



DI: 134390

Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Meetkundige Dienst

## Gebruik van transformatie-parameters bij RTK DGPS

MD GAP- 9724.

Bibliotheek  
MEETKUNDIGE DIENST  
RIJKSWATERSTAAT



MDR 533 MD



Adviesrapport GAP

**Gebruik van transformatieparameters bij RTK DGPS**

Opdrachtgever : Afdeling TGTS

Auteur : dr.ir. Erik de Min, afdeling GAP

Datum : 23 mei 1997

Opdrachtnr. : 8929

Meetkundige Dienst  
Rijkswaterstaat  
Postbus 5023  
2600 GA Delft  
015-2691111

## Inhoud

<b>1 Inleiding .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Theorie .....</b>	<b>3</b>
2.1 Precisie RD-coördinaten.....	4
2.2 Precisie NAP-hoogten .....	4
2.3 Betrouwbaarheid.....	5
<b>3 Praktijk .....</b>	<b>6</b>
3.1 Precisie RD-coördinaten.....	6
3.2 Precisie NAP-hoogten .....	7
3.3 Betrouwbaarheid.....	7
3.4 Test.....	8
<b>4 Conclusie.....</b>	<b>9</b>
<b>Bijlage Aanmaken van een one-step transformatie voor RTK DGPS met SKI .....</b>	<b>10</b>



# 1 Inleiding

Nu de techniek voor het gebruik van Real Time Kinematische plaatsbepaling (RTK) met differentiele GPS (DGPS) beschikbaar is, bestaat bij TGTS de behoefte om gebruiksrichtlijnen op te stellen. Dit is nodig voor zowel de eigen meetploegen, als voor het uitbesteden van werk met RTK DGPS. Een eerste vraag die beantwoord moet worden is:

Hoe moet de transformatie van de metingen in WGS84 naar coördinaten in het lokale coördinaatsysteem RD/NAP worden gedaan?

Het is bekend dat het RD-stelsel verstoringen kent met een maximum van ongeveer 2 dm binnen Nederland. Deze verstoringen zijn systematisch van karakter, ze gelden voor grotere gebieden. Hierover zal te zijner tijd meer duidelijk worden, na afronding van het GPS-kernet van de RD. Voorlopig blijft de vraag hoe de transformatie moet worden uitgevoerd. Of meer concreet: kunnen de landelijke transformatieparameters (tp's) tussen WGS84 en Bessel worden gebruikt (zoals gegeven in de HTW96) of dienen lokale transformatieparameters te worden bepaald door vooraf een grondslag in te meten.

Naast de vraag wat de gevolgen zijn van het gebruik van lokale of landelijke transformatieparameters voor de precisie, is ook de vraag gesteld: is er een controle op eventueel fout ingevoerde transformatieparameters? Ofwel, hoe zit het met de betrouwbaarheid.

Verdere vragen over hoe moet worden omgegaan met de transformatie naar NAP, en de precisie en betrouwbaarheid van GPS-metingen in het algemeen ten behoeve van NAP-hoogtebepaling met GPS, zullen worden behandeld in het "Handboek NAP-hoogten uit GPS" waaraan momenteel wordt gewerkt binnen de Meetkundige Dienst (opdrachtnummer 8928).

# 2 Theorie

De nette procedure die volgens de theorie moet worden toegepast om uit de RTK DGPS metingen de juiste RD- en NAP-coördinaten van de rover te krijgen is als volgt:

1.  $[(X, Y, H)_{RD/NAP} \text{ en } N_{Bessel}]_{Basis} > [(\varphi, \lambda, h)_{Bessel}]_{Basis}$
2.  $[(\varphi, \lambda, h)_{Bessel}]_{Basis} > [(x, y, z)_{Bessel}]_{Basis}$
3.  $[(x, y, z)_{Bessel}]_{Basis} > [(x, y, z)_{WGS84}]_{Basis} \quad TP_{Bessel > WGS84}$
4.  $[(x, y, z)_{WGS84}]_{Rover} = [(x, y, z)_{WGS84}]_{Basis} + (\Delta x, \Delta y, \Delta z)_{WGS84} \quad \text{basislijn (= coördinaatverschillen } (\Delta x, \Delta y, \Delta z))$
5.  $[(x, y, z)_{WGS84}]_{Rover} > [(x, y, z)_{Bessel}]_{Rover} \quad TP_{WGS84 > Bessel}$
6.  $[(x, y, z)_{Bessel}]_{Rover} > [(\varphi, \lambda, h)_{Bessel}]_{Rover}$
7.  $[(\varphi, \lambda, h)_{Bessel} \text{ en } N_{Bessel}]_{Rover} > [(X, Y, H)_{RD/NAP}]_{Rover}$

