

INSTRUCTIE VOOR HET DETAILMETEN MET HET SYSTEEM FINITOR



©Basten Software

Inhoudsopgave

Inleiding.....	4
Hoofdstuk 1 Algemeen	6
Hoofdstuk 2 De grondslag	12
De standplaats	13
De oriëntering	15
Hoofdstuk 3 De hoogtetrack.....	18
Hoofdstuk 4 De detailmeting.....	23
Hoofdstuk 5 Lijnen, rechthoeken, bogen en cirkels....	25
Lijnen.....	25
Rechthoek	26
Boog.....	26
Cirkel:	27
Hoofdstuk 6 Blocks.....	29
Hoofdstuk 7 Excentriciteit en Constructie	32
Hoofdstuk 8 Efficiënt meten.....	37
Hoofdstuk 9 Profielen	40
Hoofdstuk 10 Toelichting op enkele Tools.....	44
Snijding van lijnen	44
Regressie.....	44
Transformatie.....	45
Aanhangsels	47
Appendix I: Overzicht Laagcodes en Tekencodes lijnen.....	47
Appendix II: Overzicht Rekencodes	49
Appendix III: Overzicht van Blockcodes.....	51
Appendix IV: Overzicht van bestandsextensies	53
Appendix V: Cardanisch.....	55

Figuur 1: De kringmeting, bovenaanzicht	14
Figuur 2: Veelhoek met aansluiting op 501-500 en 504-505	15
Figuur 3: Zijaanzicht hoogtemeting voor de hoogtetrack	19
Figuur 4: Zijaanzicht hoogtemeting van maaiveldpunten	20
Figuur 5: Het meten van een boog	28
Figuur 6: Effecten van de toegepaste schaal op objecten	30
Figuur 7: Constructievoorbeeld bij het meten van een portiek	34
Figuur 8: Het gebruik van dubbelcodes om efficiënt te werken.....	38

©Basten Landmeetkunde; Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt worden in enige vorm hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteur.

Inleiding

Het systeem Finitor is ontworpen om een plattegrond van een terrein te maken. De plattegrond is de afbeelding van objecten zoals gebouwen, putten, bomen, hekken.

Het systeem werkt volgens de landmeetkundige methode en garandeert een hoge nauwkeurigheid en betrouwbaarheid. Als meetinstrument wordt een GPS-ontvanger of een tachymeter gebruikt. Er is geen schets- of notitieboek nodig.

Het meten is een combinatie van waarneming en data-invoer. De waarneming gebeurt volgens de landmeetkundige standaardmethode terwijl de data-invoer sterk afhankelijk is van de informatie die de opdrachtgever op de plattegrond wil zien. Zo zal de ene opdrachtgever de bomen alleen als rondje op de tekening willen zien, terwijl de andere ook wil zien hoe dik de boom is. Hoe meer informatie er ingevoerd moet worden des te meer zal er bedieningsgemak en efficiëntie vereist worden. Het systeem Finitor voldoet in combinatie met het gelijknamige verwerkingssysteem aan die eis.

Het meten volgens dit systeem heeft het volgende resultaat:

- De meting kan zonder nadere bewerking door de computer tot een tekening gevormd worden.
- De lijnen in de tekening sluiten precies op elkaar aan, zodat oppervlaktes en lengtes berekend kunnen worden.
- Hoogten en maten zijn betrouwbaar omdat de standplaats gecontroleerd is.
- De tekening wordt gedetailleerd zonder onoverzichtelijk te worden.

In deze handleiding wordt de opnamemethode uitgewerkt. Er is gekozen voor uitleg aan de hand van één type registratieformaat (gsi). De gebruikte terminologie is niet gestandaardiseerd en kan voor elk type anders zijn.

We behandelen het maken van de grondslag, de hoogtetrack, de detailmeting en de profielen. In de detailmeting gebruiken we: blocks, lijnen (als polylijn, rechthoek, boog of cirkel) met constructies in verschillende combinaties. Lijnen en blocks die met hoogte gemeten zijn kunnen in een 3D-model weergegeven worden.

Het verwerkingsprogramma bevat diverse coördinaatberekeningen (in Tools) die ook voor niet-landmeters nuttig kunnen zijn.

Hoofdstuk 1 Algemeen

We gaan er bij deze handleiding vanuit dat men basiskennis heeft van het landmeten en waterpassen.

Definities:

- ALL: het meten en registreren (vaak met toets ALL) van de hoeken en de afstand, of coördinaten, van een punt, met gelijktijdige toevoeging van extra informatie (5 codevelden). De registratie gebeurt intern in het instrumentbestand. Voorafgaand aan ALL staat de tachymeter nauwkeurig met de kruisdraden op het prisma gericht.
- Centreren: het precies verticaal plaatsen van een instrument boven een gemarkeerd punt.
- Constructie: het meetkundig bijmeten van een punt door middel van een meetband. Een constructie is bijvoorbeeld de volgende opdracht: ga aan het eind van lijn 1 naar links, 80 cm (de maat) loodrecht op lijn 1. Dat geconstrueerde punt krijgt een eigen volgnummer.
- Coördinaten: de ligging van een punt ten opzichte van gekozen assen. Met coördinaten wordt een punt op een tekening vastgelegd. Bij een lokaal project mag men het stelsel van x- en y-as zelf kiezen. Men kan de coördinaten ook uitdrukken in het rijkdriehoekstelsel na aansluiting aan bekende punten in dit stelsel. De eenheid is de meter. Het decimale scheidingsteken is de . (punt)
- Grondslag: het stelsel van punten dat als basis dient voor de tachymetrische detailmeting.

- Kaart: de op papier of scherm zichtbare gemeten punten, lijnen en objecten. Andere benamingen zijn: grafische presentatie, tekening of plattegrond.
- Laagcode (LC): de code, bestaande uit 2 tekens (cijfers of letters), die aangeeft op welke laag (ook legger of layer genoemd) de lijn in de tekening terecht moet komen. Laag 01 kan bijvoorbeeld een keuze zijn voor een gebouw, 02 voor infrastructuur, 03 voor een heg, 04 voor straatverharding, 44 voor stoepjes. Elke laag kan een eigen kleur en lijntype hebben. De lagen 01-09 hebben al voorlopige eigenschappen. Zo is bijvoorbeeld een lijn op laag 01 rood. De invulvolgorde is van belang. Laag A5 bijv. is niet gelijk aan laag 5A. Met een conversielijst kan die benaming veranderd worden.
- Oriëntering: de horizontale tachymeterrichting naar een bekend punt als referentie. Alle gemeten richtingen worden gerekend vanaf deze referentierichting.
- Projectmap: in de projectmap worden alle bestanden die bij hetzelfde project horen opgeborgen.
- REC: met een registratietoets (bijv. een toets REC) op de tachymeter of GPS ontvanger wordt de ingetypte informatie met een waarneming weggeschreven naar het interne instrumentbestand. Zo kunnen constructies vastgelegd worden door alleen intikken, zonder verder te hoeven richten en meten. Dan is de loze waarneming slechts nodig voor de vorm van het formaat. Enkel een code opslaan kan niet.
- RECMASK: de manier en volgorde waarop de codevelden en meetgegevens in het instrumentbestand worden vastgelegd.

- Rekencode (RC): de code die aangeeft hoe het programma de positie van een punt moet berekenen. Code 55 betekent: rechtstreeks meten op het prisma als puntpositie. Andere “vijftigers” betekenen dat de puntpositie excentrisch van het prisma is. De excentriciteitscode is voor het gemak volgens de pijltjes op het toetsenbord gekozen. Dus 54 is links en 56 is rechts, 58 is van de tachymeter af en 52 is naar de tachymeter toe.
- Tachymeter- of GPS-bestand: het instrumentbestand waarin de opnamegegevens worden geregistreerd. Kies een duidelijke naam voor het project en geef volgnummers voor de verschillende bestanden die bij dat project horen. Bijvoorbeeld project1.gsi en project2.gsi. Met meetgegevens van de tachymeter bedoelen we hoeken en afstanden. Als met de tachymeter in coördinaten wordt gemeten is de verwerking hetzelfde als bij de GPS-opname. Veel controle valt dan weg.
- Tekencode (TC): de code (2 cijfers of letters) die aangeeft wat er getekend wordt: een lijn, een object (als symbool) of een profiel.
- Track of trek: een ketting van aaneengesloten hoogtemerken, die de basis vormen voor het meten van de juiste hoogten van alle detailpunten vanuit de verschillende standplaatsen. Een track heeft een in hoogte bekend begin en eind.
- Uitgifteschaal: de schaal waarop de signatuur gepresenteerd wordt. Het betreft alleen de grootte van tekst, blocks, lijntype. De maten en coördinaten zijn onafhankelijk van die schaal.

- Waarneming: het precies richten op het te meten punt en het aflezen van de horizontale hoek (**H_z**), de verticale hoek (**V**) en de meting van de schuine afstand (we gebruiken hier **SD** van Slope Distance). Die meetwaarden worden aan een punt toegekend en geregistreerd. De computer berekent met deze gegevens de coördinaten, mits de standplaats bekend is. We gebruiken meestal de waarnemingen uit de tachymeter en niet de coördinaten. Een landmeter beoordeelt eerst het geheel van waarnemingen, voordat hij ze verwerkt tot coördinaten.

De waarnemingen worden vastgelegd in een formaat dat afhankelijk is van het type instrument. Hoewel het importeren van diverse bestandsformaten mogelijk is, gaan we uit van het bestand in GSI formaat als voorbeeld. De extensie van dat bestand is GSI.

De naamgeving voor het bestand is gebonden aan bepaalde regels. De naam bestaat uit alfanumerieke karakters met op het eind een volgnummer, bijvoorbeeld “project01.gsi“. De waarnemingen die bij elkaar horen (per dag of per locatie) staan in een eigen bestand. Het tachymeter- of GPS-bestand wordt bij het uitlezen en importeren in Finitor toegevoegd aan de verzamelmap, de projectmap. De bestanden zonder volgnummer in de map staan ten dienste van de gezamenlijke berekeningen; zo is er het bestand voor de verzamelde grondslag, bij het genoemde voorbeeld is dat “project.cfp“.

Elk instrumentbestand moet een op zichzelf staand compleet waarnemingenbestand zijn. Dat wil zeggen dat de x, y, z van elk tachymetrisch punt berekend moet kunnen worden zonder gegevens uit een ander waarnemingenbestand. De x y grondslag moet door het programma berekend kunnen worden of moet al bekend zijn. De standaard rekenmogelijkheden zijn: kringmeting en polygoonmeting, al dan niet aangesloten aan 2 bekende punten. De sluitfout wordt vereffend volgens methode I. Voor de z moet er gemeten worden in een in hoogte aangesloten track. De hoogteberekening gaat steeds langs een enkele track, zonder tussentijdse knooppunten.

