



**RWS ONGECLASSIFICEERD**

## **Adviezen secundair waterpassen**

Datum	1 februari 2017
Status	Definitief versie 1.2

# Inhoud

## **Inleiding 5**

### **1 Het NAP-net 6**

- 1.1 Koninklijk besluit van 1818 en ministerieel besluit van 18296
- 1.2 Verantwoordelijkheid instandhouding NAP-net 6
- 1.3 Gebruikersgroep van NAP-hoogten 6

### **2 Opstellingen en materiaal 7**

- 2.1 Frequentie algemene veldcontroles 7
- 2.2 Frequentie veldcontroles van vizierlijn en doosniveaus 7
- 2.3 Doosniveau waterpasinstrument, controle en regeling 7
- 2.4 Doosniveau baak, controle en regeling 7
- 2.5 Vizierlijncontrole, methode 3-33 8
- 2.6 Baakopstelling 10
- 2.7 Instrumentopstelling 12
- 2.8 Refractie 13
- 2.9 Ondulatie 14

### **3 Systematische fouten 15**

- 3.1 Inleiding 15
- 3.2 Orde van een waterpassing 15
- 3.3 Achtergrond van het elimineren 15
- 3.4 Eliminatie technieken 16

### **4 Afleesaspecten 18**

- 4.1 Digitaal een baak aflezen 18
- 4.2 Doosniveau en het afleesproces 19
- 4.3 Traditioneel een baak aflezen 19
  - 4.3.1 Voorbeeld van het combi-kruisdradenplaatje 20
  - 4.3.2 Voorbeeld aflezing hele cm-baken 20
  - 4.3.3 Aflezing halve cm-baken 21
- 4.4 Controle van de aflezingen op opstellingsniveau bij primair optisch waterpassen 22
  - 4.4.1 Bij traditioneel aflezen 22
  - 4.4.2 Bij barcode aflezen 22

### **5 Tweezijdige tachymetrische overgangswaterpassing 23**

- 5.1 Principe methode tachymeter 23
- 5.2 Benodigd gereedschap en materiaal 24
- 5.3 Aardkromming en schietloodafwijking 24
  - 5.3.1 Aardkromming 24
  - 5.3.2 Schietloodafwijking 25
  - 5.3.3 Eliminatie aardkromming en schietloodafwijkingen 25
- 5.4 Vizierlijnafwijking 26
  - 5.4.1 Eliminatie vizierlijnafwijking 26
- 5.5 Refractie 26
  - 5.5.1 Eliminatie refractie 27
- 5.6 Samenvatting eliminatie 27
- 5.7 Meting van de overgang 28
- 5.8 Meting van hulppunt naar peilmerk van het NAP 28
- 5.9 Meting met waarnemingen in series 28

5.9.1	Groot aantal aflezingen	28
5.9.2	Series	28
5.9.3	Instrumentwisseling	29
5.10	Voorwaarden opstelling	29
5.11	Spreadsheetprogramma	30
5.11.1	Voorblad	30
5.11.2	Veldwerken A1 t/m B2	31
5.11.3	Resumtie	31
5.11.4	Bijzondere waarnemingen	31



## Inleiding

Dit document is een aanvulling op "Productspecificaties Beheer NAP 2017", maar bevat slechts vrijblijvende adviezen over de uitvoering van het waterpaswerk. Zaken die reeds zijn vermeld in de productspecificaties zullen hier niet terugkomen, daarom bevat dit document geen volledig beeld van het waterpaswerk.

Dit document is gemaakt om de opgebouwde waterpaskennis bij de CIV (Centrale Informatievoorziening) van Rijkswaterstaat vast te leggen met als doel een handreiking te geven voor het efficiënt en kwalitatief optimaal meten van waterpasnetwerken waarmee met grote zekerheid kan worden voldaan aan de waterpasnormen van het NAP. Bij het voor RWS CIV uitvoeren van waterpaswerk ten behoeve van het beheer van het NAP is het echter niet verplicht de inhoud van dit document op te volgen.

# 1 Het NAP-net

## 1.1 Koninklijk besluit van 1818 en ministerieel besluit van 1829

In 1815 ontwierp de Inspecteur Generaal Goudriaan een memorie, waarin hij er op aandrong een einde te maken aan de verwarring rond het grote aantal verschillende peilen langs de grote rivieren. Hij stelde voor, voor alle rivieren eenzelfde peil nl. het A.P. te nemen. De regering was akkoord en bij Koninklijk Besluit van 18 februari 1818 nr. 60 werd het A.P. als algemeen vergelijkingsvlak voorgeschreven.

Het ministerieel besluit van 15 april 1829 nr. 114Ab, waarbij het algemeen invoeren van peilschalen met het A.P. als nulpunt werd voorgeschreven, heeft uiteindelijk de beslissing gebracht voor de daadwerkelijke invoering.

Om de uitkomsten van de eerste nauwkeurigheidswaterpassing (1875-1885) te onderscheiden van reeds voor die tijd uitgevoerde waterpassingen, werd voor die van 1875 en later de naam Normaal Amsterdams Peil, N.A.P. ingevoerd.

(bron: De geschiedenis van het N.A.P. door P.I. van der Weele, 1971)

(N.B.: de afkorting N.A.P. is als begrip zo ingeburgerd dat het in het vervolg zonder puntjes, als NAP wordt geschreven)

## 1.2 Verantwoordelijkheid instandhouding NAP-net

De verantwoordelijkheid voor de instandhouding van het NAP-net in Nederland is thans opgedragen aan de Rijkswaterstaat (RWS). Binnen RWS is de CIV, afdeling Regie Data Derden Watermanagement Geodetische Infrastructuur (RDD-WM GDI), met deze taak belast.

## 1.3 Gebruikersgroep van NAP-hoogten

De gebruikers van NAP-hoogten zijn vooral: Rijksinstellingen, Provincies, Gemeenten, Waterschappen, Ingenieursbureaus, Aannemers, Nutsbedrijven en wetenschappelijke instellingen voor bodembewegingsonderzoek en zeespiegelvariatie.

## 2 Opstellingen en materiaal

### 2.1 Frequentie algemene veldcontroles

dagelijks Het is aan te bevelen dagelijks de algemene toestand van instrument, baken en soort wisselpunten te controleren. (Bijvoorbeeld: loszittende scharnieren van statief, speling in voetschroeven instrument enz.).

### 2.2 Frequentie veldcontroles van vizierlijn en doosniveaus

dagelijks Doosniveau waterpasinstrument, vóór aanvang van een nieuwe sectie.  
 wekelijks Hoofdvoorwaarde vizierlijn, vóór aanvang van een nieuwe sectie.  
 wekelijks Doosniveaus baken.

### 2.3 Doosniveau waterpasinstrument, controle en regeling

Als u het doosniveau controleert op ontregeling doe het dan voor aanvang van een nieuwe sectie; niet tijdens de meting, en ook niet tussen twee opstellingen of tussen de heen- en terugmeting.