We zien dat zowel de heen- als de terugtransformatie van Bessel naar WGS84 (stappen 3 en 5) een belangrijke rol speelt. De heen- en terugtransformatie tussen Bessel en WGS84 moeten netjes

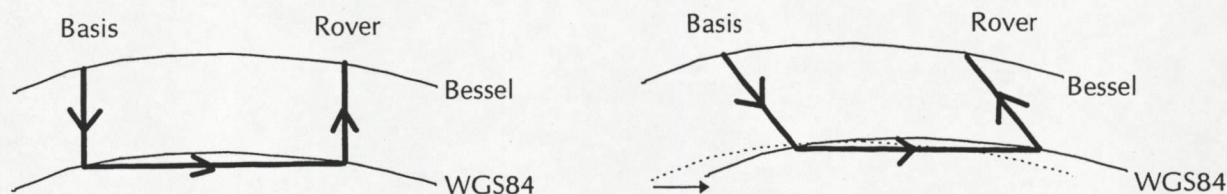


complementair zijn. Dat betekent dat de transformatieparameters vrijwel gelijk zijn met een tegengesteld teken: de rotatie- en schaalparameters zijn gelijk met tegengesteld teken, alleen de translatieparameters verschillen enkele mm. Worden precies dezelfde translatieparameters gebruikt met tegengesteld teken, dan ontstaan dus verschillen tussen heen- en terugberekening van enkele mm. Zie ook de HTW.

## 2.1 Precisie RD-coordinaten

De vraag is dus welke transformatieparameters gebruikt moeten worden, de landelijke of lokaal berekende, om de lokale verstoringen in het RD-stelsel te 'corrigeren'. Het antwoord is dat deze keuze niet veel uit maakt, althans voor de te berekenen RD-coordinaten. Aangezien de transformatie bij DGPS wordt toegepast op de RD-coördinaatverschillen van de basislijn, heeft de keuze van de transformatieparameters niet zoveel invloed. Als de absolute transformatie bijvoorbeeld 2 meter fout is, dan heeft dat op de coördinaatverschillen een invloed van maximaal enkele 0,1 mm. De lokaal bepaalde RD-coördinaten van een roverpunt met RTK DGPS passen dus goed binnen het 'lokale' RD-stelsel (met verstoring).

Dit wordt nog eens toegelicht met een voorbeeldje. Stel dat men een verkeerde set transformatieparameters gebruikt, waardoor de X-coördinaat van het basispunt 2 meter te groot naar WGS84 wordt getransformeerd (stap 3). Hierop wordt vervolgens het coördinaatverschil (uit de basislijn) tussen rover en basis toegepast, waardoor ook de X-coördinaat van de rover in WGS84 2 meter te groot is. Deze wordt vervolgens terug getransformeerd naar Bessel en vervolgens RD/NAP met wederom dezelfde verkeerde transformatieparameters (met tegengesteld teken). De fout van 2 meter in de transformatieparameters voor de heenstep betekent een fout van -2 meter in de terugstep (ze zijn complementair, dus samen leveren ze altijd weer dezelfde begincoördinaten op). Het gevolg is dat de RD-coördinaten van de rover de juiste zijn. Het coördinaatverschil tussen basis en rover in RD en in WGS84 is beide keren hetzelfde. De onderstaande tekening laat dit ook nog eens zien.