Aan elke waarneming worden gegevens toegevoegd. Die bestaan uit een puntnummer en vijf codes. De codes kunnen in het scherm van de tachymeter op verschillende regels staan om het overzichtelijk te maken. In het meetbestand komen de vijf codes in vijf velden in één rij samen met de waarnemingen te staan. Het is alleen zinvol om gegevens te registreren die automatisch verwerkt kunnen worden. In de tabellen in de appendix staan de toegestane codes.

In deze handleiding worden diverse coderingen doorgenomen aan de hand van een voorbeeld. De verwerking lukt alleen met geldige code. De gegevens uit het instrumentbestand worden op een PC door het rekenprogramma tot een DXF bestand gevormd. Een DXF bestand is een voor CAD programma's leesbare digitale tekening.

Nogmaals: Elke regel in het meetbestand (*.mes) moet bestaan uit een puntnummer, gevolgd door vijf codevelden en een waarneming. De tachymeterwaarneming bestaat uit de horizontale hoek Hz, de verticale hoek V en de schuine afstand SD of uit x, y, z. De GPS-waarneming bestaat uit de x, y, z waarden.

De vijf codevelden hebben de volgende betekenis:

- Codeveld 1 is de tekencode (TC) voor een punt (symbool, lijn of profiel signatuur)
- Codeveld 2 is de laagcode (LC) , ook wel layer of legger genoemd
- Codeveld 3 is de rekencode (RC) voor de coördinaatberekening
- Codeveld 4 is de maat (Maat) voor de berekening die in codeveld 3 is aangegeven
- Codeveld 5 is de verwijzing (Verwijs) naar het puntnummer of profielnummer. Een uitzondering is er bij de opname met tekencode 90 of 60. Codeveld 5 dient bij tekencode 90 als tekst voor het blockbijschrift. Bij tekencode 60 (boom) kan in codeveld 5 de diameter van de stam en van de krans worden ingevuld (in cm, gescheiden door .). Het block 90 komt in de dxf op de laag die is opgegeven als laagcode (LC)

Het meetbestand (*.mes), dat de juiste regelindeling en de juiste codering heeft, kan vervolgens worden omgezet naar een rekenbestand (*.cal).

De omzetting van het meetbestand naar het rekenbestand gebeurt met een controle op de ingevulde codering. Ten behoeve van de toegepaste constructies worden soms automatisch hulpregels toegevoegd. Eventuele fouten in de codering kunnen dan ook het beste in het meetbestand hersteld worden. De controle tijdens de omzetting van het meetbestand naar het rekenbestand geeft dan uitsluitend of het herstel goed geweest is. De hulpregels bij constructies worden dan ook weer op de juiste manier toegevoegd.

Cal bestanden kunnen samengevoegd worden, door aan het openstaande cal-bestand een ander cal-bestand toe te voegen. Daarbij moet dubbele puntnummering voorkomen worden omdat de verwijzingsnummers anders niet meer eenduidig zijn. Een GPS cal- bestand kan niet toegevoegd worden aan een tachymeterbestand, tenzij het tachymeterbestand ook rechtstreeks in coördinaten is gemeten. De regelopbouw moet in de verschillende bestanden hetzelfde zijn. De eventueel toegepaste lijnvergroting moet ook hetzelfde zijn.

Hoofdstuk 2 De grondslag

De grondslag is de basis voor de meetkundige plaatsbepaling van de tachymetrische detailpunten. Voor de GPS-opname is de grondslagberekening niet van toepassing. GPS-punten kunnen wel als hulpgrondslag voor later dienen. Dit hoofdstuk gaat verder alleen over tachymetrische waarnemingen. Als de grondslag niet goed is, zijn alle metingen die daarna gedaan zijn vanzelfsprekend ook niet goed. Men moet dus zeker weten dat de grondslag foutloos is en ook de vereiste nauwkeurigheid heeft. Bij een uitgebreide meting wordt er onderscheid gemaakt tussen hoofdgrondslag en hulpgrondslag. De hoofdgrondslag wordt berekend en de resultaten ervan blijven onveranderlijk dienen als uitgangspunt voor de hulpgrondslag. De hoofdgrondslag moet daartoe in stand blijven en hergebruikt kunnen worden. Het deugdelijk verzekeren en markeren van de standplaatsen om ze te kunnen terugvinden is noodzakelijk.

We kunnen drie typen grondslag onderscheiden:

- kring (op elk knikpunt van de kring een opstelling). Het is de mooiste en eenvoudigste keuze voor een grondslag voor een locale meting. De locale grondslag kan vervolgens getransformeerd worden naar een bekende grondslag.
- veelhoek (polygoon). Het is een open meetkundige figuur beginnend op een bekend punt met oriëntering op een ander bekend punt en eindigend op een derde bekend punt met daar ook weer een oriëntering op een vierde bekend punt.
- excentrische opstelling. Het is een vrije opstelling ten opzichte van twee of drie bekende grondslagpunten.

De terreinomstandigheden kunnen soms een tweezijdig aangesloten veelhoek verhinderen. De dan toegepaste enkelzijdige aansluiting is ongecontroleerd. Het is verstandig om de verkregen coördinaten op een of andere manier toch te controleren.

Om te kunnen bepalen wat de gunstigste vorm is voor de grondslagveelhoek moeten we een overzicht hebben van het te meten gebied. We streven naar een symmetrische figuur met gelijke zijden die het terrein omvat. We verdichten de grondslag zo nodig van buiten naar binnen. Behalve aan de meetkundige eis moet een standplaats aan meer voorwaarden voldoen:

- vrij toegankelijk, goed bereikbaar en veilig
- goede onderlinge zichtbaarheid met andere standplaatsen
- alle details en profielen goed te zien
- de hoogtemerken rechtstreeks te zien
- zo min mogelijk storing door omgevingsinvloeden
- later kunnen terugvinden en gebruiken

De standplaats

Als we op een standplaats opgesteld staan geven we éérs op (door een registratie) dát we op een standplaats staan en welk nummer die standplaats heeft. Hoewel het niet nodig is kan het handig zijn om in een schets de nummering bij te houden. Het helpt de systematiek te bevorderen en geeft de mogelijkheid opmerkingen toe te voegen.

Schrijf het nummer ook op een piket bij de standplaats zelf.

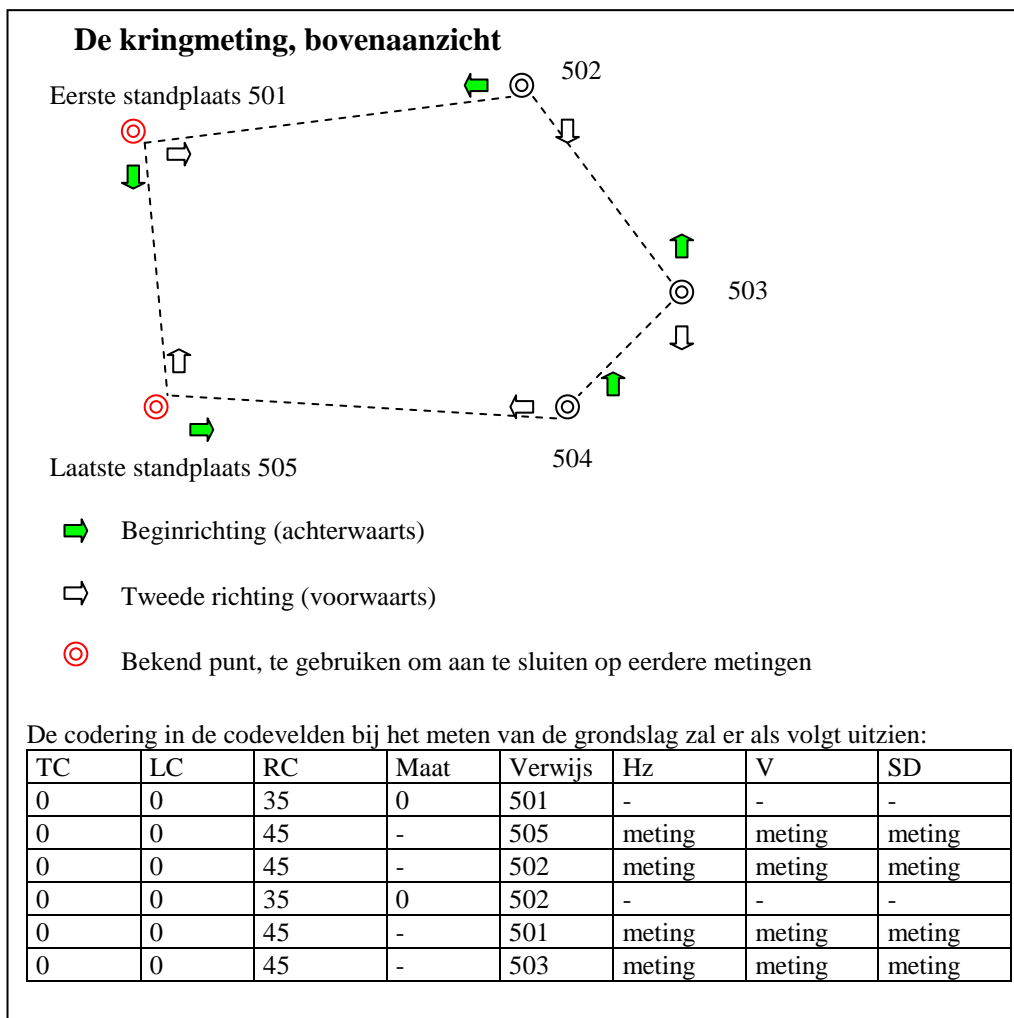
We voeren eerst de code (35) in voor een nieuwe standplaats met de volgende regel:

```
TC 0 [enter]LC 0 [enter] RC 35 [enter] Maat 0 [enter]Verwijs 501 [enter][REC]
```

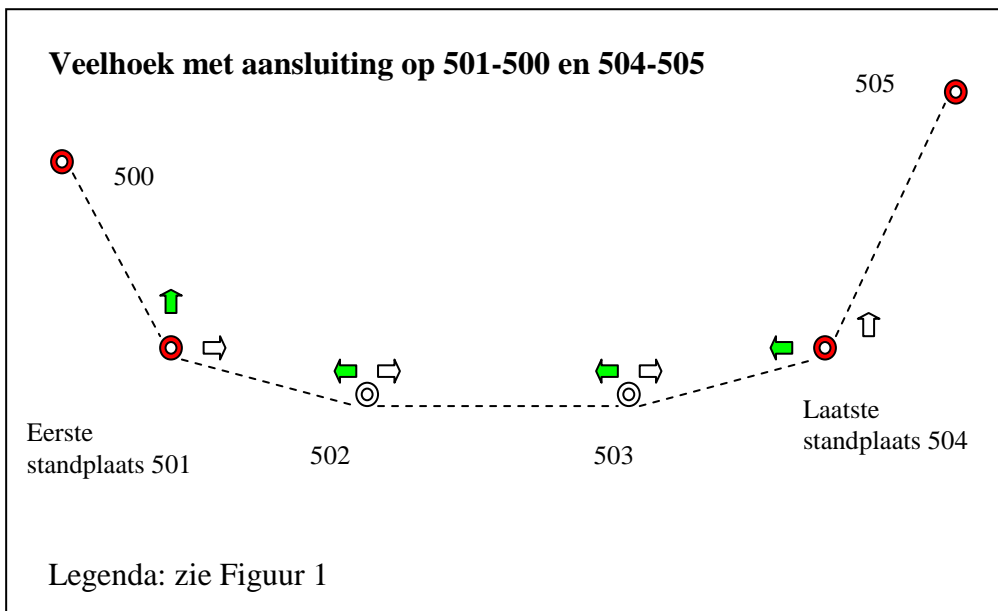
Het standplaatsnummer, in het voorbeeld 501, wordt in Verwijs ingevuld. Het nummer mag uit maximaal 12 cijfers bestaan.

