

Puiden kartoitus takymetrillä

GEODIMETER 460 (MMTDK Laite n:o 4683)

Ilkka Korpela Hyytiälä 24/06/02

Laitteisto.....	2
Erityisiä teknisiä huomiota.....	3
Yleistä takymetrimittauksesta.....	4
Konepisteen määrittäminen - periaate.....	6
Koealan/metsikön puuston mittaamisen toimintajärjestys ja periaate	7
Koordinaatiston perustaminen, käytännön esimerkki - Muistokuusikko	10
Kaavat koordinaattien laskentaan raakahavainnoista (kulmat ja vinomatka).....	14
Puun syntypisteen paikan laskeminen, kun prisma 1.3 m rinnankorkeudella puun kyljessä.....	15
Koneen muisti - JOB ja AREA -tiedostot.....	19
Datan purku ja muunto Excel-muotoon.....	22
JOB - ja AREA tiedostojen poisto takymetristä	24

Laitteisto

- Kantolaukku (aina kantohihnat ylöspäin avattaessa)
- 2 kpl 12V/7Ah lyijyhyytelöakkuja + Vanson-laturi. Lataus 0.5 A virralla 2 tuntia, 0.24 A 4 tuntia, 0.12 A 8 tuntia, 0.06A 16 tuntia. Ei saa yliladata! Ylilataus rikkoo akun, samoin liian suuri latausvirta voi kuumentaa (ei yli 0.5 A) ja rikkoa akut. Seuraa, jos akku alkaa 'porista' tai kuumeta. Tällöin on latausvirta liian suuri, ja akku on heti otettava pois latauksesta. 0.5 A virralla akut saa nopeasti ladattua, mutta riski rikkoutumiselle suuri. Suurella virralla lataus valvotusti (esim. illalla tietoja tallennettaessa/käsiteltäessä).
- Laitteen omat oranssit akut: 'iso akku' (kolmijalkaan kiinnitettävä) ja laiteakku takymetriin, latausteline, Mascot-laturi. Latausvirta 0.3 A 1 tunti max. Punais(t)en ledi(e)n tulee palaa lataustelineessä merkinä latautumisesta.
- Kaapelit: Data-kaapeli välille tietokone-takymetri. COM1 porttiin adapteripää - takymetriin 9-pin DIN naaras (TAKYM), kaapelissa lisäksi tarpeeton 9-pin DIN uros liitos.
- Virtakaapeli 'ison oranssin akun' ja takymetrin väliin (9-pin DIN naaras - 9-pin DIN uros)
- Virtakaapeli lyijyhyytelöakuille, kaapelikengät punainen (+), sininen (-) !
- Kolmijalka, GEOTOOL ohjelmisto CD-rom, 2 m mittanauha (Kojekorkeuden mitta), Prisma (huolellinen kuljetus/säilytys), 2-osainen prismatanko(sauva)
- Ohjemonisteet 2+1 kpl: "Muistijärjestelmä"; "Esittely", sekä kopioitu osa monisteesta "Esittely".

Erityisiä teknisiä huomiota

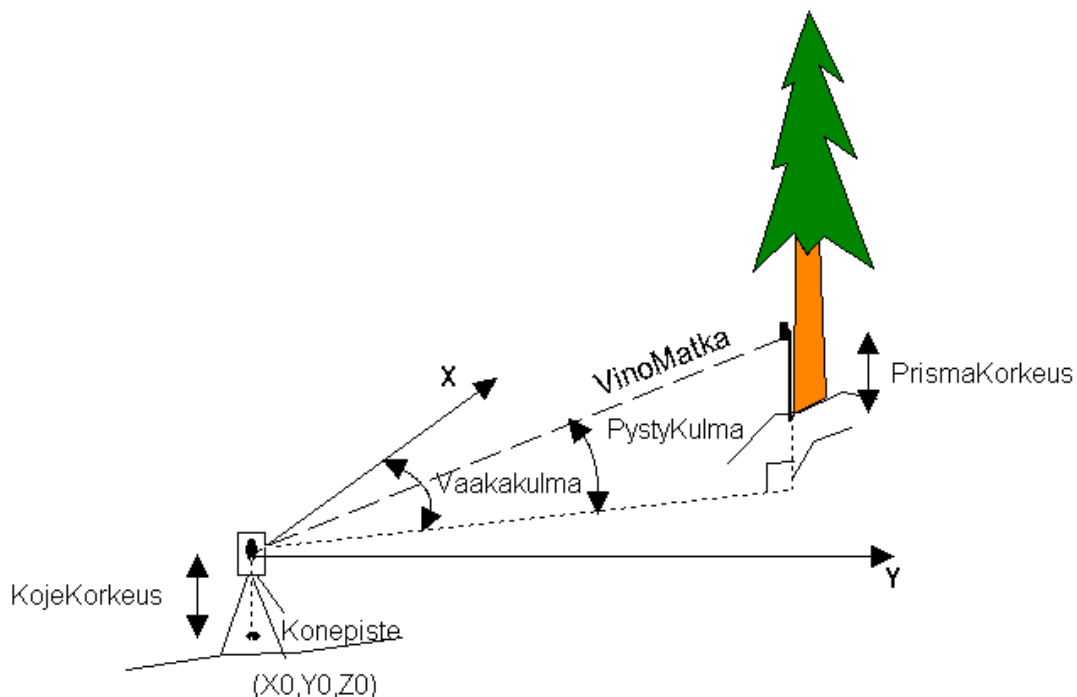
- Koordinaatisto on oletusarvoisesti vasenkätinen, s.o. P-akseli on X, I-akseli Y ja korkeus Z. Ojenna vas. käden peukalo ylös, etusormi oikealle ja keskisormi kohti itseäsi. Nyt peukalo markkeeraa X-akselia, etusormi Y-akselia ja keskisormi Z-akselia. Oikeakätiseen koordinaatistoon pääsee helposti vain vaihtamalla Y:n X:ksi ja X:n Y:ksi. Tähän ei ole tarvetta! Pysyttäydytään vas. kätisessä.
- Kulmahavainnot saadaan oletusarvoisesti goneina ($400 \text{ gon} = 360 \text{ ast.} = 2\pi \text{ rad.}$). Vaakakulmahavainnot X/North-akselin suuntaan nähden, positiivinen kiertosuunta on myötäpäivään. Z=konekorkeus -tason suunnassa pystykulma on 100 gon ja pienenee 0 goniin zenitissä (laitteella ei voi tosin tähdätä sinne) ja 180 goniin kun tähdätään varpaisiin.
- Muistia on n. 32 kt, Esimerkiksi yksi havainto vie 71 tavua, kun tallennetaan pisteen n:o, vapaa numeerinen tieto (esim. puulaji), prisma- ja laitekorkeudet, kulmahavainnot (2 kpl), etäisyys (VinoM) ja kolme koordinaattia (X,Y,Z), tällöin voidaan mitata n. 400 havaintoa. Muistin kulutusta voi seurata ns. muistieditorin kautta (MNU+2, 2,Ent) (Huom! Editorista 'peruutetaan' MNU-näppäimellä, eli sillä vaihdetaan valikkotasoja ja palataan lopulta myös perustilaan).
- Sisällä laitetta operoitaessa, dataa purettaessa jne., voi käynnistyksen hankalan kompensattoritasauksen ('kuplauksen') aina ohittaa F22-toiminnolla: F+2+2+Ent, Komp=0+Ent, (Kompensaattori pois päältä) +P0 -ohjelman neljän kysymyksen kuittaus enterillä (Ent).
- Prisma kiinnitetään aina s.e. prisman oma kupla osoittaa ylöspäin ja keltaiset kolmiot jäävät prisman alle.
- Kojee 'muistaa mihin jäätin', jos siitä katkaisee virrat, tai ne ketkeavat väkivaltaisesti (akun loppuminen, kaapelin irtoaminen). Tällöin alussa vastataan Jatketanko? -kysymykseen YES, jos kone on samassa paikassa koskemattomana kuin ennen virran katkeamista. Tarkista aina sijainti kuitenkin.