Het vooraf optimaal regelen (en tijdens het waterpassen optimaal inspelen) van de bel is één van de methoden die helpen het nadelige effect van richtingsverandering van de vizierlijn door compensator-onbalans, te verkleinen. Het idee als de bel maar binnen de cirkel blijft dan is het goed, is een foute veronderstelling voor nauwkeurig waterpassen omdat bij elke belstand een eigen vizierlijnrichting hoort, hoe klein de verschillen soms ook zijn.

Werkwijze:

- Zoek een plaats uit de zon. Zet het instrument op een goed vastgetrapt statief.
- Speel de bel in en draai het instrument 180 graden.
- Als er een beluitwijking is neemt u de halve beluitwijking weg met de regelschroeven van het doosniveau.
- Herhaal de handelingen vanaf "speel de bel in" net zo lang totdat u geen beluitwijking meer constateert. Het justeren is dus een iteratieproces.

### 2.4 Doosniveau baak, controle en regeling

De controle is in het veld uit te voeren door een met het doosniveau verticaal gestelde baak te vergelijken met de verticale kruisdraad van het ingespeelde waterpasinstrument. De baak wordt in twee standen vergeleken. Eerst met het becijferde vlak van de baak gericht naar het instrument en daarna met het becijferde vlak loodrecht op de richting baak-instrument.

Becijferde vlak van de baak gericht naar het waterpasinstrument:

- zet de baak verticaal met behulp van de verticale draad van het ingespeelde waterpasinstrument en justeer het doosniveau maximaal. Het doosniveau staat nu goed voor één richting.

Zijkant van de baak gericht naar het waterpasinstrument:

- zet de baak verticaal met behulp van de verticale draad van het ingespeelde waterpasinstrument en justeer het doosniveau maximaal. Het doosniveau staat nu ook goed voor de andere richting.

## 2.5 Vizerlijncontrole, methode 3-33

- Middendraad

De middendraad van het waterpasinstrument moet bij goed geregelde en ingespeelde bel loodrecht staan op de richting van de zwaartekracht ter plaatse van het instrument. Een methode om dit in het veld te controleren staat bij de Rijkswaterstaat bekend als de methode 3/33. Deze naam is ontleend aan de gebruikte afstanden bij de excentrische opstelling, de korte slag is namelijk 3 meter en de lange 33 meter.

- Uit het midden en excentrisch meten

De methode bestaat uit een meting "uit het midden" tussen twee vast opgestelde baken gevolgd door een "excentrische" meting tussen dezelfde baken. Bij goed geregelde vizerlijn is de gevonden afwijking gelijk aan 0, als we de correctie voor de aardkromming verwaarlozen. Er is voor gekozen de afstand tussen de baken niet te groot te maken ter verhoging van de afleesnauwkeurigheid. Bovendien is gezorgd voor voldoende excentriciteit om afwijkingen van de vizerlijn te kunnen constateren.

- Aardkromming

De afstanden zijn zo gekozen dat in de excentrische opstelling de verhouding  $A:V=1:11$ , zodat  $v_2=1/10 v_1$ . De aardkromming is voor de afstand van 33m en 3m opvolgend 0.09mm en 0.001mm. Hiermee wordt verder geen rekening gehouden.

### *Kukkamäki*

N.B.: de vizerlijncontrole volgens methode 3/33 is ongeveer gelijk aan de internationaal bekende methode van Kukkamäki (Finland) met dit verschil dat de instrumentopstellingen bij methode 3/33 binnen de baken blijven, zodat één van beide niet gedraaid hoeft te worden. Dit heeft het voordeel van minder kans op verstoring van de betreffende baak en daardoor geen effect op de aflezing door verschillen in nulpunt van de baak door eventuele scheefstand van de baakvoet. Bovendien werkt het sneller.

Voorbeeld opstelling:

**A**   **x<sub>1</sub>**   **B**  
**A**            **x<sub>2</sub>** **B**

Uitleg opstelling:

**A** = baakopstelling

**B** = baakopstelling

**x<sub>1</sub>** = plaats van het instrument in opstelling "midden"

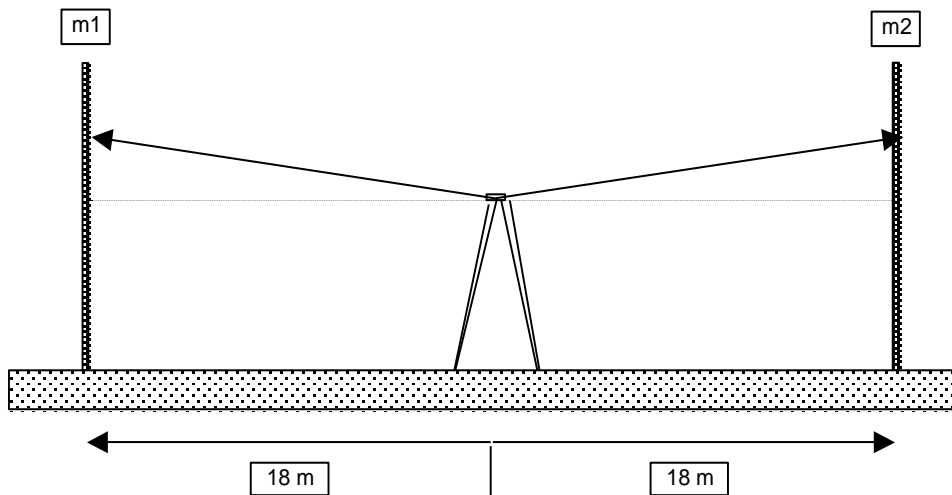
**x<sub>2</sub>** = plaats van het instrument in opstelling "excentrisch"



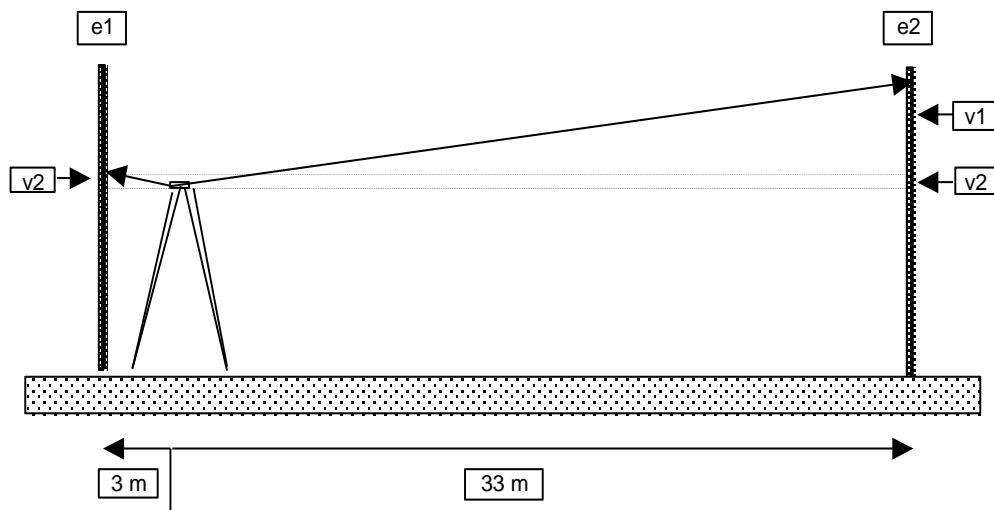
**A -  $x_1$  = 18m en  $x_1 - B$  = 18m**