Met REC (of ALL) worden die codes samen met een waarneming in het juiste formaat geregistreerd. De waarneming op zichzelf is niet van belang. Het gaat er alleen om om een nieuwe opstelling aan te geven. Voor de hele meting geldt dat de volgorde van de regels een consequente opbouw moet hebben. Zo is het niet mogelijk om achteraf pas de standplaatsvermelding in te voeren. De ingevulde waarde in Maat is de maat tussen de vizierlijn (instrumenthoogte) en

het grondslagpunt. Met die maat wordt de hoogte van het grondslagpunt berekend, tenzij de maat 0 is. De waarde wordt vermeld in de dxflog van de topografieberekening. Zie figuur 1 en figuur 2 als voorbeeld.



Figuur 1: De kringmeting, bovenaanzicht



Figuur 2: Veelhoek met aansluiting op 501-500 en 504-505

De oriëntering

Na het invoeren van de standplaats bepalen we de oriëntering. We zetten daarmee de gradenboog van de tachymeter voor de komende metingen vast. We kiezen het richtprisma, richten daarop en houden die richting vast. Met rekencode 45 geven we aan dat het om een oriëntering vanuit de zojuist ingevoerde standplaats gaat.

TC 0 [enter] LC 0 [enter] RC 45 [enter] Maat 0 [enter] Verwijs 500 [enter]

Met ALL wordt de oriëntering vastgelegd. Het bijbehorende nummer van het richtpunt wordt ingevuld bij *Verwijs*. De maat in *Maat* is niet van belang. Een correctie via een maat is niet mogelijk.

Bij opeenvolgende standplaatsen nemen we altijd de vorige standplaats als eerste richting (achterwaartse richting), de volgende standplaats als tweede richting (voorwaartse richting).

TC 0 [enter] LC 0 [enter] RC 45 [enter] Maat 0 [enter] Verwijs 502 [enter] ALL

Dat is een noodzakelijke voorwaarde voor de automatische grondslagberekening. Staan we op het eind van een polygoon zonder afsluitrichting, dan moet er voor de vorm nog een tweede keer op de achterwaartse richting gemeten worden, als ware dat een voorwaartse richting. In dat geval is er dus geen onafhankelijke richtingcontrole. Is er wel een afsluitrichting als tweede richting, dan moet weer eerst het nummer van die richting in codeveld *Verwijs* ingevuld worden. Na het richten wordt weer met ALL daadwerkelijk gemeten. Als we meten in kijkerstand 2 is de rekencode 46 i.p.v. 45. Er moet overigens altijd eerst met code 45 gemeten worden, zowel achterwaarts als voorwaarts. Voor de berekening is het meten in kijkerstand 2 alleen zinvol, als er op alle punten van de polygoon in kijkerstand 2 gemeten wordt. De achterwaartse richting moet ook in geval van 46 steeds als eerste gemeten worden. Met code 47 kan tussendoor nog een eerder gemeten richting gecontroleerd worden. De waarnemingsverschillen worden, louter informatief, in een logbestand vermeld. Code 47 kan ook gebruikt worden om de collimatie- en indexfout vast te leggen. Andere zichtbare en bekende grondslagpunten kunnen ter controle gemeten worden met code 49. Een nieuw (hulp)punt kan gemeten worden met code 48. Dat punt wordt met de hulpgrondslagberekening bepaald, als tenminste de hoofdgrondslag al bekend is. Het punt wordt toegevoegd aan de bestaande grondslag. Bij code 48 kan er een maat (prismahoogte) in codeveld 4 opgegeven worden. Dat heeft alleen zin als de instrumenthoogte al bepaald is. De z-waarde voor het nieuwe grondslagpunt komt dan in het cfp-bestand, niet in het chp-bestand. De derde mogelijkheid tot positiebepaling van een grondslagpunt is via de zogenoemde vrije standplaats. Er moeten twee al bekende

grondslagpunten te meten zijn. Die punten moeten behalve in richting bij voorkeur ook allebei in afstand gemeten worden.

De dichtstbijzijnde afstand mag in elk geval niet ontbreken. De standplaatscodering (RC) voor een vrije standplaats is 39, voor de bijbehorende richtingen is de rekencode 45 (eventueel ook nog te meten met rekencode 46 in kijkerstand 2). Ter controle kan de eerste gemeten 49-er ook nog meegenomen worden in de berekening.

Onder “Bewerken” zit de mogelijkheid tot 2D-transformatie. De grondslag wordt inwendig onvervormd ingepast in een bestaande grondslag. Deze homogene transformatie gebeurt via de methode van de kleinste kwadraten. De bestaande grondslag kan vanuit .coo- of .txt-formaat geïmporteerd en opgeslagen worden in .cfp-formaat. Voor de inpassing kunnen de corresponderende punten aangeklikt worden.

Als de twee richtingen zijn geregistreerd ligt het coördinatensysteem van de tachymeter vast. Uitgaande van de coördinaten en de oriëntering van de standplaats en de drie meetwaarden (Hz, V en SD) worden alle volgende punten vastgelegd. Deze manier van bepalen noemt men wel de voerstraalmethode.

De oriënteringsafstand dient voldoende groot te zijn in verhouding tot de afstand van de detailpunten. Als een oriënteringsafstand erg klein is, wat vaak het geval is bij een excentrische opstelling, dan is het beter de betreffende regel even af te zetten en een andere regel met een verre richting te gebruiken. Dat zou een controlerichting (RC 49 veranderen in 45) kunnen zijn. Een verdubbeling van de verre richting (invvoegen regel) kan ook.

De grondslagberekening levert bestanden die door MOVE ingelezen kunnen worden. MOVE maakt een uitgebreid verslag van de kwaliteit van de grondslag. Grondslag uit MOVE kan geïmporteerd worden.

Na de xy-bepaling van de tachymeter kan ook de z bepaald worden.

Hoofdstuk 3 De hoogtetrack

Dit hoofdstuk slaat alleen op tachymetrische waarnemingen. Voor GPS-opname is de hoogtereferentie niet van toepassing. GPS levert bij elk punt al een hoogte.

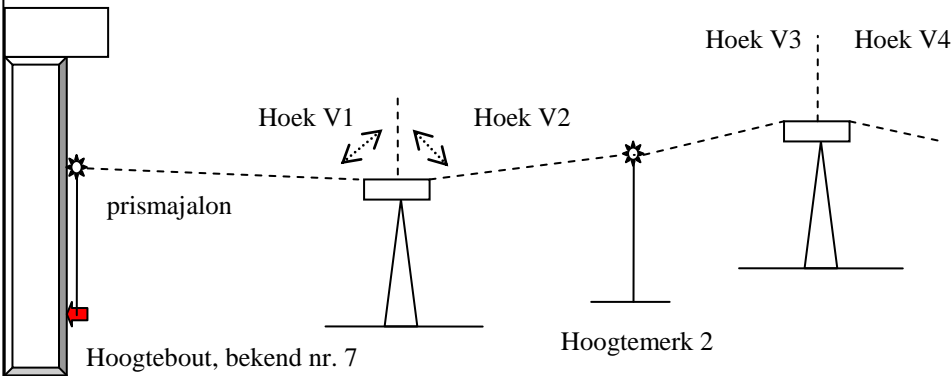
Bij een tachymeteropname willen we vaak tegelijk met de positie (x,y) ook de hoogte (z) van een detailpunt bepalen. Dan is het nodig om een referentie te hebben. Die referentie wordt gevormd door de hoogtemerken, van waaruit we de instrumenthoogte bepalen. De hoogtemerken worden gemeten in een aaneengesloten track.

De voerstraalmethode koppelt de hoogte van de tachymeter aan de hoogte van het prisma en omgekeerd. Het voetpunt van de prismajalon is echter het punt waar het om gaat. Dat punt ligt dus een prismajalonlengte lager dan het prisma zelf. Het aldus aangegeven punt is het referentiepunt en noemen we hoogtemerk. Per standplaats hebben we twee hoogtemerken nodig die we net als de grondslag zorgvuldig kiezen. Een hoogtemerk moet aan de volgende voorwaarden voldoen:

- stabiel, ook over langere tijd (geen losse steen die kan verschuiven)
- gemakkelijk herkenbaar (bijv. de hoek van een put met een markering)
- goed zichtbaar voor de tachymeter vanuit de standplaatsen die het hoogtemerk moeten gebruiken

We meten het hoogtemerk met de volgende codering op (zie figuur 3 en 4):

Zijaanzicht hoogtemeting voor de hoogtetrack

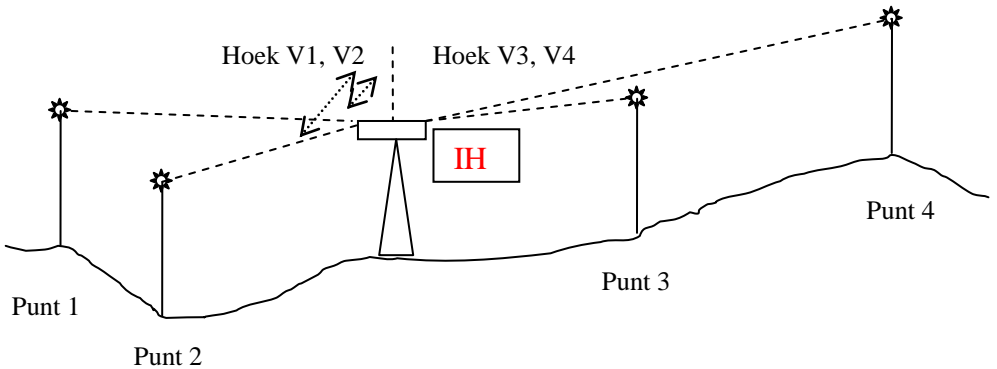


De doorgaande hoogtemerkebepaling wordt als volgt gecodeerd:

standplaats	TC	LC	RC	Maat	Verwijs
501	-	-	-	-	-
achterbaak	0	0	81	1.79	7
voorbaak	0	0	84	1.79	2
	-	-	-	-	-
502	-	-	-	-	-
achterbaak	0	0	88	1.79	2
voorbaak	0	0	84	1.79	3
	-	-	-	-	-

Figuur 3: Zijaanzicht hoogtemeting voor de hoogtetrack

Zijaanzicht hoogtemeting van maaiveldpunten



De maaiveldhoogten worden bekend door het meten van de verticale hoek en de afstand ten opzichte van de instrumenthoogte (IH). Op de kaart komt een rondje met als tekst de hoogte.

