymetriin ja tallentimeen Y-kaapelilla.

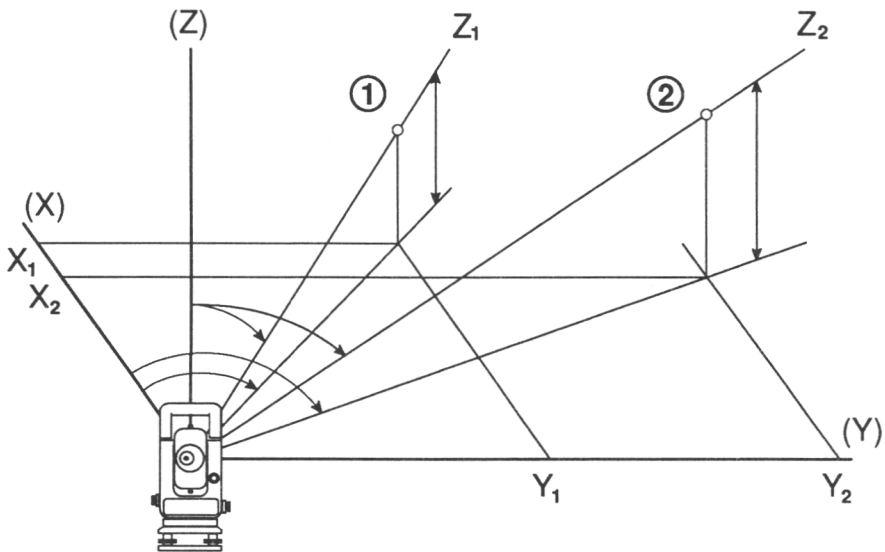
Heijastinprismavarustus koostuu varsinaisesta prismasta ja sen rungosta, johon on kiinnitetty rasiatasain, sekä teleskooppisauvasta. Sauvan säätövara on 1,3-2,1 m. Sauvaan on saatavana tukijalka, jonka varassa se pysyy pystyssä.

3. MITTAUSMENETELMÄ

Metsikkökoealalle muodostetaan laitteistolla koordinaatisto, johon puiden ja muiden havaintopisteiden sijainti määritellään. Jokaiseen sijaintihavaintoon liitettiin myös havaintopistettä kuvaavia tunnuksia. Kasvavasta pystyvuusta mitataan esimerkiksi puun läpimitta ja pituus, latvuksen pituus ja leveys sekä arvioidaan terveydentila. Menetelmän tärkeimmät maastotyövaiheet ovat laitteiston pystytys ja orientointi sekä varsinaiset kartoitusmittaukset

3.1 Koordinaatisto

Takymetrilaitteistolla mitatun pisteen sijainti ilmaistaan X,Y,Z -arvoina suorakulmaisessa koordinaatistossa (kuva 3).



Kuva 3. Pisteiden 1 ja 2 sijainti XYZ-koordinaatistossa.

Metsikkökoealoja kartoittaessa on käytetty koealakohtaista erilliskoordinaatistoa. Se on rakennettu siten, että koealan jokin kulmapiste on valittu koordinaatiston origoksi, koealan toinen sivu sen x-akseliksi ja toinen y-akseliksi. Ympyräkoevalalla koealan origoksi on valittu koealan keskipiste, x-akseliksi pohjoissuunta ja y-akseliksi itäsuunta. Koordinaatisto luodaan laitteiston orientoinnin yhteydessä (kohta 3.3).

Erilliskoordinaatistoon mitatut pisteet voidaan helposti muuntaa joko paikallisiksi tai maanmittauksen käyttämiksi todellisiksi pohjois/itä-koordinaateiksi. Toimenpide vaatii vain eri koordinaatistojen kiintopisteen siirtoa koealalle. Pisteiden arvoja voi myös käyttää suoraan esimerkiksi GIS-karttatietojärjestelmässä.

3.2 Laitteiston pystytys

Jalustan pystytys

Jalusta asetetaan tukevasti haara-asentoon asemapisteen päälle kojetasen keskusaukon keskelle. Jalkojen kärjet painetaan tiukasti maahan. Jalkojen pituussäädön lukitusruuvit löysätään ja kojetaso nostetaan rinnan tasalle. Taso pidetään vaakatasossa ja mahdollisimman tarkasti asemapisteen päällä ennenkuin lukitusruuvit kiristetään. Tarkistetaan, että jalustan jalat ovat tukevasti maassa ja lukitusruuvit kireällä, ennenkuin koje nostetaan jalustalle. Kojeta kiinnitetään jalustaan ruuvaamalla jalustan pohjaruuvi kojeen pohjalevyssä olevaan reikään.

Keskistys ja tasaus

Keskistämällä asetetaan kojeen keskiakseli täsmälleen asemapisteen yläpuolelle. Keskistys tehdään kojeen optisella luodilla ja kolmella tasausruuvilla. Tasauksella saatetaan kojeen pystyakseli tarkasti pystysuoraan asentoon. Tasaus tehdään kojeen kolmella tasausruuvilla ja kahdella vesivaa'alla.

Keskistys ja tasaus aloitetaan tähtäämällä optisen luodin läpi. Kojen tasausruuveja säätämällä luodin keskiympyrä kohdistetaan asemapisteen keskikohtaan. Jalustan jalkojen pituutta säätämällä asetetaan rasiavesivaa'an ilmakupla ympyrän keskelle. Tarkistetaan, että jalkojen kaikki lukitusruuvit on kiristetty. Seuraavaksi tarkistetaan, että optisen luodin keskiympyrä on pysynyt asemapisteen keskellä. Jos ympyrä on siirtynyt, avataan kojeen kiinnitysruuvi. Tähdätään optisen luodin kautta ja siirretään kojetta jalustan tasolevyllä siten, että luodin ympyrä siirtyy uudelleen asemapisteen keskelle. Kiristetään kojeen kiinnitysruuvi.

Kojen vaakatason lukitusruuvi löysätään ja koje käännetään siten, että sen näppäimistö on saman suuntainen kahden tasausruuvien kanssa. Näitä ruuveja säätämällä asetetaan putkivesivaa'an kupla merkkiviivojen väliin. Kojetta käännetään noin 90 astetta ja kolmannella tasausruuvilla säädetään kupla uudelleen merkkiviivojen väliin. Kun kojetta käännetään takaisin alkuasentoon ja kupla pysyy merkkiviivojen välissä, kojeen keskistys ja tasaus on tehty. Takymetri saadaan toimintavalmiiksi, kun siihen liitetään akku ja maastotallennin Y-kaapelilla. Kaapeli kytketään kojeen virransyöttö/tietojen tulostus-liittimeen.

Mittausvalmistelut

Kartoitettavalla metsikkökoealoilla merkitään ensiksi asemapiste ja liitospiste pysyvästi maastoon upottamalla rautaputki maahan näiden pisteiden kohdalle. Takymetri pystytetään asemapisteeseen ja prisma-auva liitospisteeseen edellä annettujen pystytysohjeiden mukaan.

Takymetriin kytketään virta PWR-näppäimestä. Virta on kytketty, kun kojeen näyttö vilkkuu. Takymetri on toimintavalmis, kun kaukoputken pystykulmaa käännetään yli 90 astetta ja palautetaan vaakatasoon.

Maastotallentimen näppäimistö vapautetaan näppäinyhdistelmää käyttäen. Päävalikosta lähtien valitaan kohdat 4 (tiedostot), 1 (hakemisto) ja 7 (avaa), jonne annetaan tiedoston numero ja tiedoston nimi. Tiedoston nimeksi on tavallisesti otettu kojealan tunnus ja tarkennukseksi GT. Avoinna oleva tiedosto on merkitty tähdellä. Auki olevaa tiedostoa ei voi tuhota. Palataan maastotallentimen päävalikkoon, josta valitaan kohta 1 (otsaketiedot). Annetaan mittajaan nimi, lämpötila ja ilmanpaine (normaalisti 1013 mbar). Tarkistetaan takymetrin näytöstä, että pystykulma on noin 100 astetta ja vaakakulman asetus on H/R-asennossa.

Säännöllisin väliajoin on syytä tarkistaa, että tallentimen asetukset ovat ohjeiden mukaisia. Asetukset tarkistetaan ja muutetaan päävalikon kohdassa 5 (asetukset). Näiden toimenpiteiden jälkeen takymetri kohdistetaan liitospisteeseen, sen säätöruuvit lukitaan ja varsinaiset mittaukset voidaan aloittaa.

3.3 Orientointi

Orientoinnissa takymetrin sijainti määritellään koordinaatistossa sekä asetetaan kojeen vaakakehän suuntakulma koordinaatiston suuntaiseksi. Koordinaatistoon orientointi voi tapahtua joko tunnetulla tai vapaalla asemapisteellä. Tunnetulla asemapisteellä liitospisteitä tarvitaan vähintään yksi ja vapaalla asemapisteellä vähintään kaksi. Orientointi on suoritettava aina sen jälkeen, kun virta on katkaistu takymetrin.