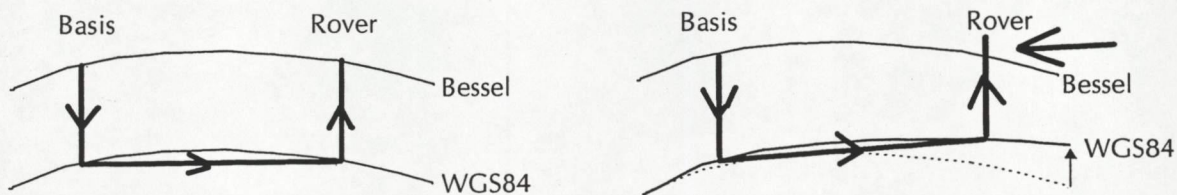
In de tekening is te zien dat in het rechter geval de transformatie een verschuiving heeft ten opzichte van het linker geval. De basislijn in WGS84 is gelijk. De heen- en terugtransformatie zijn netjes tegengesteld. Voor de rover worden de juiste RD-coördinaten verkregen.

## 2.2 Precisie NAP-hoogten

Voor de RD-coördinaten is de keuze van transformatieparameters dus niet van groot belang. Voor de bepaling van de NAP-hoogte van de rover is dit wel belangrijk. Wanneer volgens de nette procedure zoals boven geschetst wordt gewerkt, dan wordt daarin de geoidhoogte N ten opzichte van Bessel gebruikt



(stappen 1 en 7 uit het 'nette' schema). Deze is berekend uit het geoidemodel ten opzichte van WGS84 met de landelijke transformatieparameters uit de HTW. Stel dat nu met andere transformatieparameters wordt gewerkt, waardoor in het lokale vlak gezien een rotatie wordt aangebracht ten opzichte van de landelijke transformatieparameters. Het effect hiervan kan worden gezien in onderstaande figuur.



Het coördinaatverschil in WGS84 is weer gelijk. Door het verschil in ligging van de WGS84-ellipsoïde ten opzichte van Bessel ontstaat een andere hoogte voor de rover. Dit komt doordat de geoidhoogte is bepaald voor de linker ligging van Bessel en WGS84, terwijl de meting zelf via de rechter ligging wordt getransformeerd.

Zo'n rotatieverschil in lokaal bepaalde transformatieparameters ten opzichte van de landelijke transformatieparameters kan worden veroorzaakt door een verkeerde NAP-hoogte van één (of enkele) van de aansluitpunten, door een meetfout op één (of enkele) van de aansluitpunten, of door een fout in de geoiden. Deze laatste kan in de orde van 2-3 cm over 100 km zijn en heeft een zeer glad karakter. Voor een lokale RTK toepassing zal het gebied vooralsnog niet groter zijn dan 10 km (door de beperking van de radioverbinding). De geoidfout is dan in de orde van maximaal 1 cm. Wanneer men met de landelijke transformatieparameters werkt, zullen in het algemeen geen systematische effecten groter dan deze cm gemaakt worden. Dit is ook gebleken uit postprocessing van RTK projecten op de Maas.

Wil men toch met lokale transformatieparameters werken, om een betere precisie dan 1 cm te kunnen verkrijgen, dan moet dus een set betrouwbare NAP-basispunten worden gebruikt, om te voorkomen dat een meetfout of verkeerde aansluiting in het gehele gebied doorwerkt. Dit zal worden behandeld in het genoemde "Handboek NAP-hoogten uit GPS".

### 2.3 Betrouwbaarheid

De controle (betrouwbaarheid) van de gebruikte transformatieparameters is niet zo eenvoudig te doen. Als verkeerde transformatieparameters worden ingevoerd zal dat, als ze slechts weinig verschillen van de HTW-transformatieparameters, weinig invloed hebben op de RD-coördinaten (zie eerdere uitleg). Bij grote fouten (bijvoorbeeld tekens omgedraaid) zijn de invloeden groter. Een controle hiervan is te doen door voor een punt waarvan de juiste RD/NAP en WGS84 coördinaten bekend zijn (bijvoorbeeld uit CC3.0), deze te vergelijken met wat de ontvanger uitrekent. Hierbij mogen slechts kleine verschillen (< 2 dm voor lokale transformatieparameters) optreden. Dit geldt zowel voor de basisontvanger als de rover. Voor de hoogte moet het verschil kleiner zijn dan een paar cm (bijvoorbeeld 5 cm). Daarnaast kan men natuurlijk één of enkele bekende punten bezoeken, en bekijken of de nieuw bepaalde waarde binnen een bepaalde vereiste marge (afhankelijk van de toepassing) daarvan ligt. Dit is met name van belang voor de gemeten NAP-hoogte.