**A -  $x_2$  = 33m en  $x_2 - B$  = 3m**

*Vizierlijncontrole, opstelling in het midden:*



*Vizierlijncontrole, opstelling excentrisch:*



#### Opstelling

1. Kies een nagenoeg vlak terrein. Zet met de meetveer afstanden uit van 0, 3, 18 en 36 meter.
2. Op 0 en 36 meter plaatst u stabiele eenduidige punten waarop u de baken verticaal opstelt.
3. Schoor de baken in stevige jalonsstatieven, zodanig dat deze niet kunnen omvallen.

4. Zorg voor een optimaal geregeld en ingespeeld doosniveau van het waterpasinstrument.

#### Controle

1. Meet de vizierlijncontrole als een sectie volgens orde 2B: in de eerste opstelling "midden" (bij de 18 m markering) van A naar B en vervolgens vanuit de tweede opstelling "excentrisch" (bij de 3 m markering) van B naar A. Het gemeten hoogteverschil van de sectie (hoogteverschil in 1<sup>e</sup> opstelling + hoogteverschil in 2<sup>e</sup> opstelling) is gelijk aan de afwijking van de vizierlijn. Door een vizierlijncontrole te uitvoeren en vastleggen maakt u ook voor de opdrachtgever zichtbaar hoe de kwaliteit van de vizierlijn is.
2. Beoordeel of de vizierlijn-afwijking j/n binnen de tolerantie valt.
3. Meet u met barcode ga dan naar "barcode", anders ga naar "traditioneel"

#### Barcode

1<sup>e</sup> stap: als de vizierlijnafwijking buiten de tolerantie valt, herhaal de vizierlijncontrole met de module van het barcode-instrument zelf (zo mogelijk volgens methode 3/33) en sla de grootte van de vizierlijnafwijking in het instrument op. Zie hiervoor de fabrieksinstructie.

2<sup>e</sup> stap: voer de eerste stap nogmaals uit en controleer of de vizierlijnafwijking inderdaad binnen de tolerantie valt.

3<sup>e</sup> stap: als de tolerantie niet binnen de tolerantie valt dan start u opnieuw bij de tweede stap enz. Wordt de tolerantie wel gehaald dan bent u klaar met de vizierlijncontrole.

#### Traditioneel

1<sup>e</sup> stap: als de vizierlijnafwijking buiten de tolerantie valt, herhaal de vizierlijncontrole met het formulier vizierlijncontrole 3/33. Volg het formulier en regel de vizierlijn in de excentrische opstelling. Aan welke schroefjes u moet draaien kunt u vinden in het instructieboekje van de fabrikant. Verder handelt u als volgt:

- bereken de juiste aflezing (5 cijfers inclusief voorloopnullen) die u eigenlijk zou moeten hebben in de excentrische opstelling voor de lange zijde;
- stel de laatste 2 cijfers (0,1 mm nauwkeurig) van deze juiste aflezing in op de micrometer;
- verdraai met behulp van de daarvoor bestemde correctieschroeven de middendraad naar de hele cm-waarde van de juiste aflezing.

2<sup>e</sup> stap: voer de eerste stap nogmaals uit en controleer of de vizierlijnafwijking inderdaad binnen de tolerantie valt.

3<sup>e</sup> stap: als de tolerantie niet binnen de tolerantie valt dan start u opnieuw bij de tweede stap enz. Wordt de tolerantie wel gehaald dan bent u klaar met de vizierlijncontrole.

## 2.6 Baakopstelling

Secundaire waterpassingen worden in doorgang uitgevoerd. Instrument en baak worden om en om opgesteld op tijdelijke locaties. De baak wordt op een wisselpunt opgesteld.

Baken kunnen bij onvoldoende ondersteuning zakken. Afhankelijk van de soort ondergrond (en bij asfalt ook temperatuur) kiest de ploegchef het meest geschikte type wisselpunt.

Veel gebruikte typen wisselpunten zijn:

potten	Wateraspotten op (verharde) ondergrond van voldoende stabiliteit
pennen	Wateraspennen op onverharde grond, of wanneer (asfalt)verhardingen te zacht zijn
piketten	Piketten met paraplu-pijker als wateraspennen geen oplossing bieden (bijvoorbeeld op zandplaten in de Waddenzee en andere slechte ondergrond).
kogels	Gehard stalen kogels (bijvoorbeeld van een kogellager) met een diameter van 20 à 22 mm, in holletjes van stabiele verharding of andere stabiele punten. Alleen toe te passen door ervaren baakhouders!

Wisselpunten moeten zodanig worden opgesteld, dat de kans op zakking of rijzing zo gering mogelijk is.

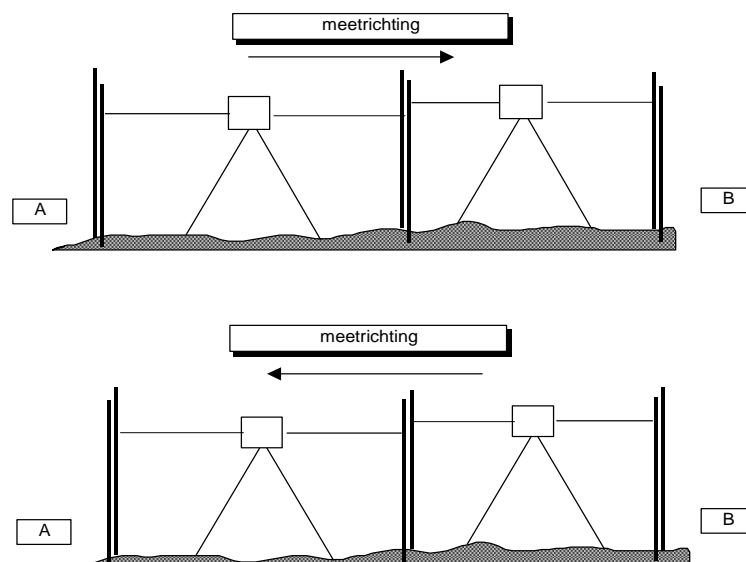
Zakking is bijvoorbeeld te verwachten:

- wanneer de waterpas op asfalt wordt opgesteld, bij een asfalttemperatuur hoger dan 15° C;
- op bevroren onverharde grond als de waterpaspen niet voldoende diep door de bevroren toplaag is te trappen;
- op bevroren verharde grond als de punten van de wateraspotten rusten op een ijs- en/of sneeuwlaag
- op vers gestort asfalt, ook al is de buitentemperatuur laag.