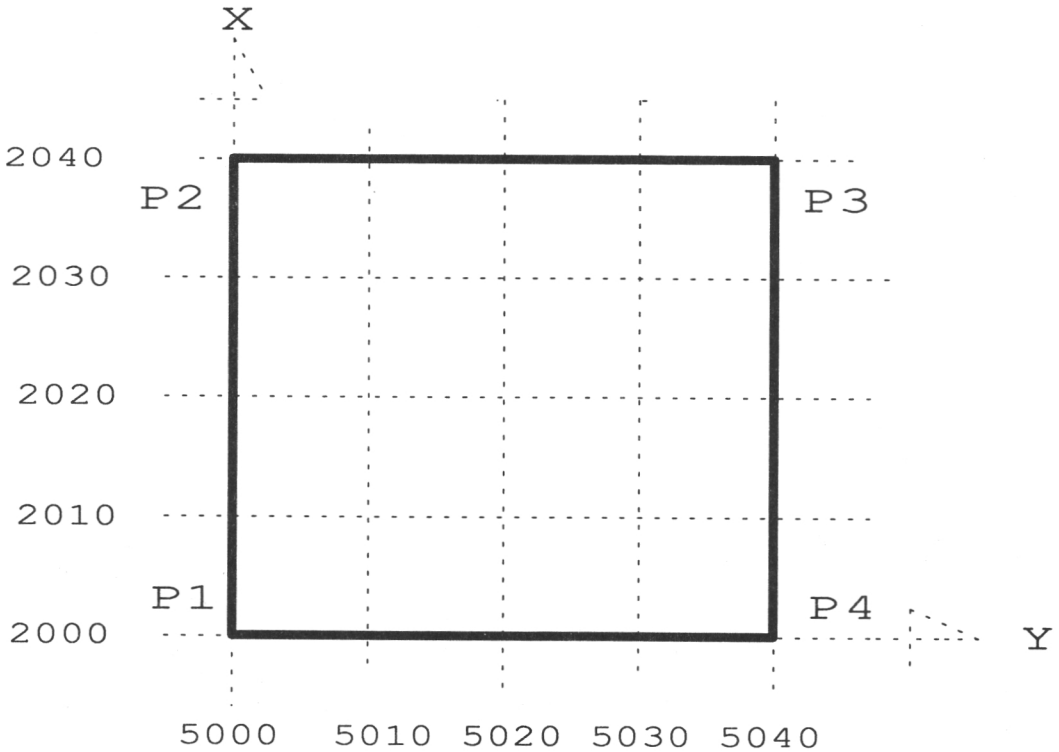
Orientointi tunnetulla asemapisteellä.

Koealalla, jota ei aikaisemmin ole kartoitettu, takymetri pystytetään tavallisesti yhteen sen kulmapisteeseen, josta muodostuu asemapiste. Prismasauva pystytetään koealan seuraavaan myötöpäivään sijaitsevaan kulmapisteeseen, josta muodostuu liitospiste. Koje kohdistetaan liitospisteeseen, jotta saadaan liitossuunta. Vaaka- ja pystykulmien säätöruuvit lukitaan sekä mitataan etäisyys liitospisteeseen.

Maastotallentimen päävalikosta valitaan ensin kohta 2 (mittaukset), sitten kohta 1 (orientointi) ja lopuksi kohta 2 (tunnettu asemapiste). Tässä tilassa maastotallentimeen syötetään kojekorkeus ja pisteen tunnus (havainto no). Ohjelma pyytää tämän jälkeen asemapisteen X,Y,Z-koordinaatteja. Asemapisteen koordinaatit syötetään ja tallennetaan ohjelmalle. Tavallisesti asemapisteen koordinaateiksi on annettu $X=2000$, $Y=5000$, $Z=0$. Ohjelma ilmoittaa löytäneensä asemapisteen koordinaatit ja asettaa ne laskentaa varten.

Kun asemapiste on asetettu, ohjelma pyytää liitospistettä. Ohjelmalle syötetään sen tunnus ja heijastinprisman korkeus. Kartoittamattoman koealan liitospisteen koordinaatit saadaan mittaamalla asemapisteen ja liitospisteen välinen matka. Saatua matkaa lisätään asemapisteen X-koordinaatin arvoon eli tässä tapauksessa 2000+välimatka. Jos välimatka on esimerkiksi 40,24 m, liitospisteen X-koordinaatiksi tulee 2040,24. Koska Y-akselilla ei ole liikuttu, sen arvoksi tulee 5000. Z-koordinaatin arvoksi voi orientoinnissa antaa 0. Kun ohjelma on löytänyt liitospisteen koordinaatit, se asettaa ne laskentaa varten.

Kun asemapiste ja liitospiste on asetettu, siirrytään orientointitilan kohtaan 8 (laskenta). Ohjelma laskee kojeen sijainnin koordinaatistossa annettujen pisteiden avulla sekä asettaa takymetrin vaakakulman koordinaatiston suuntaiseksi. Tällöin orientointi on suoritettu. Näin syntyy myös kuvan 4 mukainen koordinaattiakselisto, jossa asemapiste on koordinaatiston origo, X-akseli koealan toisen, ja jos koeala on oikein rajoitettu, Y-akseli on toisen sivun suuntainen. Jos haluaa, voi vielä suorittaa tarkistuslaskennan, ennenkuin siirryy varsinaiseen kartoitukseen.



Kuva 4. Koealan koordinaatisto, jossa asemapiste on pisteessä P1 ja liitospiste P2.

Orientointi tehdään samojen vaiheiden kautta myös silloin, kun koje orientoidaan jo olemassa olevaan koordinaatistoon. Erotuksena on, ettei X,Y,Z-arvoja tarvitse syöttää ohjelmalle. Ohjelma hakee tarvittavat tiedot muistista, kun sille ilmoitetaan asemapisteen ja liitospisteiden tunnukset.

Orientointi vapaalla asemapisteellä

Kun tunnetaan vähintään kaksi liitospistettä, takymetrin orientointi voidaan tehdä vapaalla asemapisteellä eli millä tahansa pisteellä koordinaatistossa. Tällöin heijastinprisma pystytetään liitospisteeseen ja asetetaan sen korkeus. Mastotallentimen päävalikosta valitaan kohta 2 (mittaukset), 1 (orientointi) ja 1 (vapaa asemapiste). Asemapisteelle annetaan kojekorkeus. Ohjelma pyytää tämän jälkeen liitospisteen tiedot. Annetaan kohtaan 3 liitospisteen tunnus ja kohtaan 4 prisman korkeus. Takymetri kohdistetaan prismaan, mitataan etäisyys ja tallennetaan havainto REC-näppäimellä. Ohjelma palaa samaan valikkoon ja kysyy toisen liitospisteen tiedot. Tiedot annetaan, siirretään prisma liitospisteeseen, tehdään havainto ja tallennetaan se.

Havaintojen jälkeen siirrytään samassa valikossa kohtaan 8 (laskenta). Ohjelma laskee annettujen havaintojen perusteella takymetrin sijainnin koordinaatistossa ja tulostaa näyttöön sijainnin koordinaatin. Tulos hyväksytään ja voidaan siirtyä tarkistuskannan kautta mittausvalikon kohtaan 3 (kartoitus).

3.4 Kartoitus

Varsinainen kartoitus maastotallentimen ohjelmassa tapahtuu mittausvalikon kohdassa 3 (kartoitus). Heijastinprisma viedään kartoitettavaan kohteeseen ja takymetrin kaukoputken hiusristikko suunnataan prismaan. Suoritetaan etäisyyden mittaus painamalla kojeen MRS-näppäintä. Koje rekisteröi samalla myös kohteen pysty- ja vaakakulma-arvot. Havainnot tallennetaan painamalla maastotallentimen REC-näppäintä. Tallennuksen yhteydessä ohjelma laskee havaintopisteen koordinaatit ja tallentaa ne tiedostoon.

Ohjelman kartoitusvalikko on jaettu 9 eri kohtaan ja esitetään seuraavasti:

2 t1	x	*kart
t2	xx	
t3	xxx	
3 nr	x	
4 heij.kork		1.300m
5 a-mitta		0.000m
6 b-mitta		0.000m
7 muut 8 merk 9 EXIT		

Kohta kart osoittaa ohjelman olevan kartoitustilassa (kursori vilkkuu). Kohta 2 on jaettu kolmeen kahdeksan merkin pituiseen kenttään: t1, t2 ja t3. Näihin kenttiin tallennetaan ne tiedot, jotka halutaan havaintopisteen eri muuttujista. Kohtaan 3 syötetään havaintopisteen numero, joka kasvaa yhdellä jokaisen talletuksen jälkeen. Kohtaan 4 syötetään heijastinprisman korkeus. A-mitalla, kohdassa 5, voidaan korjata puun sijaintia mittaussäteen suunnassa. Korjauksen ollessa kohtisuoraan mittaussädettä vastaan, käytetään b-mittaa kohdassa 6. Kohtia 7 ja 8 ei juuri käytetä koealan kartoituksessa ja kohdalla 9 (EXIT) palataan päävalikkoon.

Sijaintihavainnot koealalla

Sijaintihavainto on tehty kaikista koealalla sekä sitä ympäröivällä 5-10 metrin leveällä vaipalla kasvavista puista. Lisäksi sijaintihavainto on tehty edellisen hakuun ja sitä vanhemmista kannoista. Kartoitettaviin kohteisiin ovat mm. kuuluneet palstatiet, ojat, isot kivet ja kartoituksessa tarvittavat apupisteet.

Ennenkuin koealan puiden kartoitus aloitetaan, kartoitetaan ns. vara-asemapisteet, asemapisteelle näkyvät kulmapaalujen sijainnit, sekä määritellään pohjoissuunta. Koska kaikkia kartoitettavia pisteitä ei aina pysty näkemään yhdestä paikasta, joudutaan asemapistettä siirtämään. Nämä vara-asemapisteeksi kutsutut pisteet kartoitetaan sellaisista kohdista koealalta, joihin koje on helppo pystyttää ja joista on mahdollisimman laaja näkyvyys koealalle. Neliönmuotoisen metsikkökoean, jonka pinta-ala on 0.25 ha, kartoittamiseen tarvitaan yleensä 1-2 vara-asemapistettä. Nämä merkitään maastoon esimerkiksi upottamalla isokantainen naula maahan.