### 3 Praktijk

Nu de theorie van de berekening van RD en NAP uit GPS voor RTK behandeld is resteert de vraag of deze zo ook in de praktijk kan worden toegepast. In het algemeen betekent dit dat

- de relaties tussen RD en Bessel,
- de transformatie tussen Bessel en WGS84 uit de HTW (en terug als met een precisie beter dan 3 mm moet worden gewerkt) en
- de geoidhoogten

in de controller van de roverset moeten kunnen worden opgenomen. De eerste twee zijn van belang voor een goede bepaling van RD-coördinaten, de transformatie en de geoid voor een goede NAP-hoogtebepaling.

Voor de bij de MD (TGT) beschikbare Leica RTK-set is dit nog niet mogelijk. Alle nette stappen kunnen wel binnen SKI in de post-processing worden gedaan, maar in de controller voor het veldwerk en de real-time coördinaataflezing kan dit (nog) niet. Alleen de transformatie tussen Bessel en WGS84 (uit de HTW) kan worden opgenomen. Uit overleg met Leica is gebleken dat Leica wel bereid is voor de controllersoftware de mogelijkheid te maken om ook de projectie RD-Bessel op te nemen. Dit zou in de volgende release (over ongeveer een half jaar) kunnen worden gedaan als de MD dat graag wil. Over het opnemen van een geoidmodel is in Zwitserland nog niet nagedacht, er staat dus niets op de planning. Voor de bepaling van NAP-hoogten schiet men hier dus weinig mee op.

Voor de Sercel-ontvangers waar GAM vaak mee werkt kan wel de transformatie tussen WGS84 en Bessel en de nette omrekening van Bessel naar RD plaats vinden. Ik weet niet zeker of dat binnen de ontvanger of binnen RWSLOD gebeurt. Geoidhoogten(verschillen) kunnen niet worden gebruikt. De geoid wordt gelijk verondersteld voor alle basis- en roverpunten. Voor de NAP-hoogten kunnen hierdoor fouten van 10-15 cm over afstanden van 5-10 km worden geïntroduceerd. Van andere RTK-sets is mij momenteel niet bekend wat er mogelijk is.

De procedure die bij Leica wel kan worden toegepast is een one-step transformatieprocedure. Op basis van een set van punten waarvan zowel de lokale RD/NAP-coördinaten als de WGS84-coördinaten bekend zijn, wordt een eenvoudige relatie gelegd middels een UTM-projectie en 2D Helmert transformatie (met 4 onbekenden) voor de positie en een drie-parameter vlak (lineair vlak) voor de hoogte. Voor kleine gebieden zou dit kunnen voldoen. Momenteel wordt er alleen in kleine gebieden (< 10 km) gewerkt met RTK DGPS.

De (op kantoor) bepaalde one-step relatie kan worden geëxporteerd vanuit SKI naar een diskette en vervolgens op de PCMCIA-kaart van de controller worden gekopieerd. Een volledige beschrijving van hoe de one-step transformatie kan worden bepaald en op de controller worden geplaatst wordt gegeven in de bijlage.

#### 3.1 Precisie RD-coördinaten

Voor de RD-coördinaten is de vraag hoe goed de UTM-projectie en 2D Helmerttransformatie de relatie tussen RD en WGS84 kan leggen. Dit is eenvoudig te testen door uit de exacte relatie tussen RD en WGS84 (volgens het schema op de eerste bladzijde) een testdataset te bepalen, en de restverschillen van



die punten te bekijken. We gaan er dan vanuit dat er binnen het gebied van 10 km geen significante ( $> 1$  cm) variaties in de RD-verstoringsen voorkomen, wat een reële aanname is. Dat de theoretische relatie voor het betreffende gebied misschien niet helemaal goed is door de RD-verstoringsen (maximaal 20 cm) is niet belangrijk, zoals eerder is uitgelegd. Voor de verschillen heeft dit geen effect.