Yleistä takymetrimittauksesta

Takymetrillä voi mitata **vaaka-** ja **pystykulman** sekä **etäisyyden** laitteen ja prisman välillä. Nämä (3) ovat laitteen raakahavaintosuureet, kaikki muu on laskennallista.

Etäisyys mitataan Laser-etäisyysmittauksena ja kulmat tarkasti askelmoottoreiden (myös käsin liikuteltavissa) ja elektronisten kulma-antureiden avulla. Takymetri on siis sähköinen teodoliitti lisättynä etäisyysmittarilla.

Takymetri tasataan siinä olevan kuplavaa'an sekä elektronisen kompensattorin avulla tarkasti XY-tasoon. Kun tunnetaan takymetrin sijainti eli konepisteen paikka (X_0, Y_0, Z_0), sekä kojeen kiertosuunta XY-tasossa (Z-akselin ympäri), päästään em. kulma- ja etäisyyshavaintoja käyttäen laskemaan prisman tarkka paikka kolmiulotteisesti. Jos tunnetaan prisman korkeus maasta tms. mitattavasta kohteesta, ja prismaa on pidetty tarkasti pystysuorassa kohteen päällä käyttäen apuna prismaangossa olevaa kuplavaakaa, saadaan kohteenkin paikka selville.



Kaavat kohdepisteen sijainnin laskentaan (kohdepiste prisma-auvan tyvellä) ovat:

$$X = \cos(\text{Vaakakulma}) \cdot \cos(\text{Pystyikulma}) \cdot \text{Vinomitta} + X_0$$

$$Y = \sin(\text{Vaakakulma}) \cdot \cos(\text{Pystyikulma}) \cdot \text{Vinomitta} + Y_0$$

$$Z = \sin(\text{Pystyikulma}) \cdot \text{Vinomitta} + (\text{Kojekork-Prismakork}) + Z_0$$

Tiekonelaskentaa (Excel) varten kulmat yo. kaavoissa tulee muuttaa goneista radiaaneiksi kaavoilla:

$$\text{Vaakakulma [rad]} = \pi() / 200 \cdot \text{Vaakakulma [gon]}$$

$$\text{Pystyikulma [rad]} = \pi() / 2 - \pi() / 200 \cdot \text{Pystyikulma [gon]}$$

Pystyikulmaa siirretään 90 astetta tai $\pi/2$ radiaania, jotta saadaan koneen antama zeniittikulma (0 gon zeniitti, 200 gon maan keskipiste) muunnettua kulmaksi, jossa vaakataso on 0 radiaania, positiiviset kulmat ($0..+\pi/2$) vastaavat 'ylärinnettä' ja negatiiviset kulmat ($0..-\pi/2$) 'alarinnettä'.

Kaavoissa esiintyvät X_0 , Y_0 ja Z_0 ovat konepisteen (piste maassa / kalliossa / paalussa) koordinaatit, jotka esimerkiksi origolle ovat (0,0,0).

Prisman korkeus voi siis vaihdella mitattavien kohteiden välillä, mutta koneelle on aina ehdottomasti kerrottava, millä korkeudella prisma on! (F6-toiminto). Prismen korkeudella tarkoitetaan prismen alla olevien kahden kolmion yhtymäkohdan korkeutta maasta. Myös Kojekorkeus on ehdottoman tärkeä tieto (F3). Kojekorkeus on korkeus tunnetusta pisteestä (tai maasta) kojeen akseliin (tähdet kyljessä). Kojekorkeus joudutaan mittaamaan aina mittanauha hieman vinossa, mikä pitää huomioida (0.5-1 cm vähennys). Takymetrissä on kulmaprisma, jossa on hiusristikko. Siitä tähtäämällä näkee Konepisteen paikan maassa.

Jos kone liikkuu kesken mittauksen, eivät parametrit enää päde ja kaavat (takymetri) antaa vääriä tuloksia. Laitteen orientaatio pitää siksi aik'ajoin tarkistaa tunnettuun pisteeseen nähden ja takymetrin kolmijalka pystyttää tukevasti.

Konepisteen määrittäminen - periaate

Jotta kohteiden sijainti voidaan määrittää tulee tuntea koneen sijainti eli arvot koordinaateille X0, Y0 ja Z0. Lisäksi kone tulee vaaita tarkasti XY-tason suuntaiseksi (kuplavaaka + elektroninen kompensattoritasaus), ja sille tulee kertoa, kuinka se on kiertynyt vaakatasossa. Asemapisteen määrittämiseen käytetään ohjelmaa PRG20. Asemapisteen tyyppi (A/B) valitaan ohjelmasta.

Kone voidaan tuoda ja pystyttää

- **A** Tunnetulle (merkitylle) pisteelle
- **B** Uudelle vapaalle pisteelle (josta puut ja riittävä määrä tunnettuja pisteitä näkyvät hyvin)