Rijzing is bijvoorbeeld te verwachten:

- op gras. Indien opstelling op gras niet te vermijden is, moet deze zeer zorgvuldig gebeuren. De waterpaspen moet u dan voldoende diep door de graszode worden getrapt of geslagen. Zonodig worden piketten geplaatst en daarna voorzien van een paraplu-pijker in de kop.

In onderstaande schets is potzakking weergegeven door de achterbaak lager te tekenen dan de voorbaak N.B.: als in het theoretische geval alleen potzakking aanwezig zou zijn en alle andere effecten nul, dan heeft de sluitterm van heen- en teruggang een + teken.



## 2.7 Instrumentopstelling

Het waterpasinstrument stelt u op zodanige plaatsen op, dat de kans op zakking of rijzing zo gering mogelijk is.

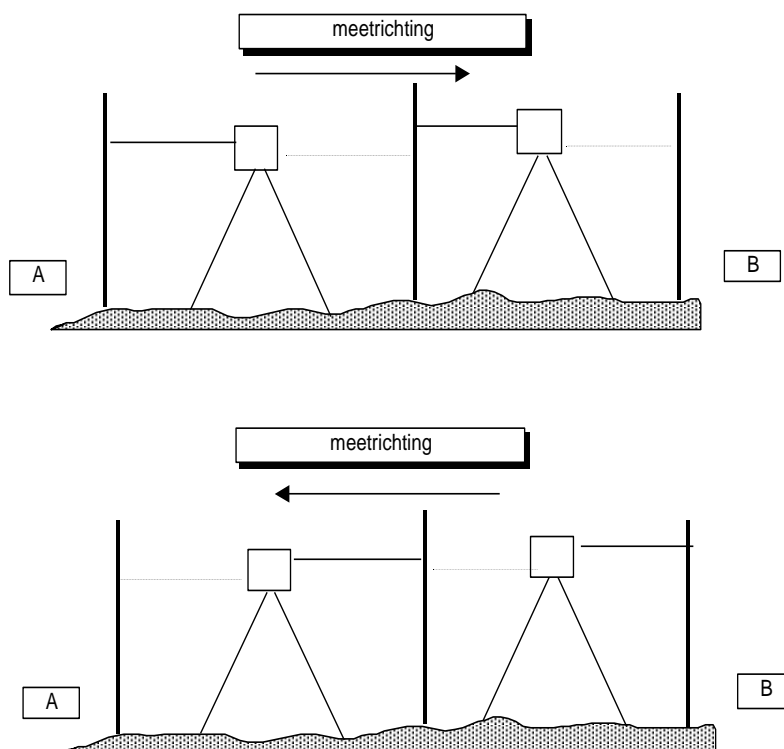
Zakking is te verwachten, bijvoorbeeld:

- wanneer het statief op asfalt wordt opgesteld, bij een asfalttemperatuur hoger dan  $15^{\circ}\text{C}$ ;
- op bevroren onverharde grond als de statiefvoeten niet door de bevroren toplaag zijn te trappen;
- op bevroren verharde grond als de punten van de statiefvoeten rusten op een ijs- en/of sneeuwlaag;
- op vers gestort asfalt, ook al is de buitentemperatuur laag.

Rijzing is te verwachten, bijvoorbeeld:

- op gras. Indien u opstelling op gras niet kunt vermijden, moet u deze zeer zorgvuldig doen. Een goede methode is om eerst twee statiefpoten in te trappen en dan het statief flink teveel in de richting van de derde poot te laten overhellen. Daarna laat u het statief terugkomen, gevolgd door het stevig intrappen van de drie poten.
- als u de statiefvoeten tussen straatklinkers te fors intrapt.

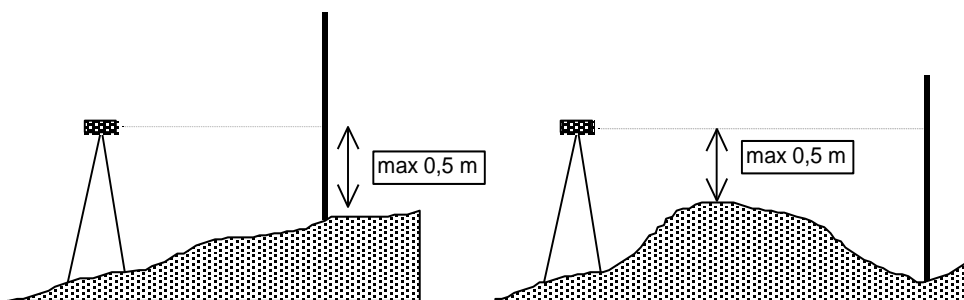
In onderstaande schets is instrumentzakking weergegeven door de vizierlijn van de voorbaakaflezing lager te tekenen (als onderbroken streeplijn) dan de vizierlijn van de achterbaakaflezing (als doorgetrokken lijn). N.B.: als in het theoretische geval alleen instrumentzakking aanwezig zou zijn en alle andere effecten nul, dan heeft de sluitterm van heen- en teruggang een + teken.



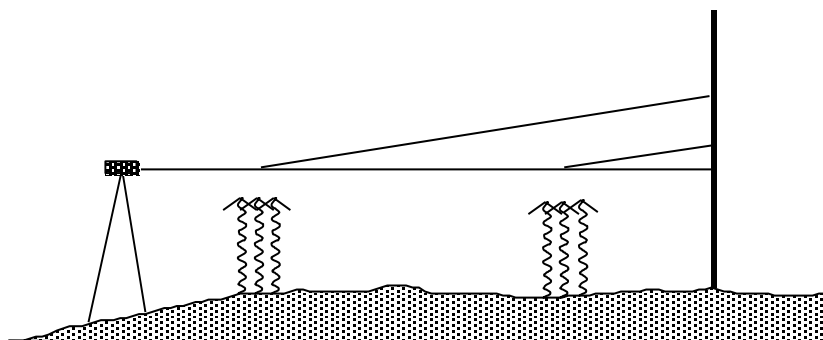
## 2.8 Refractie

Een lichtstraal zal op zijn weg vanaf de baak naar het instrument luchtlagen passeren met verschillende optische dichtheden. Het gevolg hiervan is dat de lichtstraal wordt gebroken. Deze breking die refractie wordt genoemd is als een storende factor te zien.

Invloeden van refractie kunt u verminderen door op een afstand van minstens 1 meter langs muren en heggen of andere obstakels (o.a. auto's) te waterpassen en door er voor te zorgen dat in hellend terrein de vizierlijn op een hoogte van tenminste een halve meter boven het maaiveld blijft. Zie onderstaande schetsen.



De plaatsen van opstelling van het instrument en baak kiest u met overleg. De omstandigheden moeten aan beide zijden van het instrument ongeveer gelijk zijn (zon/zon of schaduw/schaduw). Versturende gedeelten dicht bij het instrument hebben een grotere invloed op de aflezing van een baak dan versturende gedeelten verder weg van het instrument. Zie onderstaande schets.