De verschillen in RD-coördinaten die bij de testberekeningen in SKI zijn gevonden voor gebieden van  $10 \times 10$  km<sup>2</sup> zijn maximaal zo'n 5 cm, het maximum varieert per gebied tussen 1 en 5 cm aan de randen. In het midden van een testgebied is het verschil het kleinst (ongeveer nul). Uit testberekeningen blijkt dat het niet uitmaakt of alleen de vier hoekpunten van een gebied worden gebruikt, of dat er een dichter grid wordt gebruikt daar tussenin. Het niet passen van de one-step formule bij de echte HTW-relatie heeft namelijk een heel gelijkmatig karakter.

### **3.2 Precisie NAP-hoogten**

Het modelleren van de relatie tussen ellipsoidische WGS84-hoogten en lokale NAP-hoogten in een gebied middels een plat vlak (met een helling) veronderstelt dat ook de geoïde in dat gebied een plat vlak is. Dit is niet het geval, maar de belangrijkste vraag is of de afwijkingen van de geoïde ten opzichte van een plat vlak klein genoeg zijn om de gewenste precisie te kunnen bereiken. Uit (dissertatie De Min, 1996) blijkt dat voor een gebied van 15 km doorsnee een afwijking van 4 cm mogelijk is. Wanneer voor een gebied van 10 km doorsnee voldoende dubbele punten beschikbaar zijn, welke niet alleen langs de rand van het gebied liggen, dan zal de fout vermoedelijk niet groter dan zo'n 2 cm worden.

Voor de hoogtebeschrijving (door een gekanteld vlak voor de geoïde) is 4 punten voor het bepalen van een one-step transformatie niet genoeg, omdat zo'n vlak daar bijna altijd wel door heen gaat. Het vlak zelf wordt bepaald door 3 punten. Als hiervoor een dichter grid van 2,5 km wordt genomen (zodat voor een gebied van  $10 \times 10$  km<sup>2</sup> 25 dubbele punten beschikbaar zijn; er kunnen er maximaal 30 worden gebruikt in SKI) kan worden bekeken hoe voor het betreffende gebied de werkelijke afwijkingen van de geoïde ten opzichte van een vlak zijn. Voor een gebied rondom Willemstad blijkt zo'n vlak prima te voldoen (op mm niveau). Voor een testgebied in de Peel zijn echter fouten gevonden van 2 cm voor een 10 km gebied, en 8 cm voor een 20 km gebied.

### **3.3 Betrouwbaarheid**

De controle van de gebruikte transformatieparameters in de controller (om de betrouwbaarheid te verbeteren) kan nodig zijn als bijvoorbeeld een verkeerde one-step set van de PCMCIA-kaart wordt gekozen. Als deze voor een heel ander gebied is bepaald op bijvoorbeeld 100 km afstand, kan een behoorlijk grote fout worden gemaakt voor absolute coördinaten. Voor relatieve coördinaten (coördinaatverschillen) is dit veel kleiner, maar misschien toch nog van cm-orde. Dit is theoretisch lastig aan te tonen, omdat de one-step transformatie een vrij lastige formule is. In ieder geval kan een controle worden gedaan of de juiste one-step set is gekozen door weer met CC3.0 uitgerekenende coördinaten in WGS84 en RD/NAP van een willekeurig punt in het gebied te vergelijken of de coördinaten die uit de one-step transformatie op de controller binnen een dm is. Er is ook een controle te doen op het daadwerkelijk uitvoeren van deze transformatieparameter-controle door de waarnemer. Door een



opgegeven coördinaat in te voeren voor een punt en deze te laten transformeren en te registreren kan (achteraf) op kantoor een controle met de juiste one-step transformatie worden gedaan.

Een andere manier om te controleren of de transformatie wel juist is, is door één of enkele bekende punten te bezoeken en de gemeten en getransformeerde waarden te vergelijken. Het maximaal toegestane verschil hangt af van

- de lokale kwaliteit van de one-step transformatie (varieert tussen zo'n 1 en 5 cm binnen Nederland),
- de kwaliteit van de RTK meting zelf,
- de kwaliteit van het basispunt en van
- de kwaliteit van het controlepunt zelf.

Al met al dus al gauw meer dan 5 cm.