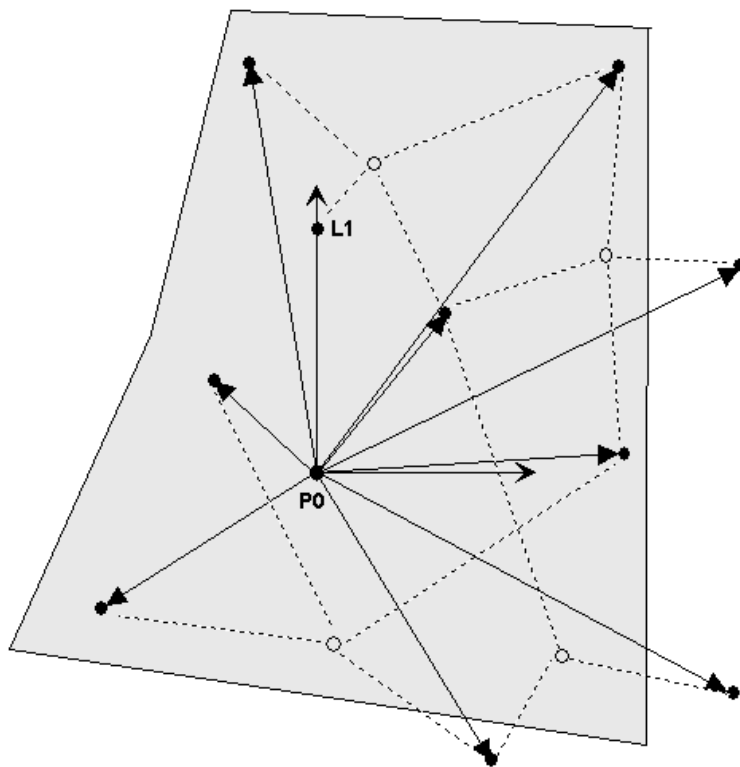
Tapauksessa **A** riittää, kun koje asetetaan tarkasti pisteen päälle (kulmatähtäin), koneelle kerrotaan millä pisteellä se on (AREA tiedoston välityksellä), kone vaakitetaan ja osoitetaan Vaakasuunta yhdelle tunnetulle pisteelle. Vaakasuunnan mittaaminen 'kertoo koneelle', kuinka se on kiertynyt suhteessa koordinaatistoon. Tapaus **A** tulee esiin työtä aloitettaessa, kun tunnettu piste on origo (0,0,0) ja ollaan perustamassa koordinaatistoa, tai kun syystä tai toisesta koje täytyy/halutaan sijoittaa tunnetulle pisteelle. Tällainen syy on käytännössä se, ettei tunnettuja pisteitä näy riittävästi (min 3 kpl) vapaata (**B**) määrittystä varten (kts. alla).

Vapaa asemapisteen määrittäminen (**B**) on helppo tapa pystyttää koje, koska takymetrin tarkka asettaminen tunnetun pisteen päälle on vaikeaa ja aikaavieppä, kun samanaikaisesti tulee vaakita koje ja huolehtia siitä, että se on kulmatähtäimellä tähdäten pisteen päällä. Kojeta vaakitaan ja sille osoitetaan vähintään kaksi tunnettua pistettä, joiden tiedot ovat AREA-tiedostossa. On suositeltavaa käyttää vähintään kolmea pistettä, jolloin ylimäärityksen (>2 pistettä) ansiosta saadaan tietoa (keskihajonnat s.dev.) orientoinnin onnistumisesta. Lisäksi kannattaa käyttää vielä tarkistukseen pistettä, joka ei ollut mukana asemapisteen määrittämisessä eli riippumatonta havaintoa.

Koealan/metsikön puuston mittaamisen toimintajärjestys ja periaate

1. Pisteiden P0 (0,0,0) ja L1 (#,0,0) eli origon paikan ja X/North-akselin suunnan määräävän **kahden pisteen koordinaattien syöttö AREA # tiedostoon** ohjelmalla P43 (ohje 3.1.17). Liitospiste L1:n North-koordinaatti (#) voi olla mielivaltainen, esim. 50 m, siihen ei tulla mittaamaan etäisyyttä.

2. **Koealan tutkimus sopivan origon paikan löytämiseksi.** Etsitään konepaikkoja minimaalinen määrä. Niiden avulla kaikki puut koealalla saadaan kartoitettua. Samalla hahmotetaan liitospisteiden paikat, jotka mitataan origosta tarkasti, ja jotka paalutetaan 2 x 2 tuuman kestopuupaalulla (pituus n 30 cm), joka lyödään maahan, s.e. n. 5 cm jää näkyviin / tai apu/liitospisteet merkitään kiviin/kallioon pysyvällä merkillä: ensin tussilla, sitten kivitaltalla. Liitospisteiden geometria kts. kuva.



Origoa perustettaessa mitataan riittävä määrä liitospisteitä (yhtenäiset viivat) koneasemien määrittämistä varten. On hyvä, jos liitospistehavaintoja (katkoviivat) saadaan 3-4 ja monesta suunnasta vapaan asemapisteen määritykseen. Kuvassa liitospisteet ja origo on piirretty mustilla ympyröillä, ja 4 kpl koneasemia origon lisäksi. Mitattava metsäalue ('koeala') harmaalla.

Huom! Vaikka kaikki puut näkyisivät origosta, mitataan silti apupisteitä, jotta myöhemmin vältetään koneen pystyttämislähteen tunnetulle pisteelle (origoon), koska se on erittäin hankalaa verrattuna ns. vapaan asemapisteen määrittämiseen! Takymetri joudutaan näet joka tapauksessa tuomaan päivän päätteeksi pois metsästä ja pystyttämään uud. seuraavana päivänä.

3. Kojeen pystytys origoon. Kojee vaakitetaan likimain valittuun pisteeseen, ja sen jälkeen (tai kolmijalan pystytystä ennen, vaikeampi tapa) lyödään paalu maahan origon merkiksi, 'operoiden' jalan alla. Tarkka origopiste merkataan paaluun, esim. sahalla risti. Ohjelmalla PRG20, **tunnetun asemapisteen määrittäminen**: (ohje 3.3.5.-3.3.9). Otetaan vain suunta liitospiste L1:een (ohje 3.3.9), joka kiinnittää X-akselin ja koordinaatisto on perustettu. Tarkat ohjeet kts. "Koordinaatiston perustaminen, käytännön esimerkki - Muistokausikko".

4. Liitos(apu)pisteiden paalujen maahan lyönti. Jos koealalla on isoja stabiileja kiviä, voidaan käyttää myös niitä. Tarkista pisteen paikkaa valittaessa, että kone näkyy pisteelle. Tussimerkinnot paaluihin/kiviin.

5. Liitospisteiden mittaaminen puumittausohjelmalla PRG18. Käytä juoksevaa L-numerointia (liitospisteen n:o) L1, L2, ..., L#. Puulajikoodiksi liitospisteelle esim. "99". Data menee JOB-tiedostoon, josta sitä voi katsella editorilla (3.2.3-3.2.4) (tai purkaa tietokoneella GEOTOOL ohjelmalla), ja kirjata pisteiden koordinaatit paperille ja syöttää uuteen AREA-tiedostoon ohjelmalla P43, kts alla kohta 6. Kun kaikki liitospisteet on mitattu, voi P0-ohjelmalla tai P18-ohjelmalla tehdä tarkistusmittauksia liitospisteisiin. Mittauksia ei tallenneta (vain A/M eli mittaus, ei saa painaa REG (register)). Tarkistusmittausten (X,Y,Z)-koordinaatit saa näytölle painamalla Ent-riittävän monta kertaa A/M –mittauksen jälkeen. Tarkistuksia tehdään liitospisteiden mittaamisen lopuksi ainakin alussa mitattuihin liitospisteisiin, jotta varmistutaan ettei kone ole liikkunut mittauksen aikana, vaan edelleen saadaan samat koordinaatit (± 2 cm) kuin L#-pisteille 'meni' JOB-tiedostoon. Editorilla voi aina tuhota tietoja (virheitä) JOB ja AREA-tiedostoista. Kts. ohje (3.2.1-3.2.9).