## **2.9 Ondulatie**

Wanneer door ondulatie de baken slecht afleesbaar worden moet u:

- de slagen korter maken of
- de werktijden aanpassen of
- de meting staken.

## 3 Systematische fouten

### 3.1 Inleiding

Het meten van groot naar klein is een landmeetkundig basisprincipe. Bij waterpassen zondigen we nogal tegen deze regel, simpelweg omdat we niet anders kunnen. De kans op niet ontdekte fouten en cumulatie van allerlei kleine systematische fouten is daarom nogal groot. Zeer zorgvuldig werken, het toepassen van controles en fouten-eliminatie-technieken is daarom essentieel om al deze versturende effecten zo klein mogelijk te houden. De kans op afleesfouten evenwel zijn met de komst van het barcodewaterpassen zeer klein geworden.

### 3.2 Orde van een waterpassing

Met orde van een waterpassing wordt de precisie van de meting zelf bedoeld en niet de precisie van de NAP-hoogte van het punt.

De uiteindelijke precisie van de hoogte van een punt wordt naast de orde van de meting in sterke mate bepaald door de netconstructie. Het is zeer wel mogelijk dat in eenzelfde gebied een secundaire waterpassing in een netconstructie met veel kringen een betere precisie van de hoogte geeft dan een primaire waterpassing in een netconstructie met weinig kringen.

Verkenningberekeningen met als input de netconstructie en de à priori standaardafwijking kunnen op eenvoudige wijze uitsluitend geven. Omdat peilmerken bewegen, en zelfs - hoewel weinig - ook ondergrondse merken, heeft de doorlooptijd waarin de waterpassingen kunnen worden uitgevoerd eveneens invloed op het uiteindelijke resultaat.

Doorgaande waterpassingen zijn verdeeld in 3 soorten nauwkeurigheden (1e, 2e en 3e orde), waarbij de 2e orde waterpassing nog weer is onderverdeeld in 2A en 2B. Eerste, tweede en derde orde waterpassingen worden ook wel primaire, secundaire en tertiaire waterpassingen genoemd. Orde 2B is de meest toegepaste methode en de enige beschreven methode in de productspecificaties.

### 3.3 Achtergrond van het elimineren

In het algemeen geldt dat voor maximale eliminatie een terugmeting een spiegelbeeld moet zijn van de heenmeting. Dat wil zeggen als qua richting de heenmeting loopt van A naar B, dan loopt de terugmeting van B naar A.

Spiegelbeeldig qua tijd zal over het algemeen niet lukken omdat een heenmeting meestal meer tijd kost dan een terugmeting. Zo zijn nog meer spiegelbeelden te noemen, zoals potzakking in de heengang en teruggang, instrumentzakking in de heengang en teruggang, enz.

Het algemene beeld zal hiermee wel duidelijk zijn: hoe meer een terugmeting een spiegelbeeld is van de heenmeting hoe groter de kans op eliminatie van systematische effecten.

Neem als voorbeeld primair waterpassen met als afleesproces "AVVA" in een oneven opstelling. Eliminatie van instrumentzakking vindt hier al plaats op het niveau van een opstelling.

Toch is hierbij voor het traditioneel waterpassen een kanttkening te maken: het afleesproces vindt niet volledig spiegelbeeldig plaats.

Schrijven wij AVVA in detail uit met  $A(bmo)V(bmo)V(m)A(m)$ , waarbij is A= achterbaak, V= voorbaak, b= bovendraad, m= middendraad, o= onderdraad, dan wordt al snel duidelijk dat  $A(bmo)V(bmo)$  meer tijd vraagt dan  $V(m)A(m)$ . Hoewel een flink deel van de eliminatie wordt bereikt, blijft er nog een restfout over. Voor de even opstellingen waarbij het afleesproces start bij de voorbaak, VAAV, geldt eenzelfde redenatie, echter hier is een restfout, naar is aan te nemen, van dezelfde grootte. Worden nu beide opstellingen (AVVA en VAAV) geresumeerd dan zijn ook deze restfouten theoretisch in de sommatie van het hoogteverschil verdwenen, dus na twee opstellingen.

### 3.4 Eliminatie technieken

Hierna volgt een opsomming van een aantal belangrijke foutenbronnen en de mogelijkheden van eliminatie in het gemiddelde hoogteverschil van heen- en terugmeting bij de diverse orden van waterpassing. In onderstaande tabel is een relatie gelegd tussen de foutenbronnen en bij welke orden van waterpassing en op welk niveau eliminatie wordt bereikt. Bij primair waterpassen is dat al in een vroeg stadium (op opstellingsniveau) en bij orde 2B in een later stadium (sectieniveau).

Eliminaties per orde van waterpassen in schema:

te elimineren		meten vanuit het midden op u	per instrument-opstelling	per twee instrument-opstellingen	per sectie van A naar B en van B naar A e]	per traject secties in wisselende volgorde f]
aardkromming	a]	1, 2A, 2B, 3				
schietloodafwijking	b]					
vizierlijnafwijking		1, 2A, 2B, 3				
instrumentzakking			1 (gedeeltelijk)	1, 2A	1, 2A, 2B, 3	1, 2A, 2B, 3
wisselpuntzakking					1, 2A, 2B, 3	1, 2A, 2B, 3
onbalans compensator	c]			1, 2A	1, 2A, 2B, 3	
na-ijlen compensator			1 (gedeeltelijk)	1, 2A	1, 2A, 2B, 3	1, 2A, 2B, 3
refractie (verandering!)	d]		1 (gedeeltelijk)	1, 2A	1, 2A, 2B, 3	1, 2A, 2B, 3



## Aanvullend:

a]	Aardkromming is alleen te elimineren als op opstellingsniveau uit het midden wordt gewaterpast. Het gelijk maken van de afstanden <u>achter</u> aan de afstanden <u>voor</u> in de laatste opstelling van een sectie is wel van belang voor de vizierlijnafwijking, vooropgesteld dat deze tijdens de meting stabiel is gebleven, maar het gaat niet op voor de aardkromming. De vizierlijnafwijking is immers lineair met de afstand en de aardkromming kwadratisch (zie § 6)
b]	Omdat de afstanden instrument-baak kort zijn, wordt aangenomen dat dit effect nauwelijks een rol speelt.
c]	Geldt alleen als het doosniveau volgens de specificaties wordt ingespeeld. Dat wil zeggen: kijker richten op de baak die het eerst wordt afgelezen en daarna het doosniveau inspelen. <u>Afwijking van dit voorschrift</u> kan een systematische fout veroorzaken in het <u>gemiddelde</u> van een heen- en terugmeting, hetgeen weer kan leiden tot slecht sluitende kringen; bij ogenschijnlijk goed sluitende secties en trajecten. Het helpt zelfs om als extra het doosniveau steeds vanaf dezelfde kant in te spelen, bijvoorbeeld steeds vanaf boven naar het midden.
d]	Geldt alleen als de refractieverandering in heen-en teruggang in dezelfde richting is. De refractie zelf is niet te elimineren, wel de verandering van de refractie.
e]	Omdat een heengang niet identiek is aan een teruggang, is de verwachting dat het gemiddelde behept blijft met een kleine restsystematiek. Daarnaast zullen er nog ongetwijfeld niet bekende effecten zijn.
f]	Per traject secties in wisselende volgorde. Het helpt ook voor de eliminatie als de heengangen in een traject qua richting voor de helft de ene kant opwijzen en voor de andere helft de andere kant op. Het idee hierachter is dat de rest-systematiek in secties hiermee wordt geëlimineerd.