Figuur 4: Zijaanzicht hoogtemeting van maaiveldpunten

We nemen eerst de achterbaak, in dit geval bout nr. 7 op. Door het meten van de achterbaak op een bekend hoogtemerk kan de instrumenthoogte berekend worden. De (verplichte) voorbaak hoeft niet meteen direct daarna genomen worden, mag ook achteraf.

Er zijn 4 rekencodes mogelijk.

- 81 betekent achterbaak als begin van een track (onthoud: een van eerste),
- 88 betekent achterbaak in de doorgaande waterpassing (onthoud: acht van achterbaak),
- 84 betekent voorbaak in de doorgaande waterpassing (onthoud: vier van voorbaak),
- 89 betekent voorbaak als afsluiting van de track,

De prismajalonlengte wordt ingevuld in Maat, in meters, bijv. 1.790.

TC 0 [enter] LC 0 [enter] RC 81 [enter] Maat 1.79 [enter] Verwijs 7 [enter] en met ALL meten.

De prismahoogte moet tijdens de hoogtemeting in elke registratie vermeld worden. Houd een vaste prismahoogte aan om fouten te voorkomen. Gebruik alleen als het niet anders kan een afwijkende prismahoogte. Zet na de waarneming voor de veiligheid de standaardwaarde in veld Maat meteen weer terug. Afwijkende prismahoogten worden in het rekenbestand gemerkt (met !) zodat eventuele vergissingen gemakkelijker op te sporen zijn.

Voor elke standplaats wordt de vizierhoogte, ook wel instrumenthoogte genoemd, bepaald door middeling van de hoogte vanuit achter- en voorbaak. De combinatie 88-84 (het meten van achter- voorbaak) mag herhaald worden als de volgorde in de rekencode maar correct is: na 88 (of 81) steeds 84 en zo verder. In kijkerstand II (na kijkerstand I) kan de track op dezelfde manier (codering en nummering) herhaald worden. Een track wordt per kijkerstand verplicht afgesloten met 89. Na 89 kunnen we weer een nieuwe onafhankelijke hoogtetrack starten met 81. Een doorgaande waterpassing, waar de positie van de hoogtemerken niet van belang is, kunnen we uitvoeren met slechts één keer een fictieve standplaats

op te geven. Ook de oriënteringen zijn fictief, slechts voor de vorm. Dat er op dezelfde, fictieve, standplaats verschillende instrumenthoogten zijn, maakt voor de doorrekening van de hoogtemerken niets uit.

Bij de detailmeting wordt de instrumenthoogte steeds opnieuw aan de hand van de laatst gebruikte achterbaak en eerstvolgende voorbaak bepaald.

NB. Soms staat de voorbaak, waarop we de metingen afsluiten, op een voorlopig hoogtemerk en kennen we de werkelijke hoogte niet. We zetten dan tijdens de hoogtemerkberekening een vraagteken als invulling voor de afsluithoogte. Omgekeerd kunnen we ook met een vraagteken beginnen. De resultaten van die hoogtemerkberekening moeten later nog wel gecontroleerd en vereffend worden. Met ControlC en ControlV is de hoogte gemakkelijk aan het hoogtemerkbestand toe te voegen.

De hoogten worden in de uiteindelijke tekening als gewone platte tekst weergegeven, met een rondje (block 99 in CAD) rond de decimaalpunt in het hoogtecijfer. De decimaalpunt geeft de precieze positie van de meting aan en het rondje is bedoeld als herkenning in de tekening. De positie is alleen goed met het lettertype finitor.shx. Deze shx moet dus altijd in de dxf of dwg gebruikt worden.

Hoofdstuk 4 De detailmeting

Als de grondslag gemeten is en de vizierhoogte via de hoogtemerken bepaald is kan de tachymetrische detailmeting beginnen. De detailopname met GPS kan zonder de voorbereidende grondslag en hoogtebepaling beginnen. De codering die betrekking heeft op grondslagpunten of hoogtemerken kan bij GPS-metingen dan ook niet gebruikt worden. Dat laatste geldt ook voor de tachymeter als er in coördinaten gemeten wordt.

Elk punt dat we meten krijgt een eigen nummer. Voor het gemak nummeren we de detailpunten vanaf nummer 1 (niet 0). Als de uitlezing via sortering op het eerste cijfer van het nummer gebeurt, dan kan juist beter met een hoog nummer begonnen worden, bijvoorbeeld bij 10000. Bij meerdere bestanden van hetzelfde project kan de nummering doorlopen. De nummering moet automatisch opgehoogd worden. Punten die we extra herkenbaar willen maken, zouden een individueel afwijkend nummer kunnen krijgen. Als we met tekencode 90 (block 90 in de dxf) in Verwijs een 0 (nul) invullen, dan komt automatisch de tachymeternummering in het block 90 te staan. Vullen we echter iets anders in dan komt die invulling als blockattribuut in block 90 te staan. De nummering van het tachymeterpunt wordt dan programmatisch overschreven door die invulling.

Het is afhankelijk van het bedieningsgemak van de tachymeter en de bedrevenheid van de waarnemer, hoe vaak de bijzondere nummering gebruikt wordt.

We meten als eerste detailpunt bijvoorbeeld een maaiveldhoogte. De codes hiervoor zijn: tekencode 99, laagcode 00, rekencode 85, maat 1.790.

*TC 99 [enter] LC 0 [enter] RC 85 [enter] Maat 1.79 [enter] Verwijs
- [enter] ALL*

Codering die betrekking heeft op de offset kan alleen bij de tachymeter met de voerstraalmethode gebruikt worden. Bij het meten in x, y, z kan het niet, evenmin als met GPS-opname. Het gaat dan om rekencode 51, 52, 54, 56, 58, 59. De constructies (rekencode 71, 72, 74, 76, 78, 79) daarentegen zijn bij x, y, z- en GPS-opname op dezelfde manier mogelijk als bij de tachymeteropname.

Toevoeging van hulpgrondslag is bij elk type meting mogelijk.

De rekencode daarvoor is 48. Welke rekencodes gebruikt kunnen worden is te zien in de appendix.

Nadeel van coördinaatregistraties is, dat de landmeter de sluitfouten zelf in de gaten moet houden. Hij krijgt geen automatisch sluitfoutoverzicht in een log-bestand. Bovendien is herberekening van een coördinatenbestand niet zo eenvoudig als herberekening van een waarnemingenbestand.

Hoofdstuk 5 Lijnen, rechthoeken, bogen en cirkels

Lijnen

Een lijnstuk wordt getekend door 2 gemeten punten die de lijncode hebben. De lijncode wordt met 2 tekens ingevuld in codeveld TC. Een polylijn bestaat uit verbonden lijnstukjes in de volgorde van opname van de punten. Als we met een lijn (bijv. lijn 1) beginnen, dan moeten we ook als eerste het beginpunt meten (tekencode .1). We kunnen niet vooraf al vast wat lijnpunten meten zonder een begin te hebben. De layer waarop de lijn getekend wordt, kan alleen bij het eerste lijnpunt opgegeven worden. Bij de volgende lijnpunten van die lijn blijft de laag hetzelfde. De ingevulde laagcode in codeveld LC wordt dan genegeerd. De vervolgpunten van lijn 1 hebben als tekencode (0)1. De laagcode hoeft, ook als we verspringen naar een andere openstaande lijn, niet meer ingevuld te worden.

Met tekencode -1 wordt het laatste gemeten punt van lijn 1 verbonden met het eerste punt (close) van die lijn in de tekening. De tekencode close wordt opgegeven nadat het laatste lijnpunt ook daadwerkelijk gemeten is. Het kan ook in één dubbelcodering; 01-1. Het stoppen van een lijn hoeft niet opgegeven te worden; als we een lijn met hetzelfde nummer beginnen (weer met .1 bijv.) wordt de eerdere lijn als beëindigd (is niet hetzelfde als gesloten) beschouwd. De lijnen kunnen willekeurig genummerd worden met een cijfer of een letter, in totaal 35 dus. De laagnaam bestaat uit 2 cijfers of letters. De layers 1 tot 9 hebben voorlopig een eigen kleur en lijntype. Zo is layer 1 rood, en zou voor gebouwen kunnen worden gebruikt. Alle cijfer- en lettercombinaties (2 posities) kunnen als layer gebruikt worden. Die layers hebben nog geen eigen kleur of lijntype. Met een conversietabel kunnen layernamen aangepast worden. Boomnamen vullen we in via corresponderende getallen van de boomnamenlijst. De opname van een lijn kan onderbroken worden door de opname van andere punten, zoals een andere lijn of een object. De lijn kan later weer vervolgd worden. Ook het veranderen van standplaats laat de al begonnen lijn voor een vervolg open staan.

Rechthoek

Als we een rechthoek moeten meten, kunnen we volstaan met het meten van drie opeenvolgende hoekpunten. Het programma vereffent de onnauwkeurigheid over de drie haakse punten en construeert een open rechthoek (een U) door aan het eerste punt een zijde toe te voegen. We geven aan dat het om een rechthoek gaat door bij het derde hoekpunt een 4 voor het lijnnummer in te vullen. Een rechthoekige put wordt bijvoorbeeld getekend als lijn p.

De tekencode (in codeveld TC) ziet er dan als volgt uit:

bij het eerste punt: .p

bij het tweede punt: (0)p (de voorzetnul kan weggelaten worden)

bij het derde punt: 4p

De rechthoek kan gesloten worden door de codering 4p-p op het derde punt. Het haaks maken uitgevinkt levert een parallellogram op.

Boog

Een boog (arc) wordt gemeten met drie punten: begin, midden en eind. We gaan hier als voorbeeld even uit van lijn 1.

Het begin van een boog kan het vervolg zijn op een rechte lijn (TC 01) of echt de start van een nieuwe lijn (dus TC .1). We geven het midden aan door een 1 voor het lijnnummer te zetten in TC en het einde van de boog aan door een 2 voor het lijnnummer te zetten.