6. Uuden AREA-tiedoston teko. Sinne laitetaan uudelleen P0 (origo) ja mitatut, edellä paperille JOB-tiedostosta kirjatut L#-pistetiedot, ohjelmalla PRG43. Voit ensin tuhota vanhan AREA #-tiedoston (3.2.5) tai tehdä kokonaan uuden PRG43:lla. Ole varovainen tuhoamisen kanssa!

7. Puumittaukset PRG18-ohjelmalla. Puiden numerointi ja mahdollinen d1.3 mittaus sekä numeroiden ja d1.3-merkin maalaus edeltää paikannusta. Paikannuksen yhteydessä voidaan kirjata puulaji (muuttuja F91, jota PRG18-ohjelma kysyy pisteen numeron jälkeen, ennen kohteen mittausta).

Konepistettä vaihdettaessa käytetään pääsääntöisesti Vapaata asemapistettä (3.3.11-3.3.16, PRG20) sen helppouden takia. Asemoinnin keskivirheiden (s.dev. XY ja s.devZ) tulisi pysyä alle 3-4 cm merkkinä onnistuneesta asemoinnista. Vähintään kolme pistettä tarvitaan ylimääritykseen, jolloin saadaan s.dev.-tieto. Aina välillä, 10-15 puun välein, ja ennen konepisteen vaihtoa, mitataan tunnettuja pisteistä P0-perusohjelmalla (tai PRG18), tallentamatta (ei paineta REG), ja tarkistetaan, ettei kone ole liikahtanut, vaan liitospisteen koordinaatit saadaan edelleen tarkasti (< 3 cm XYZ). Ole tarkkana prismakorkeuden ja Kojekorkeuden kanssa (F3/F6). Erikoistapaukset (puut katveessa) kts. erilliset ohjeet.

Kannattaa pitää erillistä kirjaa siitä, mitkä puut (ensimmäinen ja viimeinen) on mitattu mistäkin kojepisteeltä. Kojepisteen tunnuksen saa aina selville, kun kysyy F2 (ASP:n numero). Selaamalla editorilla (MNU 2) AREA-tiedoston loppuun, saa myös selville viimeisen (voimassaoleva) asemapisteen tunnuksen ja koordinaatit koordinaatit.

Data kannattaa purkaa koneelta ja käsitellä (Word/Excel) päivittäin.

Koordinaatiston perustaminen, käytännön esimerkki - Muistokuusikko

Valmistelevat työt:

Ohjelmalla P43 (ohje 3.1.17) luodaan AREA-tiedostoon (esim. AREA 6) kaksi pistettä, origoksi piste P0, ja ensimmäiseksi liitospisteeksi jokin mielivaltainen piste X-akselilta (P-akselilta). Koordinaatit $P0 = [0,0,0]$ ja $L1 = [50,0,0]$.

Käynnistä kone, ohita tasaus: F22, Komp = 0 + Ent.

PRG+4+3+Ent	(Ohjelman aloitus)
2	(Imem, sisäinen muisti 32 kt)
Area = 6 (Ent)	(Esim. 6)
Kork.mitt? YES	(Tehdään kolmiulotteista mittausta)
Pno = P0+Ent	(Ascii-tilaan/pois alpha-näppäimellä, P-kirjaimen koodi 80) (eli näppäin-komento-jonona alpha+8+0+alpha+0+Ent)
X=0+Ent	(origon koordinaatit (0,0,0))
Y=0+Ent	(origon koordinaatit (0,0,0))
Z=0+Ent	(origon koordinaatit (0,0,0))
Tall? YES	
Pno = L1+Ent	(Ascii-tilaan/pois alpha-näppäimellä, L-kirjaimen koodi 76) (eli näppäin-komento-jonona alpha+7+6+alpha+1+Ent)
X=50+Ent	(pisteen koordinaatit (50,0,0))
Y=0+Ent	(pisteen koordinaatit (50,0,0))
Z=0+Ent	(pisteen koordinaatit (50,0,0))
Tall? YES	
Pno Ent	(poistutaan ohjelmasta n:o 43)
L-Tila ##.#+Ent	(20)
Ilmanp= ####.##+Ent	(1010)
PR-Vak.=0.000+Ent	(0.000)
Kulma : #, Suunta=	(Ohita Enterillä, takaisin STD-ohjelmassa P0)

Nyt pystytetään kone origon ylle tarkasti (kulmatähtäimen avulla) ja vaakitaan kone, ensin kupla paikalleen kolmella ruuvilla, kone käyntiin ja elektronisten kuplien tasaus. A/M näppäimestä servo-ohjattu tasaus ja kompensattorin laskenta (Kone kääntyy 180 astetta ja takaisin, ja aloittaa P0-ohjelman, jos tasaus ok). Kts. tarvittaessa ohje 1.3.1.-1.3.7.

Ohjelmalla PRG20 asetetaan kone tunnetulle asemapaikalle (origo) ja annetaan liitospisteen, eli X / P-akselin suunta.

Prg+2+0+Ent	/ Aloitus
1	/ Tunnettu ASP
JobNro=#+Ent	/ HavaintoDatatdston nimi (numero, esim. 6)
2:Imem ON + Ent	/ Tallennetaan sis. muistiin
Asemap=P0 + Ent	/ Tämän nimisenä origo tallennettiin AREA 6 -tiedostoon
Area = 6 + Ent	/ Täältä se löytyy
2 Imem	/ Sis. muistista
Asemap OK? YES	/ OK jos X,Y,Z kaikki nolliä kuten tallennettiin
Kork.mitt? YES	/ Kyllä, sillä tehdään 3D-mittauksia
KojKor=#.###	/ Kojeen korkeus maasta/paalusta tähteen koneen kyljessä
Liit.P=L1	/ alpha+7+6alpha+1+Ent
Liit.P OK ? YES	/ OK, jos koordinaatit 50,0,0

Nyt laite suunnataan kohti liitospistettä ja painetaan A/M ja REG, eli otetaan vain suunta (X-akselin suunta). Nyt 3D-koordinaatisto on viritetty, koneen tasaus määritti XY-tason suunnan, Kojekorkeus yhdessä Pisteiden koreuden kanssa kertoo koneen korkeuden, Kojeen paikka XY-koordinaateissa saatiin origon koordinaateista ja kojeen mielivaltainen kiertoasema XY-tasossa saatiin kiinni liitospisteen avulla, jolloin X-akseli (ja samalla Y) saivat 'merkityksen' eli kiinnittyivät maastossa ja koneessa.

Tämän jälkeen vastataan ohjelman P0 peruskysymyksiin lämpötilasta, paineesta ja prismavakiosta ja ohitetaan suunta enterillä.

Tässä vaiheessa voi antaa prismakorkeuden uudelleen.