Pohjoissuunta saadaan selville kartoittamalla kompassilla piste, joka on suoraan pohjoiseen asemapisteestä. Pohjoissuunta saadaan kartalle yhdistämällä asemapiste ja kartoitettu piste viivalla.

Koealan asemapisteelle on annettu havaintonumeroksi 1 (valikko, kohta 3), seuraaville kulmapisteelle myötöpäivään 2 jne. Vara-asemapisteille on varattu havaintonumerot 6-9. Havaintokentät t1, t2 ja t3 (valikko, kohta 2) on pidetty tyhjänä sekä kulma että vara-asemapisteille. Pohjoissuuntaa osoittavalle pisteelle on annettu numeroksi 10 sekä t1-tilaan kirjain P.

Yksittäinen koealan pystypuu kartoitetaan viemällä prismasauva puun kylkeen ja asettamalla se puuhun merkityn rinnankorkeuden (1,3 m) tasalle. Takymetrin kau-

koputki kohdistetaan prismaan ja mitataan syntypisteen etäisyys. Seuraavaksi kaukoputki kohdistetaan vaakatasossa siten, että hiusristikko osuu puun rungon keski-kohtaan. Näin saadaan oikea etäisyys ja suuntakulmat puun syntypisteeseen.

Mikäli kohdistusta puun runkoon ei voida tehdä toisen puun tai muun esteen takia, käytetään sijainnin oikaisemiseen a- ja b-mittakorjauksia (valikko, kohdat 5 ja 6). Sijaintikorjauksen ollessa mittaussäteen suuntainen, käytetään a-mittakorjausta. Etäisyys mitataan ensin heijastinprismaan, jonka jälkeen syötetään puun ja prisman välinen matka a-mittatilaan. Ohjelma laskee annetulla korjauksella puun oikean sijainnin. Sijaintikorjauksen ollessa kohtisuoraa mittaussädetä vastaan käytetään b-mittakorjausta. Toimintaperiaate on sama kun a-mittakorjauksessa.

Puustohavainnot

Sijaintihavaintojen lisäksi tehdään koealan sekä sitä ympäröivän vaipan puista mitauksia ja muita havaintoja. Mittaustiedot syötetään maastotallentimeen samanaikaisesti, kun sijaintihavainto tehdään. Näin saadaan puun koko ja muut ominaisuudet sidottua sijaintiin. Liitteessä 4 on esitetty esimerkki mitattujen muuttujien luettelosta.

Kerätyt tiedot on tallennettu kartoitustilan kenttiin t1, t2 ja t3. Kenttään t1 on tallennettu puun lajiryhmä, puulaji sekä puun ja kannon läpimitat, kenttään t2 latvuksen alaraja ja leveys, puujakso, tekninen laatu ja terveydentila sekä kenttään t3 puun pituus ja annetut tunnuksset.

Mittausryhmään on kuulunut kaksi henkilöä, josta toinen tekee takymetrimittaukset ja tallennukset, toinen liikkuu prisma-auvan kanssa havaintopisteestä toiseen ja tekee puustomittaukset. Koealan puuston mittauksissa on läpimitat mitattu tarkkuuskaulaimella ja korkeudet hypsometrillä. Mikäli kaikkien puiden pituus koealalla mitataan, kolmas henkilö työryhmässä nopeuttaa huomattavasti mittaustyötä.

3.5 Havaintoaineiston siirto mikrotietokoneelle

Aineiston rakenne

Maastotallennin kerää kartoitetut havainnot muistiin muodostaen niistä pisterekisterin, joka voidaan siirtää edelleen mikrotietokoneeseen. Mikrotietokoneeseen siirrettynä koealan havainnoista syntyy tietyllä tavalla talletettu tekstimuotoinen havaintotiedosto.

Maastotallentimella on mahdollista käyttää useita erilaisia ns. tallennusformaatteja, mutta puustokoealojen kartoituksessa on käytetty pääasiassa Micronic-talletusformaattia. Tällä formaatilla tallennetun havaintotietueen rakenne kuvataan seuraavasti:

t1	t2	t3	numero	X-koord.	Y-koord.	Z-koord.
----	----	----	--------	----------	----------	----------

Kenttiin t1, t2 ja t3 talletetaan sovelluksen mukaisesti havaintopisteestä mitattuja tai muuten arvioituja tietoja; koealojen kartoituksessa niihin on tallennettu kartoitusohjeen mukaisesti pystypuita, kantoja ja maastokohteita kuvaavat muuttujat. Kentän "numero" arvona on juokseva järjestysnumero, jonka maastotallennin antaa tallettavalle tietueelle automaattisesti. Kenttiin X-, Y- ja Z-koordinaatti tallentuu havaintopisteen mitattu sijainti kolmiulotteisessa koordinaatistossa. Koordinaatit esitetään kiinteän pisteen reaaliilukuina. Tilaa on varattu tila kolmelle desimaalille.

Havaintotiedosto voi lisäksi sisältää kartoitusvaiheessa kirjoitettuja kommentteja, joihin voidaan tallettaa havaintotiedoston tunnistamista helpottavia tietoja, esimer-

kiksi mittauksen suorittajat ja mittauspäivämäärä. Kommenttirivit erotetaan havaintotiedoston muista riveistä aloittamalla ne merkillä "!".

Seuraavassa on esitetty malli havaintotiedoston sisällöstä, joka noudattaa edellä esitettyä havaintotietueiden rakennetta.

```
! Tanaan on 12.10.1990, kello on 6.25
! Mittaaja VS, lampotila 8, paine 1000
      1 2000.025 4999.992 -0.026
      2 2039.871 5000.000 0.000
      3 2040.025 5039.620 -5.092
      4 2000.092 5039.754 -3.995
      5 2019.237 5025.737 -2.270
      9 1993.929 5009.805 -0.473
      PO 10 1989.460 5017.023 -0.753
1122600010030110 250 11 2000.613 4998.011 0.224
1122430011530110 245 12 1996.662 4997.283 0.787
1122930009045110 255 13 1995.613 4993.243 1.633
1122530014035117 245 14 1997.715 4991.407 1.548
1122400010030117 240 15 1992.609 4996.387 1.286
1122610008035117 265 16 1993.017 4999.469 0.788
1121970010525210 190 17 1994.805 5004.185 0.127
1122860012545110 250 18 1993.267 5006.135 0.158
1132740013550110 265 19 1991.361 5008.142 0.156
1122040013530217 190 20 2003.516 4999.666 -0.168
```

Havaintotiedostojen siirto

Havaintotiedoston siirtoa varten maastotallentimen ja mikrotietokoneen välille muodostetaan tiedonsiirtoyhteys liittämällä maastotallentimeen erityinen liitäntämoduli, joka puolestaan kytketään sarjaliikennekaapelilla mikrotietokoneeseen. Muodostetulla yhteydellä havaintotiedosto siirretään maastotallentimen oman ohjelman ja mikrotietokoneessa toimivan tiedonsiirto-ohjelman avulla.

Mikrotietokoneen tiedonsiirto-ohjelman tehtävänä on vastaanottaa maastotallentimen lähettämät havaintotietueet ja tallentaa ne käyttäjän nimeämään havaintotiedostoon. Puustokoealojen kartoituksessa tiedonsiirto-ohjelmana on käytetty Geotime Oy:n valmistamaa GT-ohjelmaa.

Maastotallentimen ja mikrotietokoneen välinen yhteys on kaksisuuntainen, jolloin havaintotiedostoja voidaan myös siirtää mikrotietokoneelta maastotallentimelle. Toiminto mahdollistaa mikrotietokoneessa muokatun havaintotiedoston siirron takaisin maastotallentimelle ja kartoituksen jatkamisen muokatun tiedoston pohjalta.

4. KOEALOJEN GRAAFINEN TARKASTELU MIKROTIETOKONEELLA

Puustokoealojen kartoituksessa kerättyjä havaintoja voidaan käsitellä mikrotietokoneessa joko tekstimuotoisena havaintotiedostona tai graafisena karttana. Tekstimuotoisen havaintoaineiston käsittely ei poikkea normaalista tilastolaskennasta, joten tässä esitellään vain koealojen graafista tarkastelua.

Kartoitetun koealan havainnot voidaan piirtää Geotime Oy:n valmistamalla GT-ohjelmalla mikrotietokoneen näytölle pistekarttana ja osoitinhiiren avulla suorittaa erilaisia toimintoja koealan pisteille. GT-ohjelman kannalta koealalla tehty havainto on kuitenkin vain pistemäinen kohde, jolla ei ole muita ominaisuuksia kuin sen sijainti. GT-ohjelma soveltuukin sellaisenaan vain koealan alustavaan tarkasteluun.

Tavoitteena on kuitenkin ollut graafisesti tarkastella koealan puuston ominaisuuksia. GT-ohjelmaa täydentämään on metsänhoidon osastolla suunniteltu erityinen symboliohjelma SYMB, jonka piirtämällä symboleilla erotellaan toisistaan eri lajiryhmiä, puulajeja ja läpimittaluokkia edustavat havainnot parantaen näin GT-ohjelman käyttökelpoisuutta puustokoealojen tarkastelussa.