De tekencode ziet er dan zo uit:

bij het eerste punt: .1

bij het tweede punt: 11

bij het derde punt: 21

Indien de aansluiting van boog en rechte lijn niet tangentieel (niet vloeiend) is dan moet de aansluiting ook als zijnde niet tangentieel gecodeerd worden. Er moet dan op het knikpunt een nieuwe lijn gestart worden. De tekencode is dan een dubbelcode, met eventueel hetzelfde lijnnummer bijv. 21.1. Twee aaneengesloten bogen moeten ook als niet tangentieel beschouwd worden. De bogen moeten dus aparte lijnen zijn. Het eindpunt van de eerste boog moet dan tevens

gecodeerd worden als begin van de tweede boog. De punten van een cirkel of boog hoeven niet direct achter elkaar opgenomen te worden; men kan dus bijvoorbeeld na punt 1 van de cirkel nog een boom meten en dan pas punt 2 van de cirkel.

Voor de juiste afbeelding van de arc moet het tweede gemeten punt wel min of meer in het midden liggen (zie figuur 5). Ongelijke boogstukjes kunnen tot uitzwiepers leiden. Het is aan te raden om gelijke lengten af te passen en ook om al te grote boogstuklengten te vermijden. Lange boogstukken kunnen beter in kleinere stukjes opgedeeld worden. Hoeveel ongelijkheid is toegestaan in de boogstukjes is op te geven. Zie onder Opties – Instellingen-Koordenverhouding.

Cirkel:

Een cirkel wordt gemeten door 3 punten. We tekenen bijv. met lijn c. De tekencode voor het begin is dan .c. Het puntje (.) markeert zoals altijd het begin. Bij het tweede punt komt we een 1 (zoals ook bij de arc) voor het lijnnummer te staan. Bij het derde punt komt een 3 voor het lijnnummer. De invulling in veld TC ziet er dan voor de cirkelpunten van lijn c als volgt uit:

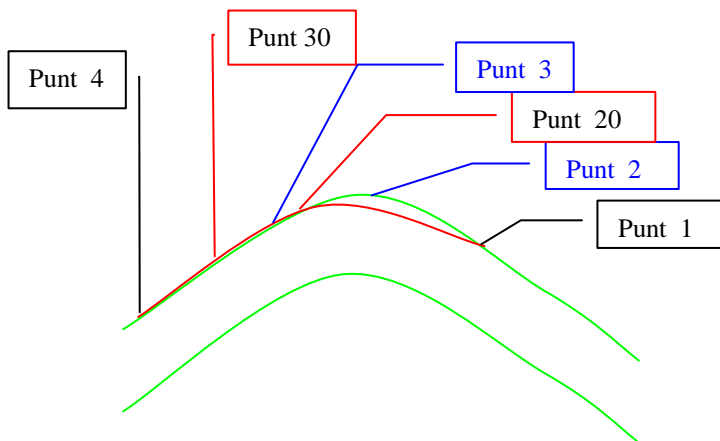
bij het eerste punt: .c

bij het tweede punt: 1c

bij het derde punt: 3c

De dxf van het 3D draadmodel kan een 3D-boog weergeven als benadering door een polylijn van segmenten maar ook als een echte 3D-boog. Die keuze kan gemaakt worden bij de export naar een 3D-draadmodel. De boog bestaande uit segmenten kan opgenomen zijn in een 3D-polylijn. De echte 3D-boog kan niet een geheel vormen met de aansluitende 3D-polylijnen.

Het meten van een boog



De lijn kan door de punten 1, 2, 3 gemeten worden maar ook door de punten 1, 20, 30. De punten 1, 20, 30 zijn niet symmetrisch over de boog verdeeld. De weergave van de boog is dan ook niet goed.

De code voor de tachymeter is als volgt:

Puntnr	TC	LC	RC	Maat	Verwijs
1	.4	4	55	-	-
2	14	-	55	-	-
3	24	-	55	-	-
4	04	-	55	-	-

Figuur 5: Het meten van een boog

NB. Als de boog een tangentiële aansluiting aan twee rechtstanden heeft (een vloeiende aansluiting), dan kunnen we toestaan dat het moeilijk herkenbare tangentialpunt naar de theoretische positie verschoven wordt. Afhankelijk van de gewenste nauwkeurigheid kan er bij de berekening een maximum voor de verschuiving opgegeven worden.

Hoofdstuk 6 Blocks

Topografische objecten zoals lantaarnpalen, verkeersborden, straatkolken, meterkasten enz. worden getekend als een figuurtje, in Cad termen block genoemd.

Een block heeft een vast invoegpunt dat meestal een centraal punt is. We meten buiten dan ook het block als een punt en benoemen het soort object met de tekencode in codeveld TC. De tekencode slaat in dit geval dus op een compleet block. Deze blocks worden met een eigen symbool afgebeeld op de tekening. De blocks (90 uitgezonderd) hebben in CAD een eigen laag die we bij de opname niet hoeven in te vullen. Welke blocks we willen tekenen en op welke laag, kunnen we in Finitor in het invulscherf onder Instellingen invullen. We kunnen alleen die blocks gebruiken die in het programma gedefinieerd zijn. De blocks hebben ten opzichte van elkaar een vaste grootte en kaartgerichtheid (ze staan rechtop).

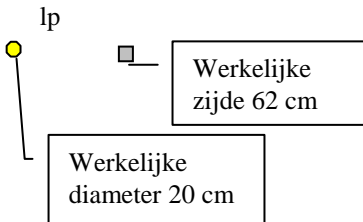
In verschillende kaartschalen kan een puntobject ten opzichte van een ander, als lijn gemeten object, buiten proportie worden afgebeeld (zie figuur 6).

De opgave van de schaal voor de dxf-berekening slaat alleen op de signatuur. De lengte van lijnen en de onderlinge afstand blijft 1 : 1. Block 90 komt op de laag te staan die wordt ingevuld onder laagcode. In codeveld Verwijs kan een getal of tekst worden ingevuld. Die tekst is dan te zien in het block in de CAD-tekening.

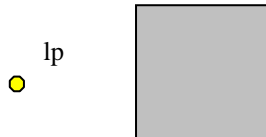
Iemand die in Cad een eigen verzameling blocks heeft, kan met behulp van een conversie zijn eigen blocks blijven gebruiken. Dat kan gemakkelijk met gebruik van tekencode 90 in TC en vervolgens in Verwijs met zijn eigen referentie.

Effecten van de toegepaste schaal op objecten

Schaal 1:1000



Schaal 1:100



Links is met schaal 1:1000 een lantaarnpaal als block getekend en een put als lijnobject. Rechts dezelfde tekening maar dan met een schaal van 1:100.

De symbolen (blocks) houden dezelfde grootte.

Hieronder volgt de code voor de tachymeter voor de lantaarnpaal (punt 1) en de put (punt 2-4):

Puntnr	TC	LC	RC	Maat	Verwijs
1	50	0	55	-	-
2	.2	2	55	-	-
3	02	-	55	-	-
4	42-2	-	55	-	-

Figuur 6: Effecten van de toegepaste schaal op objecten

Als de tekeningschaal klein is, kunnen kleine objecten zoals kastjes voor de zichtbaarheid beter als blocks gemeten worden. Bij grootschalige tekeningen kunnen kastjes, rioolputten e.d. door middel van 3 hoekpunten als rechthoek worden gemeten.

Block 90 (algemeen) kan gebruikt worden als er geen toepasselijk block aanwezig is. Bij block 90 kan wel een tekst ingegeven worden in codeveld Verwijs. Die tekst wordt in de tekening zichtbaar in het blockattribuut. De tekst mag uit 12 karakters bestaan.

Als er een "0" wordt ingevuld komt het puntnummer van de tachymetrische puntnummering in het blockattribuut te staan. Dat is handig als een automatisch oplopende nummering gewenst is.

Het meten van een boom heeft de mogelijkheid om stam, kroon en naam toe te voegen. Voor de stam en kroonprojectie worden in codeveld Verwijs de diameters in cm opgegeven. De maten worden gescheiden door een punt; bijv. 50.800. In de tekening worden die maten vermeld. De kroon en de stam worden ook nog als cirkel op werkelijke grootte afgebeeld. De boomnaam wordt toegevoegd door een specifiek nummer, corresponderend met de boomnaam, op te geven in codeveld LC. De keuze van de boomnamen kan ook weer naar wens ingesteld worden. De tekencode voor het block boom is altijd 60.

Hoofdstuk 7 Excentriciteit en Constructie

Een excentriciteit passen we toe als het niet mogelijk is een prismameting op het punt zelf te doen. Dat kan zijn doordat de tachymeter het prisma net niet kan zien, of omdat het prisma niet op het punt gehouden kan worden. Bij de GPS-opname kan het ook nog zijn dat de ontvangst bij het gevraagde punt onvoldoende is. Er is een correctie nodig op de waarneming op het prisma. Die correctie wordt in het Engels offset genoemd. Het kan gaan om een verlenging dan wel inkorting, of een haakse omzetting. De richting van de excentriciteit is van de tachymeter af, er naartoe of haaks daarop. De rekencodes voor de horizontale excentriciteit zijn: 58 voor een verlenging, 52 voor een inkorting, 54 voor linksom, 56 voor rechtsom. De richtingen zijn gezien vanuit de tachymeter. De excentrische codes zijn zo gekozen dat ze corresponderen met de pijltjes op het toetsenbord. De bijbehorende maat wordt ingevuld in codeveld Maat. De excentriciteit kan niet worden gebruikt bij GPS-opname. De richting van de excentriciteit is bij GPS lastig te bepalen.

Het excentrische punt wordt in de verwerking als een zelfstandig punt gezien. De positie van het prisma wordt vervolgens niet meer gebruikt. De excentrische maat moet horizontaal genomen worden. Er kunnen geen gegevens over het hoogteverschil ingevoerd worden. Een uitzondering is de 3D verlenging of inkorting bij 3D punten (in de richting van de vizierlijn), waarbij wel een z berekend kan worden. De rekencodes 58 en 52 worden dan respectievelijk 59 en 51. De maat betreft dan de schuine maat.

Een constructie is een bewerking op een lijnstuk door twee voorafgaand gemeten punten. Er worden vanuit dat lijnstuk nieuwe punten geconstrueerd. De codering is analoog aan die voor excentriciteit. De vijftigers zijn vervangen door de zeventigers. Dus code 78 betekent doorverlengen en code 74 betekent linksaf. Het is mogelijk om constructie op constructie toe te passen. De laatste twee

punten vormen steeds weer de nieuwe basis voor de volgende constructie. Tot welke lengte het verantwoord is de constructies toe te passen, gezien de vereiste nauwkeurigheid, hangt af van de lengte van de eerste basis waarop de constructie gestoeld is.

Is de basis erg lang, dan kunnen we ook ver gaan en desnoods constructie op constructie toepassen. Het is wel zaak het risico van vergissingen en onnauwkeurigheid in de gaten te houden. Het programma waarschuwt bij een mogelijk onbedoelde constructie, zoals twee keer doorverlengen met dezelfde maat. Dat zou kunnen voorkomen bij het te lang indrukken van de registratietoets. De gebruikte basis voor constructies wordt in het berekeningsbestand ook opgeslagen als dummypunten. Deze punten mogen tijdens de berekening niet uitgezet worden.