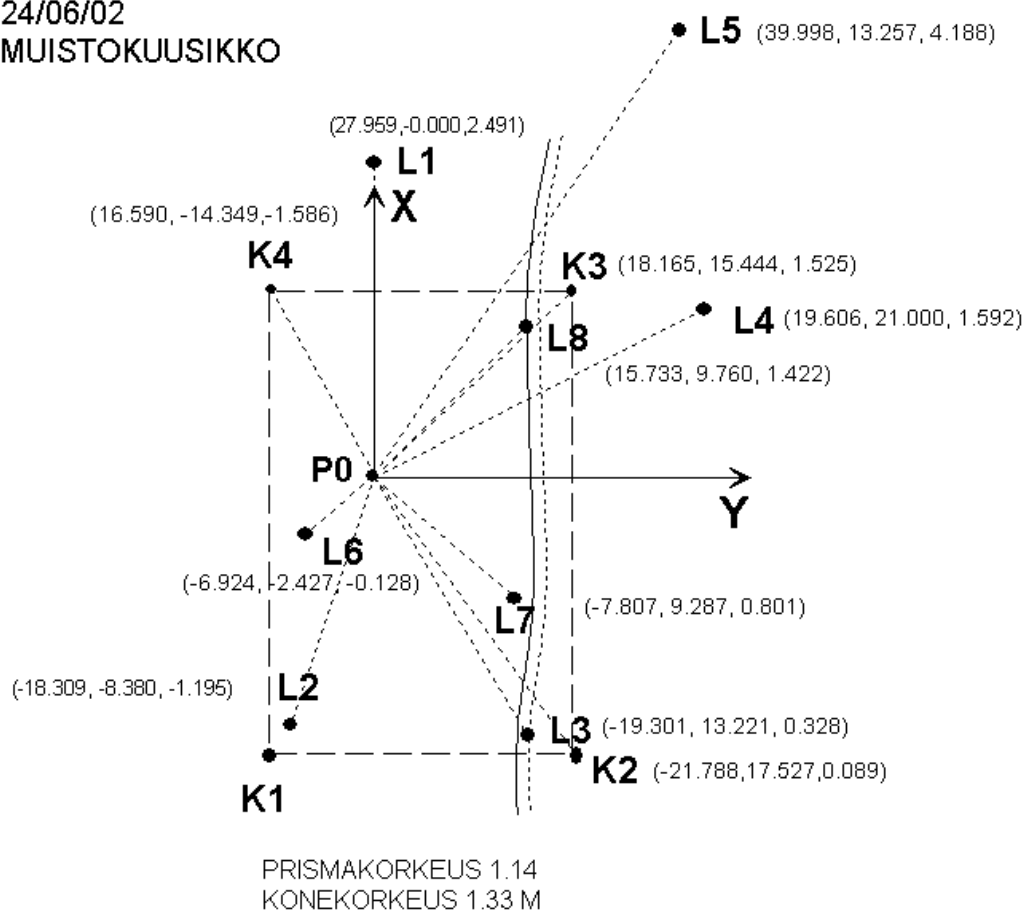
F+6+Ent /

PR-Kor = #.# / Korkeus kahden kelt. kolmion väliin maasta [m]

Kun nyt mittaa L1:n pitää sen Y-koordinaatin olla lähellä nollaa (kts alla kuva ja L1:n Y-koordinaatti). Tämän jälkeen merkitään maastoon joukko apu/liitospisteitä (tämän voi tehdä jo muiden valmistelevien töiden yhteydessä), eli pisteitä, joihin kone voidaan siirtää, kun kaikki yhdestä pisteestä mitattavat puut on havaittu tai joiden avulla voidaan asema/konepaikka määrittää vapaasti. Kts. alla oleva esimerkki Muistokuusikosta.

24/06/02

MUISTOKUUSIKKO



Muistokuusikon origo P0 ja kahdeksan liitospistettä sekä koealan kulmapaaluja (K2, K3, K4) koordinaatit. Liitospisteiden mittaamisen jälkeen on kätevää laatia tällainen peitepiirros käsin. Koordinaatit saa koneesta ulos (näytölle, ja siitä käsin paperille) maastossa editorilla (MNU 2...).

Perusohjelma puuhavaintojen tekemiseen P18 (PRG 18)

Takymetriin voi ohjelmoida (3.1.2, UDS-tiedosto) mittausrutiinin, jossa määritellään, mitä tietoja havainnosta tallennetaan. Näin kullekin pisteelle voidaan antaa muitakin tietoja kuin varsinaisia takymetritietoja, esim. puulaji, d1.3 jne, ja kontrolloida, mitä tietoja / havainto menee muistiin (kuinka paljon dataa mahtuu muistiin riippuu tietueen pituudesta, siis tall. muuttujien määrästä).

PRG18, puumittausohjelma, on ohjelmoitu takymetrin ohjelmalla PRG40 (3.1.2).

Sillä voi tallentaa seuraavat muuttujat, suluissa muuttujien koodi takymetrissä.

Muuttujat tallentuvat JOB-tiedostoon:

- (i) Pisteen tunnus (Pno, label 5), puun numero, ohjelma kysyy käytt.
- (ii) Pisteen koodi, (-, F91), puulaji/liitospisteen n:o tms. vapaa koodi , kysyy käyttäjältä.

Tässä välissä tehdään tähtäys, mittaus (A/M), ja tallennus (REG)

- (iii) Kojekorkeus (KojK, 3), havainto tallentuu
- (iv) Prismakorkeus (PrKor, 6), ”
- (v) Vaakakulma (VaakK, 7), ”
- (vi) Pystyikulma (PystK, 8), ”
- (vii) Vinkoetäisyys (VinkM, 9), ”
- (viii) X/P-koordinaatti (X, 37), ”
- (ix) Y/I-koordinaatti (Y, 38), ”
- (x) Z/H-koordinaatti (Z, 39), ”
- (xi) Loop Ohjelma palaa kohtaan (i), ellei käyttäjä keskeytä ohjelmaa esim. käynnistämällä perusohjelman PRG0.

Ohjelman voi aloittaa, kun takymetri on saatu orientoitua ja perusohjelma PRG0 käyntiin. Käynnistä PRG 18. Ensin ohjelma kysyy pisteen tunnusta (puun numero, liitospisteen koodi tms.), sitten puulajia (F91), sen jälkeen tehdään tähtäys ja havainto painamalla A/M. Tallennus tapahtuu vasta, kun on painettu REG. Jollei REG:iä paina, ei havainto jää talteen!

Pisteen numeroa muutettaessa takymetri kysyy, haluaako käyttäjä luvun kasvan/pienenevän seur. kertaa varten.

Kaavat koordinaattien laskentaan raakahavainnoista (kulmat ja vinomatka)

Takymetri laskee näillä kaavoilla koordinaatit X,Y,Z (muuttujat 37,38 ja 39). Jos JOB-tiedostoon tallennetaan raaka-havainnot, kuten ohjelmassa PRG18, voi laskennat toistaa esim. Excelillä (raakahavainnot tarvitaan puiden paikannuksessa, kun prismaa ei saada puun syntypisteeseen).