### **3.4 Test**

In de praktijk is een test uitgevoerd om de invloed van verschillende sets transformatieparameters te bekijken. De eerste one-step transformatie is bepaald door voor een regelmatig puntengrid van RD/NAP-coördinaten de daaruit berekende WGS84-coördinaten uit CC3.0, in SKI in te voeren en de one-step transformatie (TP1) te laten uitrekenen. Voor een tweede transformatie zijn alle RD-Y-coördinaten 10 meter groter gemaakt. Uit deze nieuwe RD-coördinaten is ook in SKI met dezelfde (oude) WGS84 coördinaten een one-step transformatie (TP2) bepaald. Bij het transformeren van absolute coördinaten (geen coördinaatverschillen) zal hierdoor een verschil van 10 meter ontstaan. De verwachting is dat het voor coördinaatverschillen bij RTK dus niet uitmaakt. Om dat te controleren zijn de volgende tests uitgevoerd:

- Selecteer TP1 op de basis, en voer de RD/NAP-coördinaten van het basispunt in.
- Selecteer TP1 op de rover, doe de RTK-meting op de testpunten en registreer RD/NAP-coördinaten (RES1).
- Vervolgens is TP2 geselecteerd op de rover, en wordt weer RTK gemeten met de rover op de testpunten (RES2).
- Vervolgens: selecteer nu ook TP2 op de basis, en meet opnieuw de testpunten in (RES3).

De verwachting is dat RES1 en RES3 gelijk zullen zijn, en dat RES2 daar in de Y-coördinaat 10 m van afwijkt.

Echter, het blijkt dat RES2 en RES3 gelijk zijn, en beide in Y-richting 10 meter groter dan RES1. De verklaring hiervoor is dat tijdens de eerste metingen voor RES1 de RD/NAP-coördinaten van de basis op de basis zijn omgerekend naar WGS84 en naar de rover zijn over gezonden. Bij het uitvoeren van de volgende metingen voor RES2 en RES3 ziet de rover dat hij de WGS84-coördinaten van het basispunt al heeft (ze staan in de puntenlijst), en gaat daarom deze niet opnieuw 'vragen'. Voor RES2 en RES3 worden alleen op de rover nog de WGS84-coördinaten van de rover zelf omgerekend naar RD/NAP, beide keren met TP2. De coördinaten zijn dus gelijk en in Y-richting 10 meter groter dan in RES1. Om in de derde test daadwerkelijk gebruik te maken van TP2 op de basis moeten dus de coördinaten van het basispunt in de rover uit de lijst worden geschrappt. Pas dan zal opnieuw WGS84-coördinaten van de basis worden opgevraagd. Een geheel nieuwe initialisatie (nieuwe job starten) is dus van belang. Het is dus gevaarlijk om binnen een meetsessie van one-step transformatie te veranderen.



## 4 Conclusie

In de praktijk kan er met RTK DGPS wordt gewerkt,

- in een gebied kleiner dan 10 km
- en met een one-step transformatie uit SKI bepaald met een dichte WGS84-puntenset en theoretisch berekende RD-coördinaten daaruit

waarbij de fouten ten gevolge van de transformaties niet groter zullen zijn dan 5 cm en de fout in de hoogte door het verwaarlozen van geoïdevariaties ten opzichte van een vlak doorgaans niet groter dan 2 cm zullen zijn. Hier komen nog wel de reguliere fouten van de GPS-metingen zelf bij (bijvoorbeeld antennefout, meetruis, cycle-slips, etc).

De vraag over de precisie van de bepaalde RD/NAP-coördinaten afhankelijk van de gebruikte transformatieparameters heeft als antwoord:

- Voor de RD-coördinaten maakt het niet uit welke transformatieparameters worden gebruikt.
- Voor de NAP-hoogten maakt het wel uit als van de geoïde gebruik wordt gemaakt. Deze zijn met de landelijke transformatieparameters bepaald.
- Voor de NAP-hoogten maakt het in principe ook niet uit als van een one-step transformatie gebruik wordt gemaakt. De precisie van het eindresultaat is dan wel wat minder goed ( $< 2$  cm).