4.1 GT-ohjelma

GT-ohjelmaan on koottu yleisesti kartoitettujen pisterekisterien käytössä tarvittavia toimintoja, jotka on järjestetty toimintokohtaisiin valikoihin. Havaintotiedoston siirto, editointi ja graafinen tarkastelu voidaan siten tehdä keskitetysti GT-ohjelmalla.

Ohjelmalla voidaan käsitellä myös sellaista havaintoaineistoa, joka on talletettu muulla kuin edellä kuvatulla Micronic-formaatilla. Poikkeavia havaintoaineistoja varten ohjelman käyttäjä voi määrittellä oman tallennusformaatin, jota GT-ohjelma käyttää niiden tunnistamiseen.

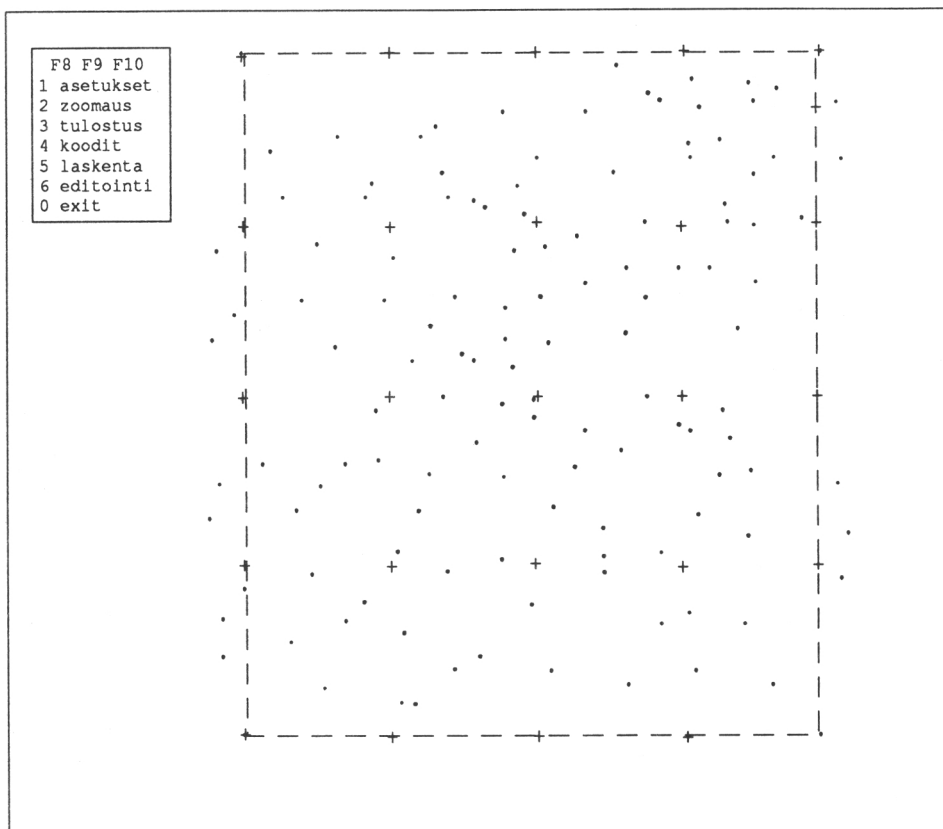
Ohjelmassa toteutettu osoitinhiiren käyttö helpottaa havaintotiedoston graafista tarkastelua: pisteiden ja alueiden käsittely näytöllä on mahdollista tehdä osoittamalla haluttuja pisteitä ja valitsemalla valikosta toiminto, jossa pisteitä käytetään.

Havaintoaineiston editoinnissa koealaa ei käsitellä graafisesti, vaan havaintotiedoston tietueille suoritetaan suoraan erilaisia operaatioita, esimerkiksi poisto ja korjaus. Eräs tärkeä toiminto on tiedoston selaaminen, jossa havainnoista voidaan poimia toiseen tiedostoon annetut hakuehdot täyttävät pisteet. Hakuehdoissa määritellään esimerkiksi poimittavien pisteiden koordinaatit tai kenttien t1, t2 ja t3 sisältämät arvot.

GT-ohjelman laskentatoimintoon on koottu tärkeimmät geodeettiset laskutoimitukset, joista puustokoealojen tarkastelussa on käytetty pinta-alan laskentaa. Näytölle tulostetulta koealan kartalta voidaan valita alue, jonka pinta-alan GT-ohjelma laskee ja tulostaa näytölle.

Koealakartta näytöllä

Ohjelman kuvatoiminnon näyttö, jonka kartta-alueessa havaintotiedoston pisteet esitetään, sisältää kartan lisäksi kuvatoiminnon päävalikon, josta käyttäjä voi valita erilaisia toimintoja, esimerkiksi kartan mittakaavan muuttamisen (kuva 5).



Kuva 5. Koealan kartta näytöllä

Kartan tarkastelua helpottaa taiteviiva, jolla esimerkiksi koealan kulmapisteet voidaan yhdistää toisiinsa. Käyttäjä voi lisäksi valita piirrettäväksi koordinaattiristit, jotka sijaitsevat halutulla etäisyydellä toisistaan.

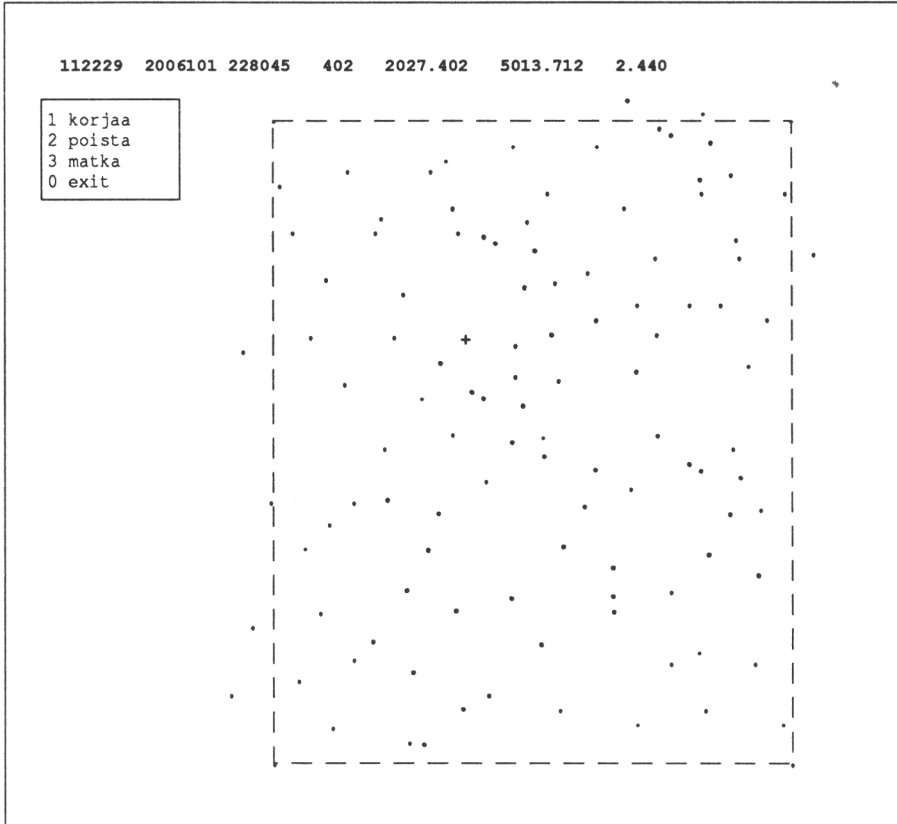
Päävalikon kohdasta "asetukset" havaintopisteelle voidaan valita lisäksi ns. tunnus, joka sijoitetaan kartalla pisteen viereen. Pisteen tunnuksena voi olla havaintonumero, kenttien t1, t2 tai t3 sisältämä arvo tai pisteen sijainti jonkin koordinaatin suhteen. Valitsemalla tunnuksiksi esimerkiksi Z-koordinaatti, voidaan kartan avulla tarkastella havaintojen välisiä korkeuseroja.

Kuvatoiminto sisältää myös mahdollisuuden kartan "zoomaukseen", jossa pistejoukon tiettyä kohtaa voidaan tarkastella lähemmin muuttamalla kartan mittakaavaa ja pistejoukon sijaintia näytöllä. Pistejoukko voidaan paikoittaa mm. siten, että näytön keskipisteen kohdalle tuodaan haluttu kartan alue. Koealan kartta voidaan tulostaa paperille halutulla mittakaavalla valitsemalla päävalikosta kohta "tulostus". Tulostaminen GT-ohjelmasta on mahdollista mm. HPGL-ohjauskieltä käyttäville piirtureille.