Om in een 3D meting ook daadwerkelijk 3D te kunnen verlengen of inkorten zijn er de codes 79 en 71. Ze zijn analoog aan de codes voor horizontale constructies 78 en 72. De punten die de basis vormen voor een constructie moeten ook daadwerkelijk in 3D gemeten zijn. De basis kan ook uit twee gemeten geïsoleerde dummy's bestaan. Voor de codes 74, 76, 54 en 56 bestaat geen 3D variant. We weten immers niet of er een hoogteverschil is.

Zie de situatie in figuur 7 hoe te meten met constructies.

The diagram shows a stepped profile with points 1, 2, 3, 4, 5, 6, and 7. A dashed line connects points 1, 501, and 50. The text '1, een maaiveldhoogte, 99' is present. The diagram is labeled 'Lijn 1' and 'Lijn 4'.

Puntnr	TC	LC	RC	Maat	Verwijs
1	99	-	85	1.79	-
2	.1	1	55	-	-
3	01	-	55	-	-
4	01	-	74	1.5	-
5	01	-	76	2	-
6	01	-	76	1.5	-
7	01.4	4	55	-	-

34

NB. Ter controle zou het geconstrueerde punt 6 beter tachymetrisch gemeten kunnen worden. Een vergissing bij het nemen van de maten of bij het beoordelen van de haaksheid wordt dan opgemerkt

We staan op standplaats 501 en meten het eerste punt van lijn 1 van de gevellijn van het gebouw op (tekencode .1 = begin van lijn 1, laagcode 1(eigenlijk 01), rekencode 55).

TC .1 [enter] LC 1 [enter] RC 55 [enter] ALL

Als we naar het tweede punt (3) van de gevellijn gaan, dan hoeven we alleen .1 in TC te veranderen in 01 of 1. De laag (laag 1 voor gebouw) in LC hoeft niet meer ingevuld te worden want de laag van een bestaande lijn verandert niet meer. LC wordt dan genegeerd. Punt 4 is het geconstrueerde punt en krijgt de volgende codering:

TC 1 [enter] LC 1 [enter] RC 74 [enter] Maat 1.50 [enter] REC

NB. Omdat dit geen waarneming door de tachymeter is, hoeven we niet te richten maar alleen op REC te drukken om de gegevens als een extra punt vast te leggen.

Is het portiek helemaal haaks dan kunnen we doorgaan met construeren, nu haaks rechtsom met code 76. Voor punt 5 wordt dan de codering:

TC 1 [enter] LC 1 [enter] RC 76 [enter] Maat 2.00 [enter] REC

Bij een constructie (met een zeventiger in RC) ten opzichte van de lijn door twee direct voorafgaande punten maakt het niet uit of het punten van een lijn of van een block betreft. Ook mogen de punten van de referentielijn excentrisch gemeten zijn; als gemeten punt geldt dan het berekende excentrische punt en niet de prismapositie.

N.B. Om een basislijn te krijgen, kunnen we eventueel gebruik maken van dummy's. Als die op een aparte layer staan, zijn ze later gemakkelijk te verwijderen.

Rekencode 75 betekent puntherhaling (de coördinaten van het punt worden nogmaals gebruikt). In codeveld Verwijs wordt voor een directe herhaling een nul ingevuld. Begint op het laatste gemeten punt een nieuwe lijn, bijvoorbeeld lijn 4, dan wordt de codering:

TC .4 [enter] LC 4 [enter] RC 75 [enter] Maat 2.0 [enter] Verwijs 0 [enter] REC

Bij de herhaling van het vorige punt, mag er in Verwijs een nul staan. Gaat het om een verwijzing naar een eerder gemeten punt, dan moet dat nummer daadwerkelijk ingevuld worden. Een herhaling van coördinaten heeft de voorkeur boven een dubbele meting, zeker als de lijnen precies moeten aansluiten. Verwijzen kan alleen naar eerder gemeten punten in hetzelfde bestand. Als bestanden met een unieke puntnummering zijn samengevoegd kan die verwijzing wel.

Bij rekencode 51, 52, 54, 55, 56, 58, 59, 81, 82, 83, 84, 85, 88, 89 moet steeds een All registratie volgen. Zoals al gezegd is dat een waarneming met afstand (voerstraalmethode). Een meting zonder afstand zou immers samenvallen met de tachymeterpositie. In sommige gevallen kan dat samenvallen ook wel de bedoeling zijn, maar achteraf is niet meer te zeggen of REC een ongelukje was. Als er per ongeluk twee keer op REC gedrukt is bij doorverlengen of teruggaan, is dat in de tekening niet te zien. Bij die codes komt er ter waarschuwing een melding in het logbestand.

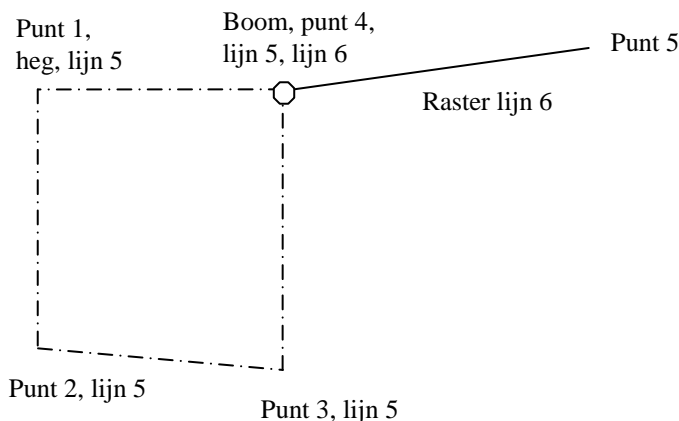
Hoofdstuk 8 Efficiënt meten

Om efficiënt te kunnen meten is het mogelijk om met meerdere lijnen en objecten tegelijk te werken. In codeveld TC kunnen we daarom tot 4 tekencodes tegelijk invoeren. De laagcodes worden corresponderend in LC ingevuld. De verwerking wordt van links naar rechts uitgevoerd, steeds in paren van twee cijfers of letters. De invoer moet dus ook in paren van twee zijn. De beginnend van de samengestelde code kan eventueel weggelaten worden.

Bijvoorbeeld: Op het laatste punt van lijn 5 (heg) in figuur 8 wordt die lijn gesloten en begint tevens lijn 6 (raster). Op dat knooppunt staat ook nog een boom (zie figuur 8). Het gaat om een loofboom (41 is laagcode voor loofboom) met stamdiameter 50 cm en kroonprojectie 900 cm. We willen ook nog de maaiveldhoogte op punt 4. De codering is dan als volgt:

*TC 05-5.660 [enter] LC 0641 [enter] RC 85 [enter] Maat 1.79
[enter] Verwijs 50.900 [enter] ALL*

Het gebruik van dubbelcodes om efficiënt te werken



Hier volgt de codering voor het meten van bovenstaande tekening:

puntnr	TC	LC	RC	Maat	Verwijs
1	.5	(0)3	55	-	-
2	(0)5	-	55	-	-
3	(0)5	-	55	-	-
4	(0)5-5.660	(03030)641	85	1.79	50.900
5	(0)6	-	55	-	-

Figuur 8: Het gebruik van dubbelcodes om efficiënt te werken

Bij de meervoudige tekencodes moeten in dezelfde volgorde ook de bijbehorende layers in LC opgegeven worden. Zijn de layers allemaal hetzelfde dan volstaat een enkele layerinvoer. Voor toevoeging van een hoogte wordt in RC 85 ingevuld. Een dubbelcodering kan nog verder uitgebreid worden door hetzelfde punt te herhalen. De rekencode wordt 75 en het verwijsnummer wordt het vorige nummer of een 0 (= vorig nummer).

NB. Bij codeveld RC, de rekencode, kan geen dubbelcodering worden ingegeven. Een punt of dubbelpunt wordt slechts op één manier berekend. Het punt wordt dus of rechtstreeks of indirect gemeten.

Als een tachymetrisch punt niet rechtstreeks te meten is, zijn er drie mogelijkheden om het indirect te meten:

- Meten met een offset vanuit een tachymeterpunt, code 51, 52, 54, 56, 58, 59.
- Een rekenconstructie met de meetband t.o.v. van vorige punten, code 71, 72, 74, 76, 78, 79. Dit kan ook bij GPS-opname. Het is de voetmaat-loodlijn methode.
- Omcirkelen. Het prisma staat net naast het object maar de afstand die de tachymeter meet is goed. Na het meten van de afstand wordt de tachymeter (met vasthouding van de afstand) gericht op het object. De voerstraal wordt als het ware omgecirkeld en met de juiste horizontale hoek vastgelegd met REC. Het lijkt dus toch ALL.

NB. Als in de tachymeter over offset wordt gesproken bedoelt men een vaste bijtelwaarde voor een specifiek prisma. De interne berekening van de tachymeter betreft altijd de schuine afstand. De offset in de tachymeter wordt ingevoerd onder de functie MM. De offset wordt net als de ppm uitsluitend ter informatie vermeld in het tachymeterbestand. In Finitor hangt het van de rekencode in RC af of er een horizontale dan wel verticale maat bedoeld is.

Hoofdstuk 9 Profielen

In Finitor bestaan twee soorten profielen: dwarsprofielen en lengteprofielen. Bij een dwarsprofiel wordt een verticaal snijvlak gedacht door een oppervlak, bijvoorbeeld een weg. Dit levert een snijlijn met de weg op. We meten dan een aantal hoogtes op deze denkbeeldige snijlijn om die snijlijn op een aparte tekening te kunnen weergeven. Het snijvlak gaat door het eerste en laatste punt van het profiel. De tussenpunten worden op het snijvlak geprojecteerd.

Dwarsprofielen worden dwars over een weg genomen.

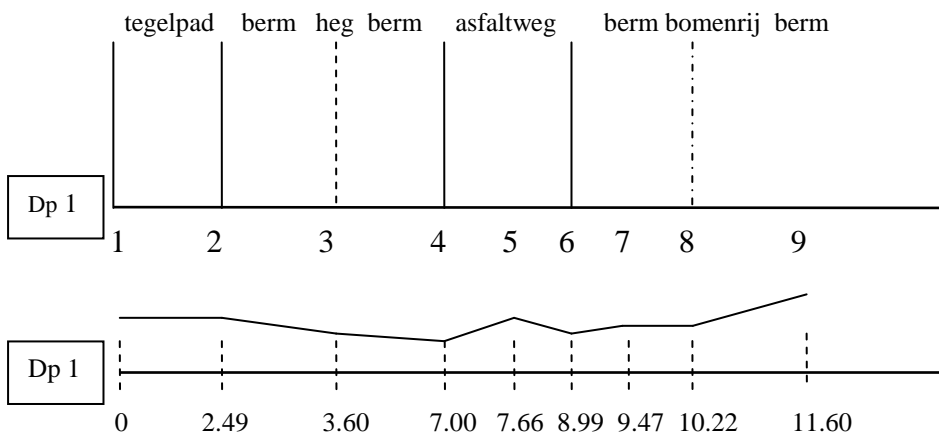
Het nulpunt voor de afstandweergave (dimensionering) in de profieltekening, standaard bij het begin, kan naar een punt verderop in het profiel verlegd worden. De telling begint waar aan de tekencode 00 wordt toegevoegd.