Yleinen muunnos goneista \Rightarrow radiaaneiksi : $\pi()/200 \times \text{kulma}$

Kohdekoordinaatit (vas. kätinen koordinaatisto) saadaan

$$X = \cos(\text{Vaakakulma}) \cdot \cos(\text{Pystykulma}) \cdot \text{Vinomitta} + X_0$$

$$Y = \sin(\text{Vaakakulma}) \cdot \cos(\text{Pystykulma}) \cdot \text{Vinomitta} + Y_0$$

$$Z = \sin(\text{Pystykulma}) \cdot \text{Vinomitta} + (\text{Kojekork-Prismakork}) + Z_0$$

kun kulmat on laskettu alkuperäisistä [gon] havainnoista:

$$\text{Vaakakulma [rad]} = \pi()/200 \cdot \text{Vaakakulma [gon]}$$

$$\text{Pystykulma [rad]} = \pi()/2 - \pi()/200 \cdot \text{Pystykulma [gon]}$$

Pystykulma muunnetaan s.e. 0 radiaania vastaa vaakatasoa, positiiviset kulmat vastaavat ylös tähtäystä ja negatiiviset alaviistoon. Kaavojen $\pi()$ vastaa piitä, 3.141593...

On siis tiedettävä konepisteen koordinaatit, jolta havainnot on tehty (X_0, Y_0, Z_0).

Puun syntypisteen paikan laskeminen, kun prisma 1.3 m rinnankorkeudella puun kyljessä

Oletus: prisma puun ja takymetrin välissä.

- Etäisyyteen (Vinomitta) lisätään läpimitta / 2 eli $d / 2$

$$X = \cos(\text{Vaakakulma}) \cdot \cos(\text{Pystyikulma}) \cdot (\text{Vinomitta} + d / 2) + X_0$$

$$Y = \sin(\text{Vaakakulma}) \cdot \cos(\text{Pystyikulma}) \cdot (\text{Vinomitta} + d / 2) + Y_0$$

$$Z = \sin(\text{Pystyikulma}) \cdot (\text{Vinomitta} + d / 2) + (\text{Kojekork} - \text{Prismakork}) + Z_0$$

kun kulmat on laskettu alkuperäisistä [gon] havainnoista:

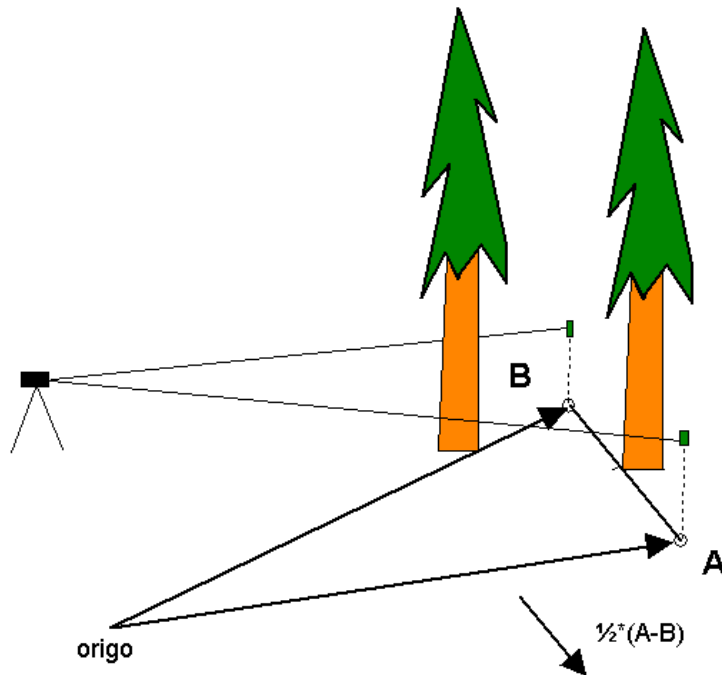
$$\text{Vaakakulma [rad]} = \pi() / 200 \cdot \text{Vaakakulma [gon]}$$

$$\text{Pystyikulma [rad]} = \pi() / 2 - \pi() / 200 \cdot \text{Pystyikulma [gon]}$$

Kts. tiedostoa muistokuusikko.xls

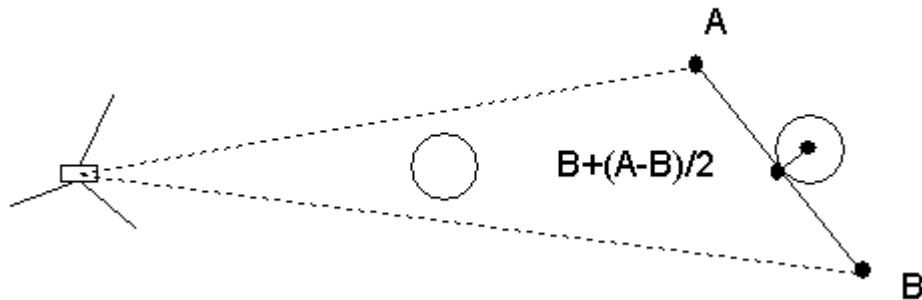
Katveeseen jäävän puun syntypisteen paikantaminen

Mitataan kahtena havaintona asettamalla prisma johonkin korkeuteen sauvaansa jollekin etäisyydelle puun kahdelle puolelle 'virtuaalitangon' päihin.

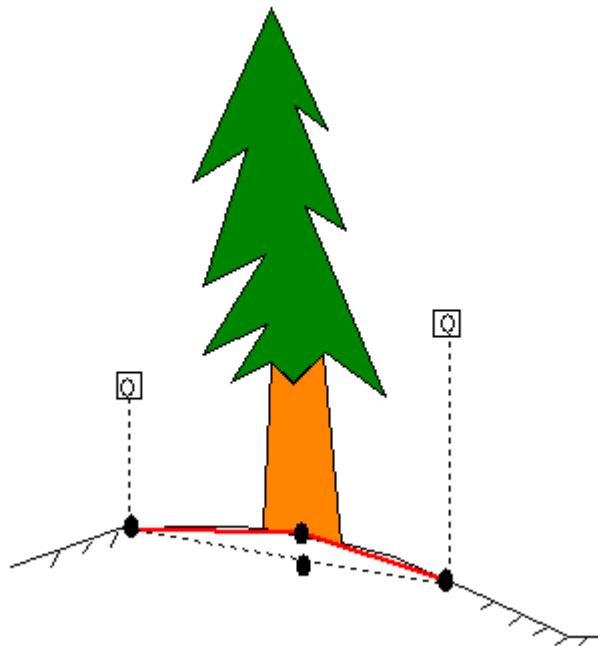


Puun eteen, sen tyvelle (syntypisteen kork., jos mahd.), asetetaan mielivaltaisen mittainen suora 'virtuaalitanko' (voi olla ihan oikeakin), siten että tangon puoliväli on puun keskipisteen ja takymetrin välisellä linjalla. Havainnot pisteisiin A/B otetaan asettamalla prisma sauvan päähän ja laittamalla sauva pisteisiin A ja B maassa. Prismakorkeus pitää kertoa koneelle. Ensimmäistä havaintoa kutsutaan A ja toista B-havainnoksi. Puun numeroiksi takymetrissä annetaan esim. A38 ja B38. Virtuaalitanko voi olla kiertynyt puolivälinsä ympäri kolmiulotteisesti, kunhan 'tangon' puoliväli on puun edessä keskipisteen ja takymetrin tähtäyslinjan kohdalla syntypisteen korkeudella.