Koealakartan käsittely

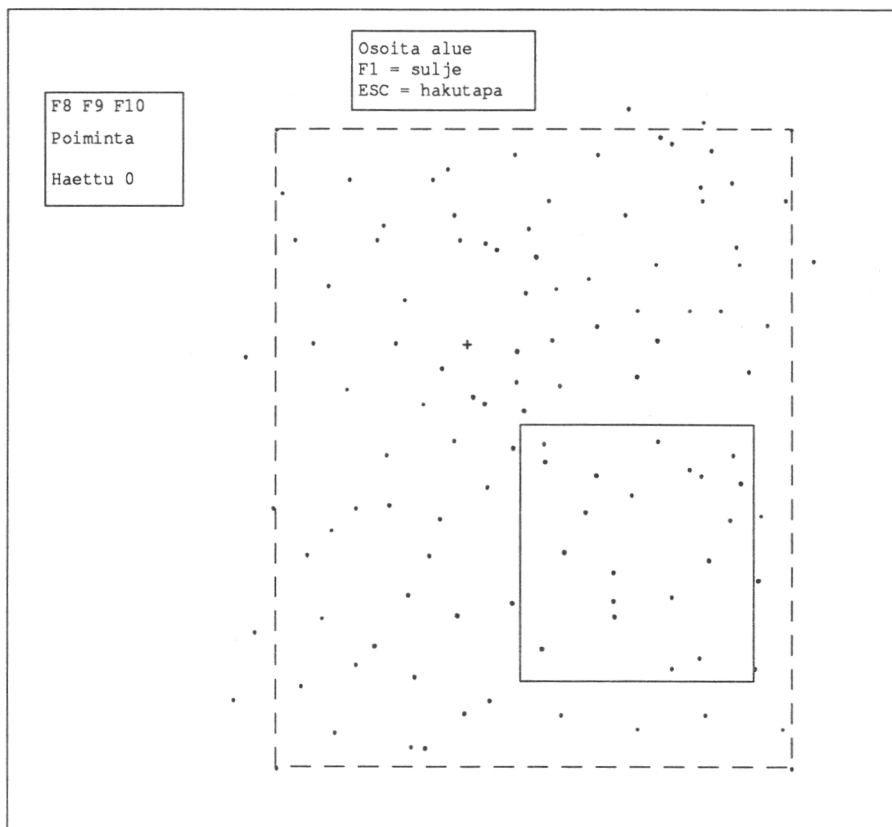
Koealan kartalta on mahdollista valita yksittäisiä pisteitä lähempää tarkastelua varten ja haluttaessa muuttaa niiden sisältämiä tietoja. Kuvassa 6 on kuvatoiminnon

näyttö tilanteessa, jossa havaintopiste (pienellä ristillä merkitty) on valittu osoitinhiirellä ja tulostettu sen tiedot näytön yläosaan. Tiedot ovat t1-, t2- ja t3-kenttiin talletetut arvot, juokseva havaintonumero ja havainnon sijainti. Havaintotietojen korjaaminen on mahdollista valitsemalla valikon kohta "korjaa", jolloin GT-ohjelma kysyy havaintopisteelle talletettavat uudet tiedot.



Kuva 6. Havaintopisteen valinta

Käyttäjä voi rajata koealalta halutun osa-alueen. Kuvassa 7 on käyttäjä valinnut osoitinhiirellä kartalta alueen, jota rajoittaa koealan muista pisteistä GT-ohjelman piirtämä taiteviiva. Kun alue on suljettu, voidaan sen sisältämät pisteet esimerkiksi siirtää toiseen havaintotiedostoon ja käsitellä niitä tämän jälkeen erillisinä havaintoina.

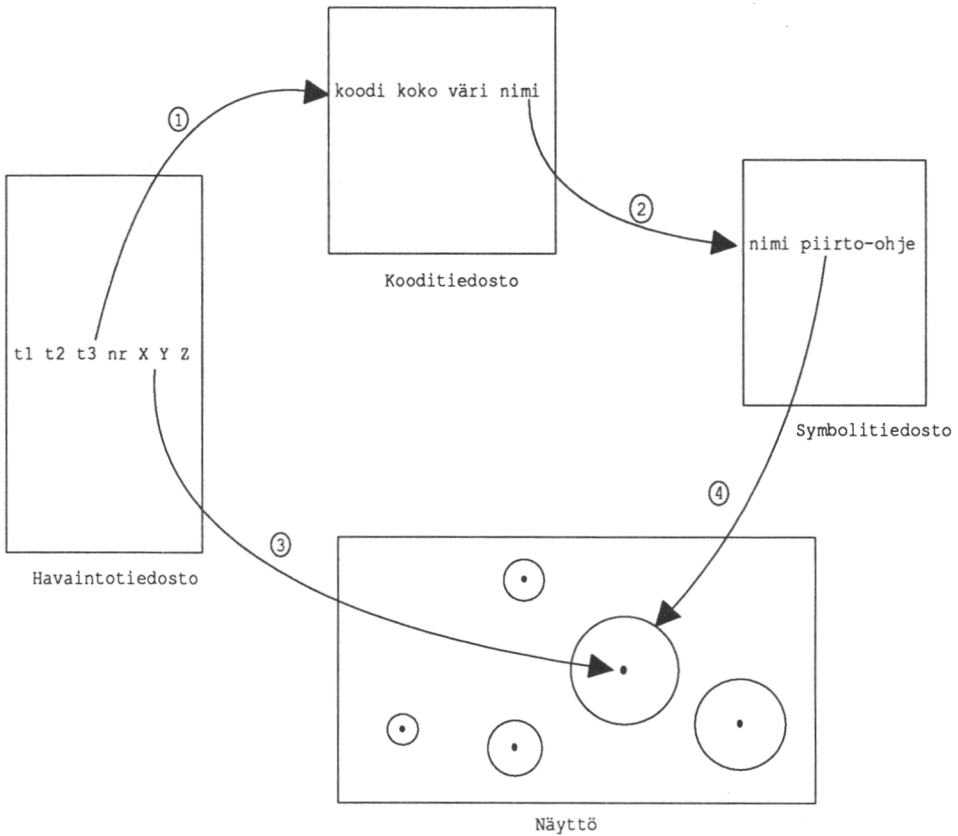


Kuva 7. Alueen valinta kartalta

Havaintopisteiden symbolit

Havainnoista laaditulla pelkällä pistekartalla ei voida erotella toisistaan eri havaintotyyppisiä tai tarkastella tiettyä ominaisuutta, joka havainnoista on mitattu. Puustokoealoilla olisi hyödyllistä erottaa kartalta eri puulajit tai vertailla havaintoja esimerkiksi terveydentilan perusteella. GT-ohjelmalla voidaan havaintoon liittää kartta-merkki eli symboli, jonka muodon käyttäjä voi itse määrittellä.

Symbolien piirtäminen perustuu havaintotietueen kenttään t3, johon voidaan tallentaa tieto havaintoa vastaavasta symbolista. Tämä symbolin määrittelevä koodi voidaan tallentaa havaintotietueeseen jo kartoitusvaiheessa muiden kerättyjen tietojen kanssa. Kun koealasta sitten piirretään kartta, GT-ohjelma etsii koodia vastaavan symbolin värin, koon ja muodon tähän tarkoitukseen varatusta koodi- ja symbolitiedostosta. Kuvassa 8 on esitetty symbolin piirtäminen toimintakaaviona, jossa kuvan havaintotietueelle piirretään ympyräsymboli.



Kuva 8. Symbolin piirtäminen

Numeroitujen nuolien kuvaamat toiminnot ovat seuraavat:

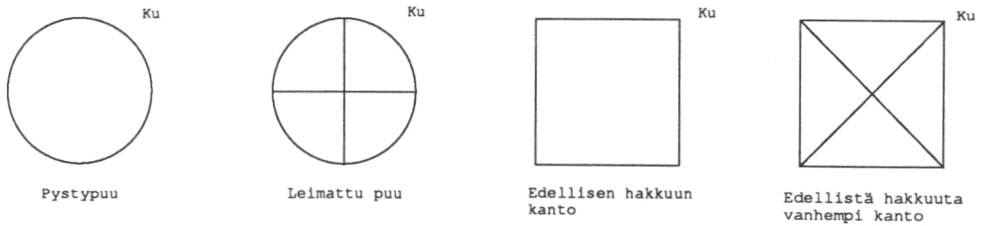
- 1 Havaintotietueen kentän t3 arvo luetaan ja etsitään sitä vastaava kooditiedostoon talletettu koodi. Koodimäärittelyn kentät koko ja väri luetaan symbolin piirto-ohjeen tulkintaa varten,
- 2 Koodia vastaavan symbolin nimen avulla etsitään symbolitiedostosta symbolin piirto-ohje,
- 3 Havaintopiste piirretään näytön kartalle havaintotietueen sisältämien X- ja Y-koordinaattien määräämään paikkaan,
- 4 Symbolin piirto-ohje tulkitaan ja näytölle piirretään pisteen symboli.

Kaaviossa mainittu piirto-ohje on tekstimuotoinen komentojono, jonka komennoilla voidaan piirtää mm. janoja, ympyröitä tai tulostaa symboliin tekstiä. Esimerkiksi piirtokomento "T12.5" tulostaisi havaintopisteen viereen tekstin "12.5", jolla voitaisiin kuvata pystypuusta tehdyn havainnon läpimittaa.

4.2 SYMB-ohjelma

Ohjelman piirtämät symbolit

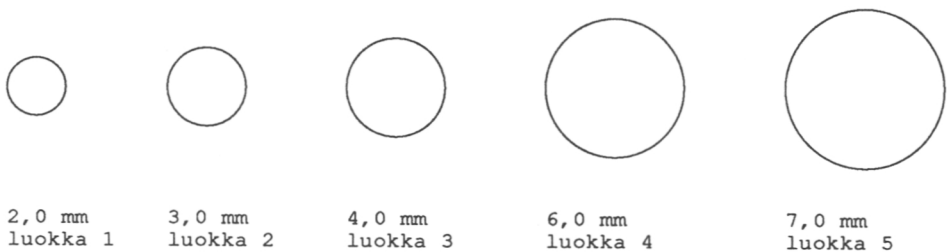
SYMB-ohjelmalla piirretyllä koealakartalla eri havaintotyyppit (lajiryhmät) erotellaan toisistaan niiden symbolien muodon perusteella. Kuvassa 9 on piirretty ohjelman tunnistamat havaintotyyppit ja niitä vastaavat symbolit, jotka koealakartalle piirretään.