Lengteprofielen volgen daarentegen de lengterichting van de weg.

Het snijvlak knikt in dit geval steeds van punt tot punt met de buigende weg mee. Lengteprofielen zijn vaak bedoeld om de helling te kunnen zien, zoals van de oprit van een viaduct. De horizontale afstanden van punt tot punt worden bij elkaar opgeteld. De maatvoering hoort bij de lijn, die opgenomen is met “0(0)” in LC. Een profielnummer wordt in Verwijs aangeduid met een getal, niet met een letter.

De plaats waar een profiel genomen is wordt op de topografische tekening aangegeven.

Een dwarsprofiel: Dp 1



De punten 2- 8 worden geprojecteerd op de lijn tussen punt 1 en 9. Er wordt gebruik gemaakt van dubbelcodes om extra symbolen te kunnen aangeven. Hieronder volgt de code voor de tachymeter voor het dwarsprofiel:

puntnr	TC	LC	RC	Maat	Verwijs
1	93	0	83	1.79	1
2	99	0	83	1.79	1
3	9962	0	83	1.79	1
4	91	0	83	1.79	1
5	91	0	83	1.79	1
6	99	0	83	1.79	1
7	99	0	83	1.79	1
8	9960	0	83	1.79	1
9	99	0	83	1.79	1

Figuur 9: Een dwarsprofiel

We geven aan dat het om een profiel gaat, door rekencode 83 of 82 (dwars- respectievelijk lengteprofiel) in codeveld RC in te vullen. Daarnaast moet natuurlijk de prismajalonlengte (codeveld Maat) opgegeven worden.

Het begin of einde van een profiel hoeft niet opgegeven te worden. De maatvoering begint standaard vanaf het eerste profielpunt. Met achtergevoegde tekencode 00 aan een ander punt begint de maatvoering bij dat betreffende punt. De eerder gemeten profielpunten krijgen dan een negatieve maat. De punten van een profiel worden in volgorde van opname getekend. De punten van de verschillende profielen kunnen net als lijnpunten tussen andere punten door genomen worden.

Voor elk profielpunt moet de verhardingssoort (vooruitkijkend) als tekencode opgegeven worden. De verhardingssoort heeft zo veel mogelijk dezelfde code als de corresponderende blocks in de topografie. Zo is 91 de code voor de asfaltarcering net als het block asfalt in de topografie. Zie appendix. Bovendien kunnen er naast de verplichte verhardingssoort nog enkele symbolen toegevoegd worden; bomenrij (60), lantaarnpaal (50), raster (51), heg (62) en algemeen (90). Deze symbolen worden anders getekend dan de topografische symbolen. Ze worden nu immers getekend als zijaanzicht.

In een profiel kunnen meerdere lijnen gemeten worden. De hoofdlijn staat op laag 00 en de toegevoegde lijnen op laag 01, 02, enz.

Om de dubbele invulling 00 en 01 te kunnen onderscheiden van de uitvulnullen moet dan 01 voorop staan. De tekencode voor het dubbelpunt van lijn 00 en lijn 01 wordt dus 0100 en niet 0001.

Zouden we profiel 3 willen meten dat begint bij de heg langs het tegelpad, dan wordt de codering (prismajalonlengte 179 cm):

*TC 6293 [enter] LC 0 [enter] RC 83 [enter] Maat 1.79 [enter]
Verwijs 3[enter] ALL*

Gaat het profiel over de sloot en willen we de harde bodem als tweede lijn weergeven, dan wordt de codering bij de splitsing waterspiegel/bodem (begin van de tweede lijn, op laagcode 01):

*TC 9899 [enter] LC 0100 [enter]RC 83 [enter]Maat 1.79 [enter]
Verwijs[enter] ALL*

Het vervolg van de tweede lijn moet daarna de layerinvulling in LC behouden. Dat geldt ook voor eventuele andere extra lijnen, zoals bijvoorbeeld een modderlijn.

Onder instellingen kan opgegeven worden hoe ver een dwarsprofielpunt uit de lijn genomen mag zijn. Het is een soort bandbreedte waarbinnen het profielpunt de bedoelde hoogte nog vertegenwoordigt.

Objecten in profielen kunnen op een aparte layer gezet worden. Daarmee kan een filter gebruikt worden voor een eventuele conversie van bepaalde blocks. De layer moet een getal groter dan 10 zijn.

Zo kan block 90 op bijvoorbeeld layer 68 onderscheiden worden van block 90 op bijvoorbeeld layer 65. Het block op layer 68 zou een gasafsluiter kunnen voorstellen en het block op layer 65 een waterafsluiter.

Hoofdstuk 10 Toelichting op enkele Tools

Tools in Finitor zijn bewerkingen of berekeningen van coördinaten, ten dienste van de landmeter/uitzetter/tekenaar.

Snijding van lijnen

De snijding van twee rechte lijnen zal in de meeste gevallen bedoeld zijn als snijding in het horizontale vlak, als xy-snijding dus. De z-waarde speelt bij die xy-berekening geen rol. De z-waarde wordt na het berekenen van het xy-snijpunt toegevoegd. Als z-waarde wordt het gemiddelde genomen van de z-waarde van de twee lijnen op het snijpunt. In een 3D - situatie (xyz-coördinaten zonder voorkeur voor x, y of z) waarin de lijnen niet snijdend maar kruisend zijn, zoeken we het 3D-kruispunt. Als 3D-kruispunt wordt genomen het midden van de kortste afstand tussen de kruisende lijnen. Als de lijnen elkaar daadwerkelijk snijden is er geen verschil tussen de xy-berekening en de 3D-berekening. Naarmate echter de lijnen steiler op het xy-vlak staan en hun kruisingsafstand groter is, wordt het verschil tussen de uitkomst van beide berekeningen groter.

Regressie

Regressie is hier de benaming voor het berekenen van de best passende figuur door gemeten punten. Dat is bijvoorbeeld een rechte lijn door xy-punten. Met "best passend" wordt bedoeld dat de afstanden van de xy-punten tot de lijn zo klein mogelijk moeten zijn. Preciezer gezegd: de som van de gekwadrateerde haakse afstanden moeten zo klein mogelijk worden door toepassing van de "Kleinste-kwadraten-methode". De berekening is alleen zinvol als de afstanden klein zijn. Het moet gaan om niet te vermijden toevallige onnauwkeurigheden bij het meten van de punten. Een wiebelende prismajalon veroorzaakt bijvoorbeeld zo'n onnauwkeurigheid. De landmeter moet zelf zorgen dat de echt foutieve waarnemingen

buiten de berekening gehouden worden. Foutief wil zeggen dat het gaat om een duidelijke uitschieter (uitbijter), als gevolg van een vergissing of verstoring van de meetapparatuur. Het is overigens vaak moeilijk te bepalen wat als uitbijter moet worden gezien.

De berekening kan op vier figuren worden toegepast; rechte lijn, plat vlak, cirkel, bol. Rechte lijnen kunnen nog onderscheiden worden tussen 3D- of 2D-lijnen. Met 2D kan ook bedoeld zijn de projectie van een 3D-lijn op het xy-vlak.

Transformatie

Met transformatie wordt hier de homogene transformatie bedoeld. Een coördinatenstelsel wordt homogeen (als één geheel, onvervormd en onverschaald) door verschuiven en verdraaien naar een ander coördinatenstelsel gebracht. Voor de best passende oplossing wordt de “Kleinste-kwadraten-methode” gebruikt. De som van de gekwadrateerde restverschillen tussen alle corresponderende punten moet zo klein mogelijk zijn. Om te kunnen transformeren moeten de corresponderende punten dezelfde nummers hebben. De restverschillen (ook wel sluitfouten of residuen genoemd) worden in een bestand vermeld. Bij topografische metingen zal het veelal om de xy-transformatie gaan. De z-waarde wordt buiten beschouwing gelaten en blijft voor elk punt ongewijzigd. Wil men de z-waarden ook transformeren dan kan dat het beste in een tweede gang gebeuren. Dus met behoud van de xy-transformatie. De transformatie kan in dat geval het beste eerst alleen voor de xy-waarden gebeuren. Vervolgens kan met behoud van de berekende xy-waarden de z-waarde getransformeerd worden. Gaat het om een 3D-object zonder voorkeur voor x, y of z dan wordt de transformatie in één gang berekend. In een 3D-object kan een nulvlak (xy-vlak) door 3 punten aangewezen worden.

Clothoïde

De clothoïde is de veelgebruikte overgangsboog tussen een rechtstand en een cirkel. In Finitor wordt de standaardclothoïde gebruikt. Komend vanuit de rechtstand wordt de kromming steeds sterker totdat de kromming bereikt is die overeenkomt met de cirkelstraal. Daarmee ligt dan ook het cirkelmiddelpunt vast omdat de overgang op de cirkel vloeiend (tangenteel) moet zijn. Andersom ligt de clothoïde ook vast vanuit een cirkel en tangentialpunt. De trajectlengte ligt eveneens vast. Dat betekent dat de afstand tussen de aansluitpunten (het tangentialpunt en het aansluitpunt aan de rechtstand) vast ligt. Verschilt die afstand met de werkelijke onderlinge afstand in het terrein tussen de aansluitpunten, dan is er geen vloeiende aansluiting mogelijk. De berekening in deze Tool maakt de lengte passend door de clothoïde aan de kant van de rechtstand af te knippen of te verlengen. De lengteaanpassing mag echter niet te groot zijn omdat het leidt tot een knikje bij de aansluiting.

Aanhangsels

Appendix I: Overzicht Laagcodes en Tekencodes lijnen

Lijnen kunnen voor het gemak zoveel mogelijk op dezelfde laag als het lijnnummer gezet. Dus lijn 1 komt op laag 1 en heeft de kleur rood. Lijn 2 kan vervolgens bijvoorbeeld op laag 2 gezet worden (kan ook weer op laag 1). Als laagnaam is toegestaan elke cijfer- en lettercombinatie (2 posities). Bijvoorbeeld A1 of AA of 21.

De invulling in Tabel 1 is slechts een voorbeeld.

Lijnen kunnen eveneens met een letter aangeduid worden.

Binnen een profiel worden de verschillende lijnen onderscheiden door de laagcode. De hoofdlijn heeft laag 00. De verplichte tekencode is voor de verhardingssoort. Tekencode 99 is voor onbepaalde verharding.