Pisteille **A** ja **B** saadaan paikat takymetrillä. Kolmiulotteisen erotusvektorin **A-B** puolikas $(\mathbf{A}-\mathbf{B})/2$ lisätään **B**:hen, ja saadaan puun tyven sijainti (piste tyven edessä, 'virtuaalitangon' puolivälissä). Tätä pistettä korjataan laskennallisesti, kun tunnetaan puun paksuus tyvellä (runkokäyrä), ja sen puolikas lisätään tangon XY-normaalien suuntaan (kts kuva alla).

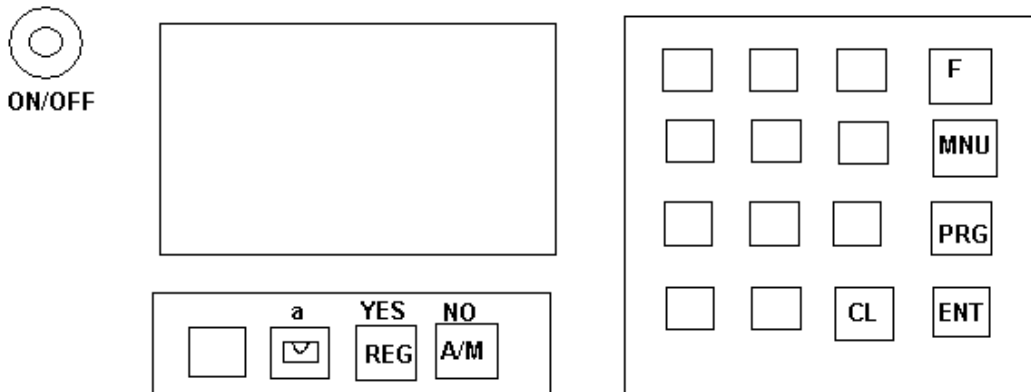


Korjaus lasketaan tangon normaalin suuntaan (tangon ei siis tarvitse olla kohtisuorassa takymetriin nähden, sitä voi kiertää keskipisteensä ympäri). Lintuperspektiivi.



Jos maasto puun ympäristössä on 'kuperaa' tai 'koveraa', siis ei tasomaista, syntyy Z-suunnassa virhe, jos virtuaalitanko 'taittuu', kuten kuvassa. Virhettä voi pienentää valitsemalla suunnan (kiertää 'tanko' puun edessä), jossa maasto olisi mahdollisimman tasomainen eli tanko asettuu maata vasten niin, että keskipiste on myös maassa samalla kuin tangon päätkin. Kupera maanpinta (kuvassa) aiheuttaa syntypisteen siirtymisen 'maan sisään', kovera maanpinta 'nostaa syntypistettä'. Huom! kuten kuvassa, prismojen ei tarvitse olla samalla prismakorkeudella A/B mittauksissa, kunhan prismakorkeuden vaihdon kertoo koneelle (F6). Näkymä takymetrin suunnasta, katveen aih. puu ei kuvassa.

Näppäimistö



ON/OFF	Virta päälle / pois
"Kirje"/a	ASCII-tila päälle/pois, kirjainten tuottaminen, esim. 80 = "P", A (65), B (66), C (67),...,L (76), M (77), N (78), O (79), P (80),...
REG/YES	(i) Mittauksen tallentaminen (asemapisteen määrittys, havainnon taltiointi) ja (ii) ?-kysymysten YES-näppäin.
A/M / NO	(i) Koneen kompensattoritasaus (mittauksen alussa, kun kuplatasaus on tehty ja virat kytketty ja 'elektoriset kuplat' saatu kohdalleen), ja (ii) lasermittauksen ja laskennan käynnistys (kone viheltää merkkinä laserin osumisesta peiliin), ottaa ja laskee, ja näyttää ruudulla havainnon - ei vielä tallenna! (iii) NO-näppäin ?-kysymyksiin.
CL	Clear (merkkien poisto, korjaus)
F	Funktion kutsu, esim. F 3 Kojekorkeuden asettaminen, F 22 Tasauksen ohittaminen (Kompensaattorin asetus), F6 Prismakorkeuden asettaminen.
MNU	Päävalikko (valikosta pois uudelleen näpp. MNU tarpeellinen määrä), reitti asetuksiin, editorin käyttöön (vapaan muistin määrä) jne.
PRG	Ohjelman käynnistys: PRG0 perustila (perusmittaus XYZ), PRG18 puumittaukset (itseohjelmoitu), PRG20 asemapisteen määrittys, PRG40 itse tehtävän ohjelman teko, PRG43 AREA tiedoston luonti ja tiedon syöttö,..
ENT	Enter. Tiedon vahvistaminen (Prismakorkeus, Kojekorkeus, Funktion numero, Puun numero, Puulaji,...) ? -kysymyksiin vastataan YES/NO.

Koneen muisti - JOB ja AREA -tiedostot

Koneessa on vain sisäinen 32 kilotavun muisti. Useassa yhteydessä kone kysyy muistia, johon tietoa halutaan tallentaa tai josta sitä halutaan hakea. Tällöin sisäiseen muistiin viitataan tunnuksella "Imem", tai sen pitää olla päällä "Imen ON" (+Enter). Mitään ulkoista muistia Xmem tai tietokoneyhteyttä RS232 ei voida käyttää. Imem on ainoa käytettävissä oleva muistityyppi.

Puumittausohjelmaa PRG18 käytettäessä, kun painetaan REG-näppäintä mittauksen teon (A/M) jälkeen, menevät havainnot edellä valittuun JOB-tiedostoon. Tiedoston nimet ovat numeroita, esim. 5. Myös orientoinnin/kojepisteen määrittäminen (PRG20) tähtäykset liittopisteisiin, sekä orientoinnin (asemapisteen ratkaisun) tiedot menevät JOB-tiedostoon. Tiedot kirjoitetaan aina tiedoston loppuun, eli viimeiset havainnot löytyvät lopusta.

Esimerkki sekvenssistä JOB-tiedostoa, jossa otettu 4 liittopistehavaintoa pisteisiin L6, L2, L3, ja L7 ja laskettu konepisteen P2 paikka käyttäen ohjelmaa PRG20. Muuttuja "5" on pistenumero, "7" ja "8" ovat vaaka- ja pystykulma ja "9" vinomatka. P2:n sijainti on (-10.773,1.830,-0.268):

5=L6	0=MKK:1.000000
6=1	0=s/1
7=347.0162	45=-0.036
8=100.1899	2=P2
9=5.727	37=-10.773
5=L2	38=1.830
6=1	39=-0.268
7=259.4563	62=
8=105.4080	37=0.000
9=12.730	38=0.000
5=L3	39=0.000
6=1	21=75.8139
7=141.0491	
8=98.1268	
9=14.206	
5=L7	
6=1	
7=75.8638	
8=92.7246	
9=8.080	

Alla esimerkki sekvenssistä heti P2:n määrittelyn jälkeen, jossa on mitattu puita pisteeltä P2 puumittausohjelmalla PRG18. Nyt muuttuja 5 on puun numero, 91 puulaji, 3 kojekorkeus. 6 prismakorkeus (esim. rinnankorkeus), 7-9 kulmat ja vinomatka, 37-39 X,Y,Z koordinaatit.