Kuva 9. Havaintotyyppien symbolit

Puulajeja ei havainnollisteta symbolien muodoilla, vaan puulajien nimet lisätään haluttaessa symboleihin lyhenteinä. Kuvassa 9 havaintojen puulajeina on kuusi (Ku). Ohjelman käyttäjä voi myös valita jokaiselle puulajille värin, jolla sitä kuvaavat symbolit piirretään.

Puulle piirrettävän symbolin koko riippuu sen läpimittaluokasta. Käyttäjä määrää läpimittaluokituksen, jossa jokaista läpimittaluokkaa vastaa tietyn kokoinen symboli. Symbolien keskinäiset koot ovat myös käyttäjän määriteltävissä. Kuvassa 10 on esitetty viiden luokan läpimittaluokitusta vastaavat pystypuusymbolit. Symbolien kookojen ei välttämättä tarvitse kasvaa tasaisesti. Ohjelma vaatii ainoastaan, että symbolikoot annetaan kasvavassa järjestyksessä.



Kuva 10. Läpimittaluokituksella painotetut symbolit

SYMB-ohjelma muodostaa havaintosymbolien lisäksi kaksi karttaa selittävää symbolia, jotka käyttäjä voi itse lisätä GT-ohjelmalla koealakartalle sopiville paikoille. Kuvassa 11 esitetty läpimittaluokitusta kuvaava symboli luettelee luokitusparametrien arvot ja luokkia vastaavien symbolien koot. Puulajisymboli puolestaan luettelee puulajit, jotka koealakartalle on piirretty.

Alaraja = 10,0 cm
Luokkaväli = 5,0 cm
Luokkia = 5

Ma	Mänty
Ku	Kuusi
Rk	Rauduskoivu
Hk	Hieskoivu

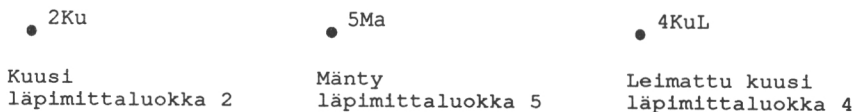


Läpimittaluokitus

Puulajit

Kuva 11 Kartan selitys

SYMB-ohjelmalla voidaan havainnoille piirtää edellä esitettyjen piirrosmuotoisten symbolien sijasta ns. numeeriset symbolit. Kuvan 12 numeeriset symbolit havainnollistavat läpimittaa suoraan läpimittaluokan tunnuksella. Numeerisilla symboleilla voidaan erotella leimatut puut, jolloin karttaa voidaan käyttää koealan leimaussuunnitelman laatimiseen.



Kuva 12. Numeeriset symbolit

Koealakartan piirto

Koealakartan piirto aloitetaan tekemällä valinnat, jotka vaikuttavat piirrettävän kartan ulkoasuun. SYMB-ohjelmassa käyttäjä voi valita kartalle piirrettävät havainto-

tyypit ja läpimittaluokkia vastaavien symbolien koot. Lisäksi käyttäjä voi valita koealan puulajeista haluamansa ja niissä käytetyt värit.

Käyttäjä voi vapaasti valita läpimittaluokituksen syöttämällä ohjelmalle sitä koskevat kolme numeerista parametria. Syötetyn läpimittaluokituksen vaikutus koealakarttaan on suuri, sillä sen avulla voidaan rajata tarkasteltavaksi tietty puuston osa asettamalla luokitusparametrille "alaraja" sopiva arvo.

SYMB-ohjelman tehtävänä on muodostaa havaintotietueiden t3-kenttiin koodit, joilla havaintoihin liitetään käyttäjän haluamat symbolit. Lisäksi ohjelma muodostaa GT-ohjelmaa varten koodi- ja symbolitiedostot, joihin se tallettaa käyttäjän valintoja vastaavat symbolimäärytykset. SYMB-ohjelma muodostaa symbolikoodit itseasiassa havaintotiedoston kopioon, sillä puustokoealojen tapauksessa havaintotietueiden t3-kenttä sisältää havainnoista kerättyjä tietoja, joita ei saa symbolikoodia tallettaessa hävittää.

Koealakartta tulostetaan GT-ohjelmalla normaaliin tapaan tuomalla havaintotiedosto ensin alustavaa tarkastelua varten mikrotietokoneen näytölle. Havaintotiedosto sisältää nyt SYMB-ohjelman avulla muodostetut koodit, joita vastaavat symbolit GT-ohjelma piirtää koodi- ja symbolitiedostojen perusteella koealan kartalle. Symboleilla havainnollistettu koealakartta voidaan sitten tulostaa joko suoraan piirturille tai hahmottaessa muuttaa sen ulkoasua vaihtamalla SYMB-ohjelmassa tehtyjä valintoja. Liitteessä 5 on esitetty SYMB-ohjelman avulla piirrettyjä erilaisia koealakarttoja.

5. MENETELMÄN ARVIOINTI

Takymetri on tarkkuusmittauskoje, joka koostuu erikoisoptiikasta ja herkästä elektroniiikasta. Tarkistusmittauksissa on voitu todeta, että mittaukset täyttävät ne tarkkuusrajat, jotka laite-esitteessä ilmoitetaan. Käytännön puustokartoituksessa on kuitenkin tarkkuusrajaksi asetettu 2 cm. Jotta mittausvirhe ei ylittäisi näitä rajoja, on jokainen kartoitettu koeala orientoinnin yhteydessä tarkistusmitattu.

Vaikka koje on suunniteltu maasto-oloja varten, sen herkkyys on kuitenkin aina otettava huomioon. Koje on suojattava iskuilta ja värinältä. Myös lyhyillä matkoilla se on siirrettävä sen omassa kuljetuslaatikossa. Kojeen pinnalta on käytön jälkeen poistettava kosteus ja epäpuhtaudet. Koje on syytä huoltaa ja kalibroida ainakin kerran vuodessa, jotta sen mittaustarkkuus säilyisi.

Takymetrilla on tehty mittauksia kolmen kenttäkauden ajan erilaisissa sääoloissa. Toimintahäiriöitä laitteissa on ilmennyt vain vähän. Vaikeudet ovat pääasiassa aiheutuneet käyttövirheistä. Tässä raportissa esitetyt näkökohdat ja ohjeet auttavat toimintahäiriöiden välttämässä.

Maastotallenninta koskevat samat käsittely- ja ylläpito-ohjeet kuin takymetria. Maastotallennin ja sen maastomittausohjelma ovat toimineet kartoituksessa edellytetyllä tavalla. Pienet häiriöt näppäimistöissä on poistettu ja ohjelmaa on jatkuvasti kehitetty käyttäjätavallisemmaksi. Tiedon siirto tallentimen ja mikrotietokoneen välillä on toiminut moitteettomasti.

Menetelmässä käytetty laitteisto on kokonaisuudessa toiminut tasapainoisesti. Haittapuolista voidaan mainita laitteiston korkea kokonaispaino sekä takymetrin ja maastotallentimen runsas virrankulutus.

Menetelmän käyttöönotto edellyttää valmistavaa koulutuksen. Se on syytä jakaa kahteen osaan. Ensimmäinen käsittelee maanmittauksen ja kartoituksen perusteita. Toisessa osassa perehdytään laitteiston yksittäisten osien toimintaan ja kokonaisuuteen. Jotta eri työvaiheet maastossa sujuisivat nopeasti ja saumattomasti, uusi käyttäjä joutunee harjoittelemaan laitteiston hallintaa viikon verran. Käyttäjälle on myös hyötyä mikrotietokoneen auttavasta hallinnasta.

Tottunut työryhmä pystyy kartoittamaan ja mittaamaan keskimäärin 150-200 puuta päivässä. Edellytyksenä kuitenkin on, että näkyvyys koealalla on hyvä. Tiheä alikasvos hidastaa työtä huomattavasti. Mittausjärjestelmän sijaintikorjauksesta on tällaisilla koealoilla paljon hyötyä.

Koealan kartoitus takymetrilla suoritetaan vain kerran. Puuston seuraavilla mittauskerroilla puu voidaan tunnistaa kartalta ja kerätä uusi mittaustieto suoraan maastotallentimeen. Tiedot puustosta päivittyvät tällöin uusille kartoille. Uusien kohteiden, esimerkiksi edellisten mittausten jälkeen syntyneiden taimien, sijainnit joudutaan kuitenkin määrittämään takymetrilla.

Vaikka puut ja muut havaintopisteet on kartoitettu koealakohtaiseen erilliskoordinaatistoon, tulosten muuntaminen paikalliskoordinaateiksi tai todellisiksi koordinaateiksi on mahdollista. Muuntamiseen vaaditaan muiden koordinaatistojen kiintopisteiden sitomista koealaan, mikä on usein hidas toimenpide.

Menetelmän tuottama tieto

Menetelmän tavoitteeksi asetettiin puukohtaisen tiedon tuottaminen koealan ja sen vaipan puista sekä sen lisäksi yksittäisen puun elinympäristön kuvaaminen mahdollisimman hyvin.

Menetelmällä on kerätty kertamittauksin laskennallista tietoa ja karttatietoa koealan puustosta. Piirretyillä kartoilla pystytään havainnollistamaan esimerkiksi koealan puuston rakennetta, eri puulajeja ja niiden sijaintia, puuston laatua sekä terveydentilaa. Lisäksi kolmiulotteisilla kartoilla pystytään ilmaisemaan koealan maaston muoto ja yksittäisen puun sijoittuminen siihen. Tieto puiden sijainnista koealalla mahdollistaa esimerkiksi erilaisten vuorovaikutus- ja kilpailutilanteiden analysoinnin. Toistuvilla mittauksilla voidaan seurata tehokkaasti taimien ja kookkaampien puiden sekä muun metsäkasvillisuuden kehitystä.