## 4 Afleesaspecten

### 4.1 Digitaal een baak aflezen

Door de komst van het barcodewaterpassen is het aantal afleesfouten drastisch afgenomen. Het systeem heeft thans zijn belangrijkste kinderziekten overwonnen, en hoewel er uiteraard altijd wat te wensen overblijft is het stevig geworteld in het productieproces van het NAP, zo zelfs dat het de voorkeur heeft boven het traditioneel waterpassen. Niet in het minst door de stabielere standaardafwijking, betere afstandsbepaling en de tijdwinst. Hoewel er zich omstandigheden voordoen dat van tijdwinst geen sprake is door het niet willen meten, zoals bij bepaalde, meestal laagstaande, zonnestand in combinatie met ongunstige kijkrichting. Praktische oplossingen zoals het kiezen van een meetrichting haaks op de richting van de zon, kortere slagafstanden, en soms het stoppen van de meting en overgaan op voorverkenning zijn dan nog alternatieven.

Thans zijn er twee instrumenttypen waarmee goede ervaring is opgebouwd, namelijk de NA3003 van Leica en de DiNi10 (en hoger) van Zeiss.

Een paar belangrijke aandachtspunten. Zoals bekend is de richting van de vizierlijn van een instrument onder andere gevoelig voor de temperatuur van het instrument en de precisie waarmee het doosniveau is ingespeeld. Het laatste omdat de belstand een directe relatie heeft met de onbalans van de compensator (in het Duits Factorfehler genoemd). Leica en Zeiss gaan beide op een andere wijze met deze fouten om:

- de NA3003 meet de belstand van het instrument en de temperatuur, waarmee deze variabelen input zijn voor vizierlijncorrecties. Uiteraard kunnen deze correcties alleen toegepast worden op de elektronische vizierlijn en niet op de optische vizierlijn. Dit gebeurt automatisch met het programma dat door de fabriek is geïnstalleerd in de NA3003.
- de DiNi10 (en hoger) kent deze correcties niet; bij deze instrumenten wordt getracht door een zo'n optimaal mogelijk fabricageproces de fouten zo klein mogelijk te houden.

Het afleesproces verloopt bij Leica en Zeiss ook op andere wijzen dan traditioneel gewend. Bij het traditioneel aflezen zal de waarnemer het al of niet trillende kijkerbeeld enige tijd waarnemen en aldus komen tot een gemiddelde instelling van de micrometer; bij het barcodewaterpassen werkt het echter zo niet. Op het moment dat de waarnemer op de startknop heeft gedrukt start het instrument zijn opname. Zou het, in het theoretische geval, bij een relatief korte opname blijven, dan is van uitmiddeling zoals dat bij het traditioneel aflezen gebeurt geen sprake, en zal bij bewegende beelden (wind, ondulatie, verkeersdrukte) zeer waarschijnlijk een meting met een grote standaardafwijking worden verkregen.

De volgende oplossingen zijn thans voorhanden om een goede meting te verkrijgen:

- de NA3003 biedt de mogelijkheid tot gebruik van "integration time". Hiermee kan de waarnemer aangeven hoe lang hij continu opnamen wil binnen halen, voordat het instrument overgaat tot middeling om tot een meting te komen. Mogelijke instellingen variëren van 3 t/m 9 seconden. In de praktijk is een goed gemiddelde 5 sec, bij zeer goede meetomstandigheden kan naar 3 sec worden

gaan en bij slechtere meetomstandigheden naar 9 sec. (N.B.: als de NA3003 wordt ingezet is het gebruik van integration time voor het beheer van het NAP-net verplicht).

- de DiNi10 (en hoger) verricht per meting in werkelijkheid vier deelmetingen, toetst deze en start bij verwerping de meting opnieuw: net zo lang tot een aanvaarde meting wordt verkregen.

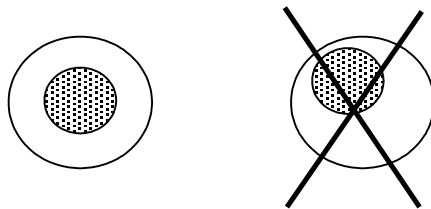
Naast de afhandeling van 1 (één) meting op bovenstaande wijze is het mogelijk meerdere metingen te laten uitvoeren en ook deze te middelen. Dit vraagt uiteraard meer totale meettijd.

## 4.2 Doosniveau en het afleesproces

Het lijkt zo'n simpel instrumentje, het doosniveau, toch is van belang hier zeer zorgvuldig mee om te gaan en aan het volgende te denken.

- Let op het verschil van betekenis voor de begrippen "regelen" en "inspelen".
- Instrumenteel: zorg eerst voor een goede geregeld doosniveau.
- Meettechnisch: zorg voor een goed ingespeeld doosniveau.
- Regel nooit tijdens de meting van een sectie. Ook niet tussen twee instrumentopstellingen of tussen de heen- en teruggang.
- Richt het waterpasinstrument op de baak die het eerst wordt afgelezen.
- Speel de bel optimaal in en kom daarna in dezelfde opstelling niet meer aan de stelschroeven. (N.B.: het werkt zelfs uiteindelijk nauwkeurighheidsverhogend door het doosniveau steeds op eenzelfde wijze in te spelen, bijvoorbeeld vanaf boven naar het midden van de cirkel).
- Start met de handelingen voor de baakaflezingen

(N.B.: Vizerlijnafwijking= afwijking van de middendraad ten opzichte van de horizontaal).



Bovenstaande schets symboliseert de ingespeelde bel; links goed ingespeeld en rechts onvoldoende ingespeeld; ook al valt de bel binnen de cirkel van het doosniveau.