5=39	91=2
91=2	6=1.200
6=1.300	3=1.300
3=1.300	6=1.200
6=1.300	7=184.5487
7=199.3477	8=100.3487
8=98.6920	9=8.121
9=4.320	37=-18.656
37=-15.093	38=3.781
38=1.874	39=-0.213
39=-0.179	5=B38
5=40	91=2
91=2	3=1.300
3=1.300	6=1.200
6=1.300	7=167.2869
7=147.7753	8=98.1180
8=92.6526	9=7.736
9=3.258	37=-17.507
37=-12.980	38=5.631
38=4.197	39=0.059
39=0.106	
5=A38	

Uusi puu/havainto alkaa aina pisteen numerolla "5=#". Tallennettavat muuttujat on määritelty ohjelmassa PRG18. Puu 38 on mitattu kahdesti A ja B havaintona. Kyse on katvemittauksesta. Prismakorkeus on näille havainnoille vaihdettu 1.2 metriin. Huom! jos kesken ohjelmaa antaa prismakorkeuden (muuttaa sitä) tai kojekorkeutta, kirjautuu se kahteen kertaan samalle puulle, vrt. esim. puita 39 ja 40. Kun *.job dataa käsittelee Word/Excelissä, tulee nämä ylimääräiset havainnot poistaa, jotta samat muuttujat eri havaintoja koskien saa omiin sarakkeisiinsa.

Asema/Liitospiste/Origo -tiedot sijaitsevat (tallennetaan/tallentuvat) AREA-tiedostossa. Sinne niitä tallennetaan PRG43-ohjelmalla, niitä voi katsella editorilla (MNU+2), PRG20-ohjelmaa käytettäessä (asemapisteen määrittäminen), asemapistetiedot tallentuvat AREA-tiedostoon.

15=5	38=13.257
5=P0	39=4.188
37=0	5=L6
38=0	37=-6.924
39=0	38=-2.427
5=L1	39=-0.128
37=50	5=L7
38=0	37=-7.807
39=0	38=9.287
3=2	39=0.801
3=3	5=L8
5=P0	37=15.733
37=0	38=9.760
38=0	39=1.422
39=0	5=P1
5=L1	37=-10.776
37=27.959	38=1.822
38=0	46=0.005
39=2.491	39=-0.277
5=L2	0=S_devZ:0.005
37=-18.309	5=P2
38=-8.380	37=-10.773
39=-1.195	38=1.830
5=L3	46=0.015
37=-19.301	39=-0.268
38=13.221	0=S_devZ:0.013
39=0.328	5=P3
5=L4	37=-10.800
37=19.606	38=1.833
38=21.000	46=0.040
39=1.592	39=-0.283
5=L5	0=S_devZ:0.010
37=39.998	

Yllä Muistokuusikon 5.are tiedosto (26/6/02). Valmistelevana työnä on PRG43-ohjelmalla tallennettu P0 ja L1:n koordinaatit (**boldattu**). Asemapisteeksi on valittu P0 (tunnettu, PRG20), josta on osoitettu L1:n suunta (ei tallennusta, siksi puuttuu) ja saatu koordinaatisto aikaiseksi. Sen jälkeen on mitattu ja tallennettu apupisteiden L1,L2,...,L8 koordinaatit. Tämän jälkeen kone on asemoitu pisteille P1, P2 ja P3. Muuttuja 46 kertoo vapaan asemapisteen määrittäksen XY-keskihajonnan, ja S_devZ Z:n keskihajonnan.

Datan purku ja muunto Excel-muotoon

Ladataan jonkun aikaa pientä akkua, jonka varassa laite on purettaessa.

Tietokoneeseen on asennettu Geotool-ohjelma. Takymetri laitetaan pöydälle, virrat päälle ja kompensattori/tasaus ohitetaan (F22, Komp = 0) toiminnolla. Käynnistetään perusohjelma P0 käymällä läpi sen neljä peruskysymystä (lämpötila,...,suunta).

Kytetään kaapelit tietokoneen COM-porttiin (se voi jäädä siihen seur. purkua varten) ja TAKYM. -merkattu 9-pin DIN liitin takymetriin. Geotool ohjelmassa annetaan komento Transfer | Receive from Data Collector. Aseta hakemistopolku (Browse), esim. "C:\HYDE\TAKY\KOEALA2\", hae ensin vaikka job-tiedostot (file type), klikkaa receive, ja avautuu lista tiedostoista takymetrissä. Valitse oikea(t) ja klikkaa Receive. Vastaavasti area-tiedostot.

JOB-tiedostoista syntyy kaksi versiota **.raw ja .job. .job sopii paremmin jatkokäsittelyyn. AREA-tiedostosta (*.are) löytyvät liitospisteet ja asemapaikat s.dev -tietoineen.**

Avaa job-tiedosto Notepad'iin. Kopioi kaikki yhdeltä kojepisteeltä mitatut havainnot Wordiin. Ensin korvataan kaikki pakolliset rivinvaihdot (paragraph marks) pilkuilla, jotta saadaan muuttujien väliin erotin (pilku). Edit | Replace | Find what: **^p**, Replace with: **,** | Replace All. Sen jälkeen etsitään kohdat, joista alkaa uusi havainto, eli pistenumero. Sen koodi on "5 =". Jälleen etsi/korvaa -toiminnolla etsitään kaikki sekvenssit 5= ja korvataan ne ^p5= , eli laitetaan rivinvaihto ennen uutta havaintoa. Saatu data kopioidaan Exceliin, ja parsataan siellä sarakkeisiin, käyttäen erottimena pilkkua ja "=" -merkkiä (toiminto Data | Text To Columns | Delimited ...). Excelissä tarkistetaan data, jos jollakin rivillä on ylimääräistä (esim. prismakorkeus kahdesti), poistetaan siltä riviltä tämä toisto, jotta saadaan samat muuttujat samoihin sarakkeisiin. Sen jälkeen deletoidaan Takymetrin muuttujatunnukset (sarakkeet) (5 = pisteno, 37=X, 38=Y jne.), jotta jäljelle jää haluttu data (kts. mallia muistokuusikko.xls).

JOB - ja AREA tiedostojen poisto takymetristä

GEOTOOL-ohjelmassa valitaan Transfer | Instrument Directory / delete files.

Huom. Tuhoa, vasta, kun olet varma, että tiedonsirto on onnistunut, eli kaikki havainnot on saatu JOB ja ARE-tiedostoihin, ja niistä on varmuuskopiot.

Myös takymetrin editoria käyttäen voi tuhota JOB ja AREA tiedostoja. Kts. ohje 3.2.1.-3.2.5.