Een goede betrouwbaarheid van de gebruikte transformatieparameters (ofwel de ingevoerde en gekozen one-step transformatie) wordt bereikt door een willekeurige coördinaat in te voeren en te transformeren en te vergelijken met de oplossing uit CC3.0. Op het daadwerkelijk uitvoeren van deze procedure kan ook worden gecontroleerd. Daarnaast kan door het bezoeken van bekende punten ook een controle op de juistheid van de transformatieparameters worden uitgevoerd. Hiermee wordt ook gecontroleerd of wel de juiste RD/NAP-coördinaten van het basispunt zijn ingevoerd. Meer details hierover komen in het "Handboek NAP-hoogten uit GPS".

Het is vooral belangrijk dat de gebruikte transformatieparameters op basis en rover dezelfde zijn.

Als algemene conclusie kan worden genoemd dat het dus niet nodig is om vooraf een grondslag in te meten (in WGS84) en daaruit lokale transformatieparameters te bepalen. Dit is alleen noodzakelijk als sub-cm precisie moet worden bereikt. Dit is bij RTK (meestal) niet het geval.



## Bijlage

## Aanmaken van een one-step transformatie voor RTK DGPS met SKI

1. Maak een file aan met de coördinaten van de punten in een grid van het te meten gebied volgens het formaat "puntnummer RD-X RD-Y H-NAP". De punten moeten 2-3 km uit elkaar liggen (hele gebied bedekken, maximaal 30 waarden, dus meestal 5x5 grid). Neem voor de NAP-hoogte nul. Hiervoor kan het programma **tp\_ski.exe**, optie 1 worden gebruikt.
2. Transformeer deze met CC3.0 naar WGS Cartesian coordinates, neem als aantal decimalen 3.
3. Edit deze file naar het SKI-format. De coördinaatcode is 12. Dit kan ook met het programma **tp\_ski.exe**, optie 2 worden gedaan.
4. Importeer de dataset (Datum/Map, Import/Export, Coordinate set)
5. Transformeer deze punten naar RD/NAP
  - Maak lokale transformatie WGS84 > Bessel (zie parameters HTW) (Configuration, Local coordinates, Transformation parameter)
  - Importeer het projectieprogramma **rdbes.exe** (Datum/Map, Import/Export, Map projection sets)
  - Importeer het programma "De Min-geoïde" **geodmins.exe** (Datum/Map, Import/Export, Geoid models)
  - Transformeer WGS84 geocentrische coördinaten naar RD/NAP (Datum/Map, Transform coordinates, en kies de juiste transformatie, projectie en geoïde)
  - Store de coördinatenset
6. Bepaal de one-step transformatie tussen de beide puntensets (Datum/Map, Transformation Parameters, One-step, Determine parameters). Selecteer beide sets, kies (Position and height), kies (Auto match, Compute) en sla de relatie op (Store). De residuals geven aan hoe goed voor het betreffende gebied de one-step benadering is voor RD-coördinaten en voor NAP-hoogten (als een regelmatig grid van 25 punten is gebruikt)
7. Exporteer de one-step relatie naar een diskette of harddisk (Datum/Map, Import/Export), kies de aangemaakte one-step transformatie, geef gewenste naam, kies gewenste schrijfplek en optie (PCMCIA/MEL-PC) en vervolgens (Add, Export)
8. Kopieer de (nieuwe!!) file **gpstrf.dat** (meestal in **c:\ski\work\**) naar de PCMCIA-kaarten van de controllers.

Doordat wordt begonnen met een set RD/NAP-coördinaten welke binnen SKI uit de WGS-coördinaten ook weer worden uitgerekend, wordt een controle uitgevoerd op de gebruikte transformatieparameters WGS84 naar Bessel, de projectie Bessel naar RD en de gebruikte geoïde in SKI. De RD/NAP-coördinaten uit SKI moeten op mm-niveau overeenkomen met de uitgangskoördinaten die in CC3.0 zijn ingevoerd. Hiermee wordt gecontroleerd dat een juiste one-step transformatie wordt bepaald in SKI als benadering voor de juiste, HTW-transformatie.

Let tijdens de metingen op dat de coördinaten van het basispunt nog niet bekend zijn in de rover-controller en dat de gebruikte one-step transformatie niet wordt veranderd.