Tabel 1

De Laagcodes (LC):	Betekenis (bijvoorbeeld):
<i>Voorbeeld Lagen:</i>	
00	Algemeen
01	Gebouwen
02	Infrastructuur, Artefacten
03	Heg
04	Verharding
05	Water
06	Raster
07	Groen
08	Hoogte, kniklijn
09	Vaag, ander niveau
83	Profielpunten
99	Gebruikt in blocksamenstelling
<i>Laagcodes voor lijnen van profielen</i>	
00	Hoofddlijn
01	Extra lijn
02	Tweede extra lijn
03	Derde lijn enzovoorts

Tabel 2

De Tekencodes voor lijnen (TC):	Betekenis:
.#	Begin van lijn (# = cijfer of letter)
0#	Vervolgpunt van bestaande lijn #
-#	Lijn # sluiten (close)
1#	Boogpunt of tweede punt van cirkel
2#	Einde boog
3#	Derde (laatste) punt van een cirkel
4#	Derde punt van open rechthoek , U-vorm (kan vereffend tot haaksheid)
4#-#	Derde punt van gesloten rechthoek

Appendix II: Overzicht Rekencodes

Tabel 3

De Rekencodes (codeveld RC):		Betekenis:
<i>Grondslag</i>		
35	(tachy)	Standplaatsinvoer (39 bij vrije standplaats)
45	(tachy)	Oriëntatie (46 in kijkerstand II, 47 controle, 48 hulp, 49 extra)
<i>Direct 2D:</i>		
55		Rechtstreeks meten op prisma (geen verdere bewerking)
<i>Offset 2D:</i>		(cijfers 4, 6, 8, 2, hebben richtingpijlje op toetsenbord)
52	(tachy)	Offset als horizontale afstandinkorting
54	(tachy)	Offset naar links (horizontaal, gezien vanuit de tachymeter)
56	(tachy)	Offset naar rechts
58	(tachy)	Offset als horizontale afstandbijtelling
<i>Offset 3D:</i>		
51	(tachy)	Offset als schuine afstandaftrekking (vanuit de tachymeter)
59	(tachy)	Offset als schuine afstandbijtelling
<i>Constructie 2D:</i>		Ten opzichte van 2 voorafgaande punten
75		Herhaling van de coördinaten
72		Teruggaan (horizontaal)
74		Haaksom naar links
76		Haaksom naar rechts
78		Doorverlengen

<i>Constructie 3D:</i>	Ten opzichte van 2 voorafgaande 3D punten
71	3D-Teruggaan
79	3D-Doorverlengen
<i>Hoogte:</i>	
85	3D met hoogte
82	Lengteprofiel
83	Dwarsprofiel
<i>Hoogtemerk:</i>	
81 (tachy)	Begin-Achterbaak
84 (tachy)	Voorbaak
88 (tachy)	Achterbaak
89 (tachy)	Afsluit-Voorbaak

Appendix III: Overzicht van Blockcodes

Tabel 4

Blockcodes (codeveld TC):	Betekenis:	Afkorting:	Laag:
50	Lantaarnpaal (ook in profiel)	lp	4
51	Paal (hekpaal in profiel)	pl	2
52	Buis	bs	2
53			
54	Dorpel	dr	
55	Electra	elec	2
56			
57			
58	Vlaggenmast	vm	2
59			
60	Boom (ook in profiel)	bm	7
61	Vruchtboom		7
62	(haag in profiel)		
63	Cai-kastje	cai	2
64	Pompkast	pk	2
65	Waterafsluiter	w	2
66	Brandkraan	bk	2
67	Olieafsluiter	ol	2
68	Gasafsluiter	g	2
69			
70	Aanwijsbord	ab	4
71			
72			
73			
74			
75	Verklikker	v	2
76	Kabel-Zinkerbord	z	5
77	Dummy	dum	Dum
78			

79			
80	Rioolinspectieput	r	2
81	Kolk	k	4
82	Trottoirkolk	tk	4
83			
84			
85			
86			
87			
88			
89			
90	Onbenoemd (ook in profiel)	(Verwijs)	(LC)
91	Asfalt (ook in profiel)	symbool	4
92	Klinkers (ook in profiel)	symbool	4
93	Tegels (ook in profiel)	symbool	4
94	Beton (ook in profiel)	symbool	4
95	Halfverhard (ook in profiel)	symbool	4
96	Keien	symbool	4
97	Beplanting (vegetatie)	symbool	7
98	Water (ook in profiel)	symbool	5
99	Tijdelijk (blanco in profiel)		99

Appendix IV: Overzicht van bestandsextensies

Tabel 5

Extensie	Betekenis	Opmerking
avglog	Log van coördinaatmiddeling	
bli	Blockinstellingen	programmabestand
blo	Gebruikte blocks in dxf bestanden, voor blockoverzicht	programmabestand
bmn	Boomnamen	programmabestand
cal	Berekening	
callog	Log van Meting naar Berekening	
caplog	Log van berekening hulpgrondslag	
cfp	Grondslagpunten	
cfplog	Log van berekening grondslag	
chp	Hoogtemerken	
chplog	Log van berekening hoogtemerken	
coo	Coördinaten	
coolog	Log van import naar Coördinaten	
cpt	Coördinaten uit Berekening	
div	Coördinatenverschillen	
dxf	Digitale tekening voor CAD	
dxflog	Log van Berekening naar dxf	
mes	Meting	
meslog	Log van import naar Meting	
obs	Grondslagmetingen in Move formaat	
prj	Projectbestand in MOVE formaat	
pro	Profielpunten uit Berekening	
prolog	Log van Berekening naar profieltekening	
sor	Gesorteerde coördinaten in cpt	
tco	Grondslagpunten in Move formaat	
txt	Conversietabel	
translog	Log van transformatie	
wfp	Grondslagwaarnemingen	

Toevoeging handleiding

Lijnvergroting:

De lijnvergroting is de afstandvergroting, in mm per km, positief of negatief. Je kunt ook over schaalfactor spreken. De in het terrein werkelijk gemeten horizontale afstand krijgt een positieve of negatieve vergroting, afhankelijk van de positie vanuit Amersfoort (RD-nulpunt). Omgekeerd moet een afstand, die in een RD tekening is geprikt, in het terrein met een vergroting of verkleining uitgezet worden. Als je met GPS wilt uitzetten moet in de uitzetgegevens de lijnvergroting al verwerkt zijn. De schuine afstand die in het cal-bestand staat is de schuine afstand zoals die door de tachymeter is geregistreerd. De lijnvergroting wordt pas in de berekening toegepast. De verticale afstand wordt niet aangepast.

Tekstbestand (.txt of .csv) naar .cal:

Een tekstbestand met xyz-punten kan geconverteerd worden naar een cal-bestand of een coo-bestand. Een cal-bestand heeft meer mogelijkheden dan een coo-bestand om een dxf-bestand te genereren. Na “Importeren coördinaten” en het kiezen van het bedoelde xyz-bestand kan gekozen worden voor wegschrijven naar een cal- of coo-bestand.

Bestand:

Onder “Bestand > Nieuw” is de mogelijkheid toegevoegd om een Microscribe uit te lezen. De coördinaten kunnen een Finitor codering krijgen.

Appendix V: Cardanisch

Toegevoegd is “Cardanisch”, veelhoeksmeting zonder vast assenstelsel.

Het betreft grondslagmetingen (zonder iets anders te meten) waarbij de tachymeter niet waterpas staat. De eerste as wijst niet in de richting van de zwaartekracht, zoals standaard het geval is, maar is star gekoppeld aan de, al dan niet hellende, eerste tachymeteras. De starre koppeling wordt bereikt door de compensator uit te schakelen. Het x, y, z-coördinaatsysteem blijft uiteraard naar de bouw van de tachymeter wel rechthoekig.

Het meten van een veelhoek vereist door het ontbreken van een vaste z-richting extra houvast. De tachymeter heeft op elke standplaats een verschillend georiënteerde z-as. De veelhoekszijden zitten cardanisch aan elkaar vast en kunnen roteren om hun lengterichting. Er is zonder een extra gegeven geen positiebepaling mogelijk. Om de "cardanas" vast te zetten, hebben we een extra punt nodig, liefst nog meer punten ter versteviging. Het gebruik van dwangcentrering is vanwege de uitwisselbaarheid van tachymeter met richtmerk onvermijdelijk.

Die extra punten, steunpunten, moeten bij voorkeur niet te dicht bij een veelhoekszijde liggen. Naarmate het extra punt verder van de veelhoekszijde verwijderd is wordt de rotatiestand van de veelhoekszijde beter vastgezet.

De berekeningsmethode in Finitor gebruikt de transformatie van lokale coördinaten per standplaats op de coördinaatpunten van de voorafgaande standplaatsen.

De vereffening over de standplaatsen is een lineaire indeling van de sluitfout. Daarom zijn de resultaten uit deze berekening slechts verantwoord als de sluitfouten niet te groot zijn.

Het is dan ook voor de nauwkeurigheid en de betrouwbaarheid wenselijk om te meten volgens een

gesloten veelhoek. Bij een open veelhoek is er geen sluitfout en is er derhalve ook geen foutindeling mogelijk. De manier van meten en coderen is bijna hetzelfde als de gebruikelijke manier met een toestel dat waterpas staat op vaste bodem. De rekencode voor de standplaatsopgave is 35 en de rekencode voor de voor- en achterrichting is 45. Voor de meting in doorgeslagen kijkerstand wordt de eveneens gebruikelijke 46 gebruikt. Het is voor de symmetrie in de berekening gewenst om alle punten in beide kijkerstanden te meten. Het is dus niet goed om een deel in kijkerstand I te meten en een ander deel in kijkerstand II.

Om de suggestie van het impliciet meten van een hoogtetrek te vermijden laten we de voor- en achterbaakmeting weg. De steunpunten voor de veelhoek geven we rekencode 48, hulpgrondslag. Er is buiten de genoemde rekencodes geen andere codering mogelijk. Het eindresultaat van de berekening is een coo-bestand. De bestandsnaam wordt gevormd door de stamnaam (zonder volgnummer) gevolgd door avg.coo. Zo geeft de berekening van job12.cal het bestand jobavg.coo. Avg betekent average. De middeling betreft alle punten met toekenning van een gewicht per standplaats.

Voor de berekening openen we het grondslagscherm. We kiezen "cardanisch". De coördinaten van de eerste standplaats zijn fictief 0,0,0. Naast de x en y is bij "cardanisch" ook de z-waarde van belang. We hebben zoals gezegd een 3D-figuratie. De beginrichting, de richting naar wat de laatste standplaats van de kring wordt, nemen we als x-as. De x van de beginrichting krijgt de waarde van de schuine afstand ($x=SD$). De y van de beginrichting is 0. De z krijgt de waarde van de verticale afstand ($z=VD$). Voor de duidelijkheid: x, y, z is het locale assenstelsel van de tachymeter.