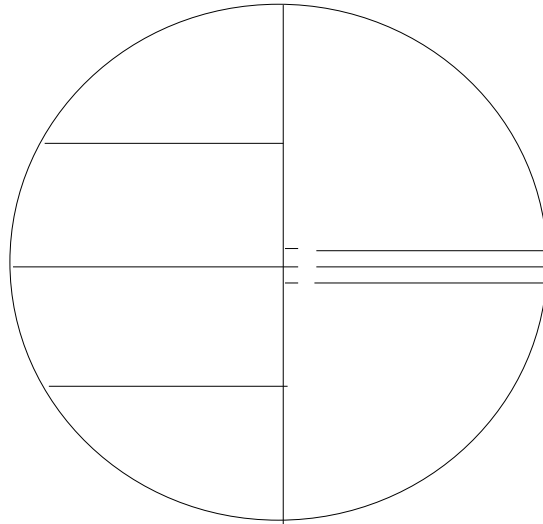
## 4.3 Traditioneel een baak aflezen

Traditioneel aflezen van een baak gebeurt met een kruisdradenplaatje en een becijferde van baak. Onderstaand zijn voorbeelden gegeven van:







- een combi-kruisdradenplaatje;

- baakaflezingen met een micrometer: op een baak met hele cm-verdeling en getallen van 3 cijfers bij elke baakstreep.







4.3.1 *Voorbeeld van het combi-kruisdradenplaatje*









4.3.2 *Voorbeeld aflezing hele cm-baken*

	<b>181</b>
	<b>180</b>
	<b>179</b>
	<b>178</b>
	<b>177</b>
	<b>176</b>

Aflezing van met de micrometer ingespeelde bovendraad: 18136

	<b>181</b>
	<b>180</b>
	<b>179</b>
	<b>178</b>
	<b>177</b>
	<b>176</b>

Aflezing van met de micrometer ingespeelde middendraad: 17908

	<b>181</b>
	<b>180</b>
	<b>179</b>
	<b>178</b>
	<b>177</b>
	<b>176</b>

Aflezing van met de micrometer ingespeelde onderdraad: 17674

#### 4.3.3 Aflezing halve cm-baken

De aflezingen met halve centimeter baken komen voor het beheer van het NAP-net alleen in zeer bijzondere gevallen nog voor. Het is om deze reden dat voorbeelden zoals met hele cm is gedaan niet meer zijn opgenomen.

Bij halve cm-baken is het niet mogelijk bij elk invarstreepje een getal te plaatsen dat door de kijker met een vergroting van 30 à 35 keer op 50 meter afstand nog goed leesbaar is. Wel is het mogelijk dit voor elke tweede streep te doen, zodat een getallenrij ontstaat van alleen even getallen. Voor een 3-meter baak wordt de getallenrij dan 002 t/m 600. (N.B.: 000 is de onderkant van de baakvoet).

Een voorbeeld met getallen kan er zo uitzien:

-aflezing van met de micrometer ingespeelde bovendraad: 36272  
 -aflezing van met de micrometer ingespeelde middendraad: 35816  
 -aflezing van met de micrometer ingespeelde onderdraad: 35348

#### **4.4 Controle van de aflezingen op opstellingsniveau bij primair optisch waterpassen**

##### *4.4.1 Bij traditioneel aflezen*

De aflezingen per opstelling bij een primair optische waterpassing bestaat uit 4 series. Aldus:

- serie 1: ene baak BMO (met onderlinge toetsing van de draadaflezingen);
- serie 2: andere baak BMO (met onderlinge toetsing van de draadaflezingen);
- serie 3: andere baak M;
- serie 4: ene baak M.

Verdere controles:

- aflezing M van serie 3 vergelijken met het gemiddelde van serie 2;
- aflezing M van serie 4 vergelijken met het gemiddelde van serie 1;
- het hoogteverschil uit serie 1 en 2 vergelijken met het hoogteverschil uit serie 3 en 4.

Het is duidelijk dat deze toch vrij ingewikkelde controles alleen eenvoudig kunnen worden uitgevoerd met een veldcomputer.

##### *4.4.2 Bij barcode aflezen*

Bij barcode aflezen verloopt het controleproces op dezelfde wijze, met uitzondering van de onderlinge toetsing van boven-, midden- en onderdraad. (N.B.: bij het barcodewaterpassen is alleen een middendraad bekend).

## 5 Tweezijdige tachymetrische overgangswaterpassing

### 5.1 Principe methode tachymeter

Het principe van een tweezijdige optische overgangswaterpassing is gebaseerd op trigonometrische hoogtemeting. Nu er zeer nauwkeurige (doelzoekende) tachymeters in de handel zijn, is het mogelijk met de gewenste nauwkeurigheid overgangswaterpassingen uit te voeren. Door gebruik te maken van doelzoekende tachymeters wordt de aanmeetnauwkeurigheid van het prisma op steeds dezelfde wijze geborgd, ook onder moeilijke omstandigheden. Het meetprotocol zelf is hiermee op hoofdlijnen niet veranderd, wel de inzet van de apparatuur.

Het wordt aanbevolen gebruik te maken van prismastokken van gelijke lengte. Hiermee wordt bereikt dat het hoogteverschil tussen de prisma's gelijk is aan het hoogteverschil tussen de hulppunten (piketten met parapluspijkers), zodat de aansluitende doorgaande waterpassing direct op de hulppunten kan starten na beëindiging van de eigenlijke overgangsmeting.

Aan de prismastokken moet de juiste aandacht worden besteed. Zoals in de productspecificaties is vermeld moet de voet gelijken op een baakvoet en voldoen aan dezelfde specificaties wat betreft vlakheid en haakse stand. Voor het prisma moet gekozen worden voor een vast gemonteerd prisma. Het is namelijk bekend dat kanteling van het prisma om zijn horizontale as een verschuiving van het brandpunt van het prisma kan veroorzaken tot 1,5 à 2 mm toe. Het is daarom zaak naast het meten met twee even lange prismastokken ook deze stokken, gelijktijdig met de instrumenten, van oever te wisselen. Hiermee wordt bereikt dat eventuele restfouten worden geëlimineerd en terecht kan worden aangenomen dat het gemeten hoogteverschil tussen de prisma's gelijk is aan het hoogteverschil tussen de hulppunten (piketten met parapluspijkers).

Wat betreft de locatie en opstellingen is het nuttig met het volgende rekening te houden:

- Als 1e voorkeur een meetdag met bedekte lucht, als 2e voorkeur een meetdag met voortdurend zon; vermijd een meetdag met afwisselend zon en bewolking;
  - De opstelling niet te dicht bij bruggen, sluizen, vuurtorens, gemeerd liggende schepen, route van veerboten (warmte- en koude uitstraling). Kies in ieder geval de loefzijde.
  - De opstelling zo dicht mogelijk bij het water.
  - De lengte van de lange zijde zo kort mogelijk.
  - De vizierlijnen zo hoog mogelijk boven het water.
  - De instrumenten (2<sup>e</sup> as) en prisma's op beide oevers op ongeveer dezelfde hoogte.
  - Zo mogelijk een meetdag waarbij de wind evenwijdig staat aan het water.
- Deze voorkeurssituaties zijn vaak strijdig. Praktisch inzicht moet hier tot de beste afweging leiden.

## 5.2 Benodigd gereedschap en materiaal

In het veld, methode tachymeter o.a.:

- Apparatuur voor radio c.q. telefonisch contact tussen de ploegen (denk aan eventuele reservebatterijen)
- In tweevoud: doelzoekende tachymeter.
- In tweevoud: prismastok met vast prisma en baakvoet.
- Meetveren, stevige piketten, paraplu-spijkers, (vuist)hamer.
- Indien nodig: 2 parasols voor het zo stabiel mogelijk houden van de temperatuur van de instrumenten
- Veldwerkformulieren tweezijdige overgangswaterpassing.