Mittausmenetelmällä tuotettuja tietoja on jo sovellettu mm. koealan käsittelyjen suunnitteluun, puuston ja taimien kehityksen seurantaan sekä koeala- että puutasolla. Menetelmä sopii hyvin kestokoealoille, joiden puustoa ja muuta kasvustoa seurataan monipuolisesti ja yksityiskohtaisesti pitkällä aikavälillä.

Kirjallisuus

Geotime Oy. 1990. Nikon DTM-A5/A10/A20/A20LG käyttöohje. Helsinki. 66 s.

- 1991. GT-Geonic- maastomittausohjelmisto v. 6.0. Helsinki. 138 s.

Heinonen, A.A. 1987. Karttatekniikkaa. Ammattikasvatushallitus. Helsinki. 206 s.

Kilki, Pekka. 1989. Metsämittausoppi. Silva Carelica 3. Joensuu. 212 s.

Metsäntutkimuslaitos. 1987. Metsikkökokeiden maastotyöohjeet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 257. Helsinki. 237 s.

Niemistö, P. 1988. KTP-84 tiedonkeruupäätte metsässä kerättävän tiedon tallennusvälineenä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 290. Muhoksen tutkimusasema. 47 s.

Siipilehto, Jouni. 1990. Kokemuksia Husky Hunter tiedonkeruulaitteen käytöstä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 354. Helsinki. 22 s.

Vuokila, Y. 1983. Suomalaisen puutuotostutkimuksen menneisyys ja tulevaisuus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 89. Metsänarvioimisen tutkimusosasto, puuntuotoksen tutkimussuunta. Helsinki. 103 s.

Liite 1. Nikon DTM-A20 takymetrille ilmoitetut tekniset tiedot.

Kaukoputki:

Kuva	Oikeinpäin
Lyhin tähtäysetäisyys	1,3 m
Suurennus	2,3/100 m
Objektiivin vapaa läpimitta	45 mm

Kulmamittaus (Hz ja V):

Mittausaika	Jatkuva mittaus
Näytön tarkkuus	2,0 mgon/
Valittavissa	5,0 mgon
Kehän läpimitta	90 mm
Lukuanturi	molemmin puolin kehää

Pystykulman kompensattori:

Neste elektroninen	lisävaruste
--------------------	-------------

Etäisyysmittaus:

Mittausaika	1,8 s kertamittaus 0,8 s	toistomittaus
Näytön tarkkuus	0,2 mm tai	
valittavissa	1,0 mm	
Mittaustarkkuus	± 3 mm + 3ppm	
Mittausetäisyys	3000 m	
Maksimi näyttö	9999.999 m saakka	
Mittausohjelmat	kertamittaus	
	toistomittaus	
	keskiarvomittaus	

Lämpötilan ja ilmanpaineen kompensointi	on
Maapallon kaarevuuden ja refraktion kompensointi	on
Prismavakion käyttö	1 mm askelin -999...+999 mm

Näyttöpanelit:

Molemmin puolin kojetta
2 x 16 merkkinen näyttö ja näppäimistö

Optinen luoti:

Pyörivässä alhidadiossa,
kuva oikein päin, suurennus
3 x. näkökenttä 5 astetta,
lyhin tähtäys 0,5 m.

Mitat:

Leveys	150 mm
Syvyys	165 mm

Liite 1 jatkuu

Korkeus	369 mm
Akselikorkeus	184 mm
Paino akkuineen	7,0 kg

Kojeen toiminnot:

Mittaukset	pystykulma vaakakulma etäisyys
------------	--------------------------------------

Tulostusparit	pystykulma, vaakakulma vaakakulma, vaakamatka pystykulma, vinomatka vinomatka, korkeusero X- ja Y-koordinaatti korkeusero, Z-koordinaatti
---------------	--

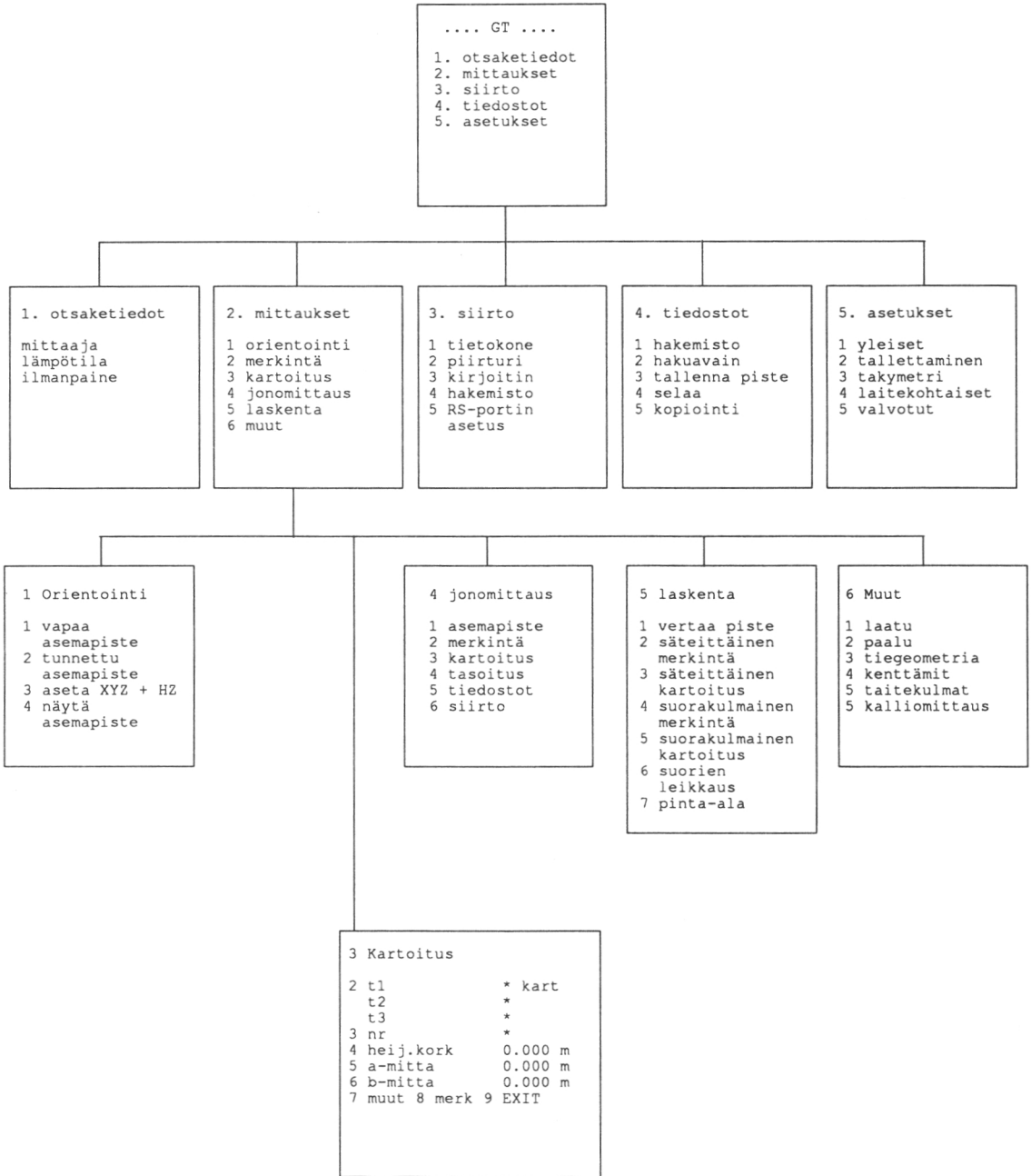
Erikoistoiminnot:

Tavoitemittaus: vaakakulma,
vaakamatka, korkeuskulma,
korkeusero.
Kahden pisteen välimatkan mittaus.
Vapaan kulkuaukon tai luokse-
pääsemättömän kohteen korkeuden
mittaus.

Liite 2. Geonic 1000-Maastotallentimelle ilmoitetut tekniset tiedot.

Näyttö	Taustavalaistu 120 x 64 LCD-pistematriisi, 8 riviä ja 20 merkkiä rivillä. Voidaan esittää sekä merkkejä että grafiikkaa.
Näppäimistö	32 näppäintä, tiivistetty kosteudelta
Proessori	CMOS Z80, kellotaajuus 3,468 MHz
Muisti	64 KB CMOS EPROM ja 256, 512 tai 960 CMOS RAM
Liitännät	Optinen oheislaiteliitäntä, nopeus 614 Kbps
Virtalähde	4 AA-kokoista alkaliparistoa ja lithium-paristo muistin pitoa varten. Käyttöjännitteen valvonta
Paristojen käyttöikä	Tyypillisessä käytössä (2 tuntia päivässä) 5 viikkoa. Muistin pito pääparistoilla 6 kuukautta ja varaparistolla yksi viikko.
Lisäominaisuudet	Reaaliaikakello ja ohjelmoitava äänigeneraattori
Koko	245 x 85 x 37 mm
paino	670 g paristoinen
Käyttöalue	-20 ... 50 C, suhteellinen kosteus 80 %
Kotelo	Vahvistettua ABS-muovia

Liite 3. Maastomittausohjelman valikkorakenne (osittainen)



Liite 4. Muuttujaluettelo.

Lajiryhmä:

Puusto ja kasvillisuus

- 11 Kasvava pystypuu
- 12 Kuollut pystypuu
- 13 Elävä kaatunut
- 14 Kuollut kaatunut
- 15 Edellisen hakkuun kanto
- 16 Edellistä vanhempi kanto
- 17 Lahonnut kanto
- 18 Leimattu puu.

Koealat

- 25 Taimikoeala
- 26 Kasvikoeala
- 27 Muut koealat

Urat ja linjat

- 31 Ajoura
- 32 Polku
- 33 Oja
- 34 Tie
- 35 Sähkölinja

Maastomuodot

- 41 Huomattava kivi
- 42 Jyrkäne
- 43 Kosteikko
- 44 Louhikko
- 45 Avokallio
- 46 Nyppylä
- 47 Muurahaispesä

Puutiedot:

Puulaji

- 1 Mänty
- 2 Kuusi
- 3 Rauduskoivu
- 4 Hieskoivu
- 5 Haapa
- 6 Harmaaleppä
- 7 Tervaleppä
- 8 Muu havupuu
- 9 Muu lehtipuu

Liite 4 jatkuu

Rungon tekninen laatu

- 1 Normaali
- 2 Oksainen
- 3 Mutkainen
- 4 Haarainen
- 5 Oksainen-Mutkainen
- 6 Oksainen- Haarainen
- 7 Mutkainen-Haarainen
- 8 Oksainen-Mutkainen-Haarainen
- 9 Runko katkennut

Terveydentila

- 0 Terve puu
- 1 Kuollut pystypuu
- 2 Katkennut tai kaatunut puu
- 3 Puussa lahoa
- 4 Runkovaurio
- 5 Latva poikki tai kuollut
- 6 Latvan vaihto, monilativaisuus tai muu latvan epämuodostuma
- 7 Neulas- tai lehtikatoa elävässä latvassa.
- 8 Neulasten tai lehtien poikkeava väri

Tallennusformaatti

Rivi 1 (t1)

- 1-2 Lajiryhmä
- 3 Puulaji
- 4-6 D 1,3 m (mm)
- 7-8 D 0,0 m (kanto cm)

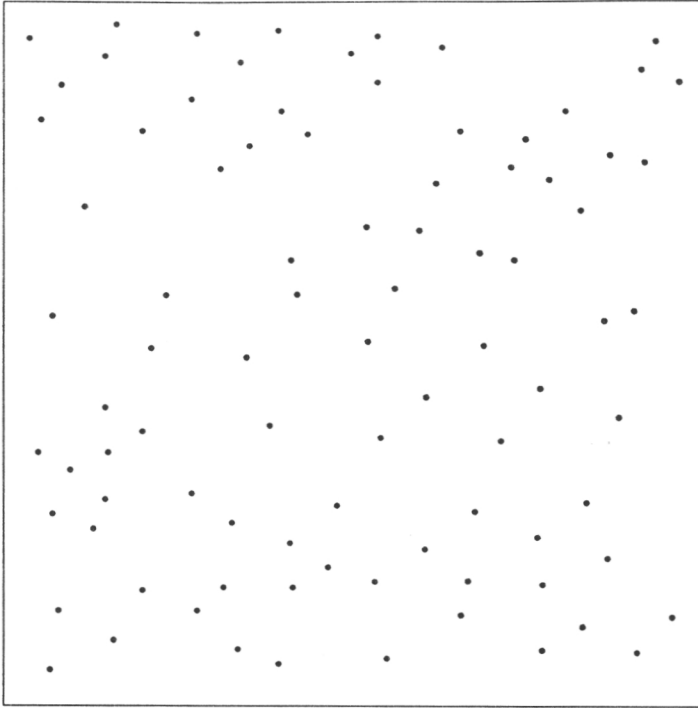
Rivi 2 (t2)

- 1-3 Latvuksen alaraja (dm)
- 4-5 Latvuksen leveys
- 6 Puujakso
- 7 Tekninen laatu
- 8 Terveydentila

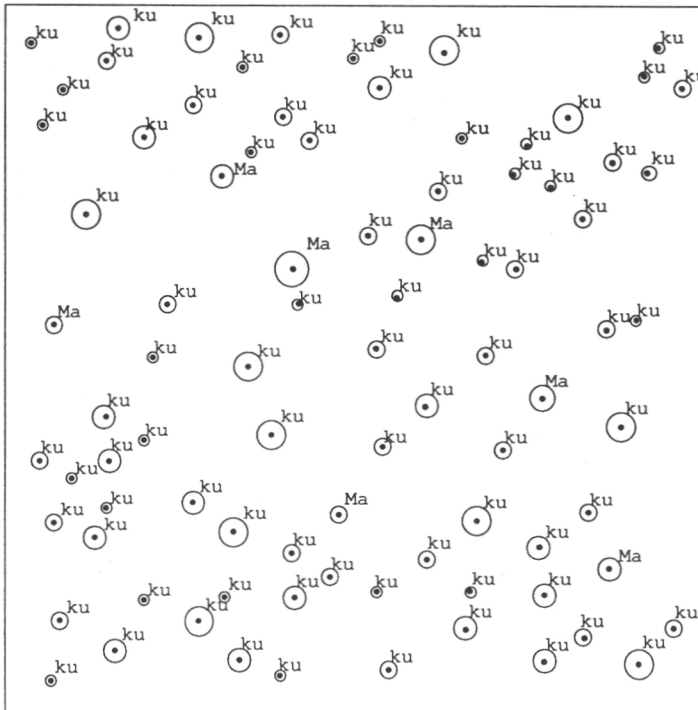
Rivi 3 (t3)

- 1-2 Tyhjät paikat
- 3-5 Puun pituus
- 6-8 Annettu tunnus

Liite 5. SYMB-ohjelmalla piirrettyjä koealاکarttoja.

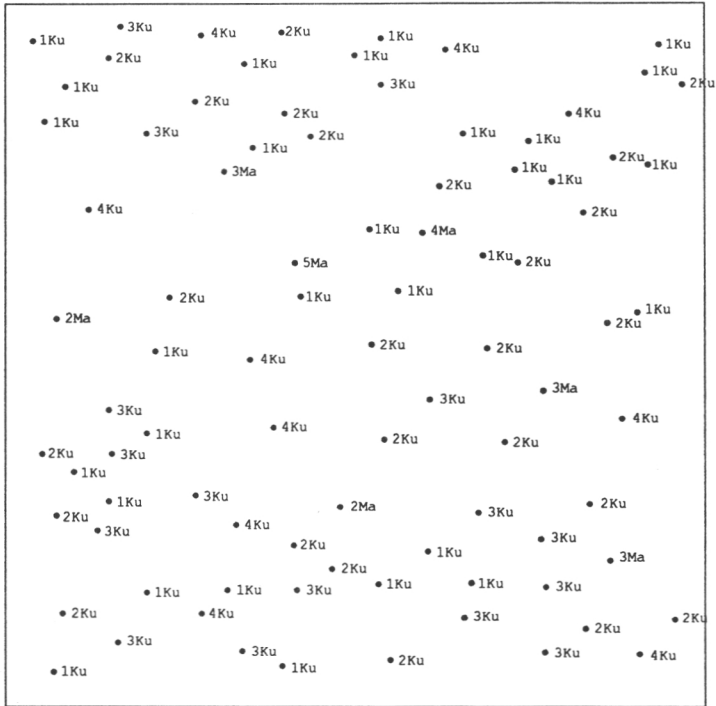


Kuva 1. Koeala pistekarttana

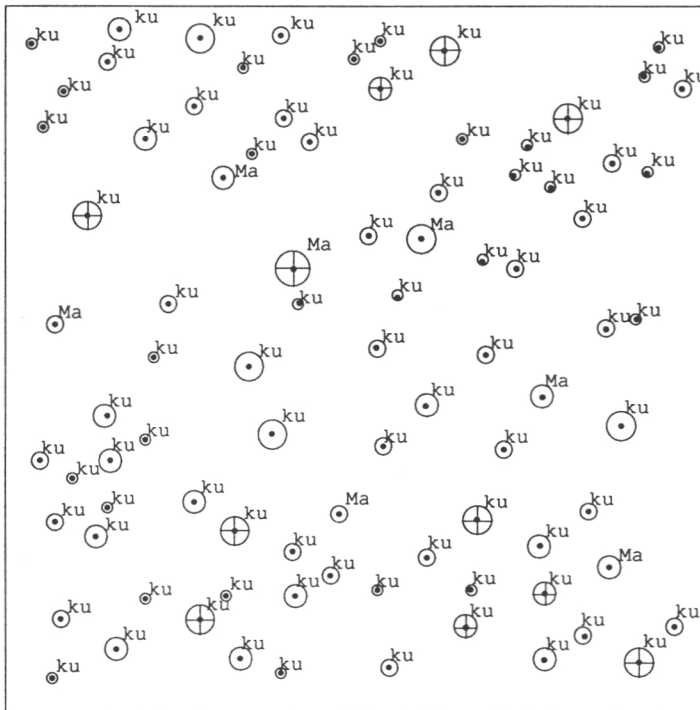


Kuva 2. Pystyvuusymbolit

Liite 5 jatkuu



Kuva 3. Numeeriset symbolit



Kuva 4. Leimattujen puiden symboleja

Kansikuva: Graafinen esitys koealan Evo 1 maaston muodosta ja puustosta. Kuvan suunnitteli ja tulosti Jouni Siipilehto Sysgraph-ohjelmalla.

ISBN 951-40-1200-3
ISSN 0358-4283

Valtion painatuskeskus
Kampin VALTIMO
Helsinki 1992