Op kantoor o.a.:

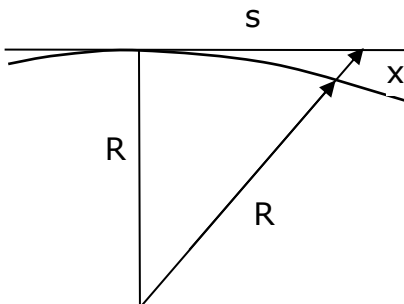
- spreadsheetprogramma "NAP\_Overgang.xls" voor verwerking van de veldwerkresultaten

## 5.3 Aardkromming en schietloodafwijking

### 5.3.1 Aardkromming

Het is van belang te weten hoe de aardkromming toeneemt met de afstand. Voor de twee lange afstanden van de overgang is bijvoorbeeld gesteld dat, voor nauwkeurige eliminatie in de meting, het onderlinge verschil in aardkromming niet groter mag zijn dan 0,1 mm. Op basis hiervan is te berekenen hoe groot het afstandsverschil tussen de lange zijden dan mag zijn. In onderstaande tabel zijn hiervoor berekeningen opgenomen, voorafgegaan door een berekeningsschets. Voor een afstand van 1200 meter mag volgens de tabel het afstandsverschil tussen de lange zijden niet groter zijn dan 0,53 meter. Toepassing Pythagoras:

$$\begin{aligned}
 (R + x)^2 &= R^2 + s^2 & (R = 6370000 \text{ m}) \\
 R^2 + 2Rx + x^2 &= R^2 + s^2 \\
 2Rx + x^2 &= s^2 \\
 x(2R + x) &= s^2 \\
 x &= \frac{s^2}{2R + x} \approx \frac{s^2}{2R}
 \end{aligned}$$





afstand (s) (m)	aardkromming (x) (m)	afstand bij aardkromming plus 0.0001m (m)
200	0.0031	203.160
400	0.0126	401.589
600	0.0283	601.061
800	0.0502	800.796
1000	0.0785	1000.637
1200	0.1130	1200.531
1400	0.1538	1400.455
2500	0.4906	2500.255
5000	1.9623	5000.127

Als eenvoudige formule voor de aardkromming kan het volgende onthouden worden: neem de afstand in km in het kwadraat en vermenigvuldig dat met 8. De waarde die u daarbij vindt is de aardkromming in cm. Voorbeelden:

- 1 km geeft  $1 \times 8 = 8$  cm
- 2 km geeft  $4 \times 8 = 32$  cm
- 5 km geeft  $25 \times 8 = 200$  cm, enzovoort.

Zoals uit de formule blijkt is de toename van de aardkromming kwadratisch met de afstand. Het berekeningsresultaat van de aardkromming wordt nu nog alleen gebruikt om de toleranties in het afstandsverschil van de lange zijden te kunnen vaststellen.

### 5.3.2 Schietloodafwijking

Schietloodafwijkingen zijn het gevolg van verschillen in dichtheid van de massa in de aardse ondergrond.

### 5.3.3 Eliminatie aardkromming en schietloodafwijkingen

Er zijn 2 manieren om de aardkromming te elimineren:

1. Directe toepassing van een aardkrommingscorrectie op de lange zijde. De correctie is altijd positief.
2. Middeling van de 2 gelijktijdig gemeten hoogteverschillen vanaf de ene en de andere oever. Voorwaarde is dat de lange zijden even lang moeten zijn: zie voorgaande paragraaf.

Methode 1 "ontslaat" methode 2, echter middeling blijft voor de eliminatie van andere foutenbronnen nodig.

Middeling elimineert ook de schietloodafwijkingen, indien er sprake is van symmetrie. Is dit niet het geval dan is eliminatie onmogelijk, anders dan dat van beide opstellingen lokaal de schietloodafwijkingen worden bepaald. Dat kan o.a. met de programma's Move3 of CC. Het onderwerp wordt niet verder

behandeld, omdat het verloop van de schietloodafwijkingen gering is.

## 5.4 Vizerlijnafwijking

De vizerlijn van een waterpasinstrument kan door puur mechanische oorzaken (ontregeling) naar boven óf naar beneden afwijken. Het is niet mogelijk deze met de huidige middelen voldoende nauwkeurig te justeren of als correctie vast te stellen. Bovendien is het slechts een momentopname, de vizerlijn is niet stabiel, deze verandert bijvoorbeeld met de omgevingstemperatuur. Veel beter is dan ook om uitstekende instrumenten in te zetten, goede meetomstandigheden te kiezen en de meting zo in te kleden dat eliminatie van de afwijking wordt bereikt.

### 5.4.1 *Eliminatie vizerlijnafwijking*

Eliminatie van vizerlijnafwijking wordt bereikt in de meting door met hetzelfde instrument eerst aan de ene oever en dan aan de andere oever te meten. Middeling van de gemeten hoogteverschillen elimineren de vizerlijnafwijkingen van beide instrumenten. Hierbij wordt aangenomen dat de vizerlijnafwijking in de tijd niet verandert. Is dat wel het geval dan is eliminatie op zijn minst onwaarschijnlijk.

In verband met compensator-onbalans, en daardoor vizerlijnafwijkingen, verdient het optimaal regelen en optimaal inspelen van het doosniveau, zeker voor lange afstanden, grote aandacht.

## 5.5 Refractie

De refractie kan zowel een te hoge als een te lage aflezing veroorzaken. Bespiegelingen over de grootte van de refractie tot nu toe waren theoretisch interessant, maar hebben voor de praktijk van de tweezijdige overgangswaterpassing nog weinig betekenis gekregen. Beter is het om zodanige omstandigheden te kiezen dat de refractie zo veel mogelijk stabiel is en vervolgens de meting zo op te zetten dat een eliminatie van de refractie kan worden verwacht.

De refractie (of breking) die een lichtstraal, t.g.v. optische dichtheidsveranderingen van de lucht, tijdens zijn weg vanaf het richtmerk naar het instrument ondervindt, is voornamelijk afhankelijk van meteorologische omstandigheden. Deze meteorologische omstandigheden zijn:

- verwarming van delen van de lucht (zon, bodem, getijstromen),
- luchtstromingen (wind- richting en sterkte)
- luchtdruk en in minder mate waterdamp.

De verwarming van de lucht in combinatie met de windrichting en windsterkte is de belangrijkste factor.

Gunstige omstandigheden voor een evenwichtige temperatuursopbouw van de lucht zijn dan ook.

- Een windrichting in de lengteas van een rivier, kanaal, of waterloop.
- Wind van zee. Bij wind van zee, zeker in de kustgebieden, mag een gelijkmatiger temperatuursopbouw van de lucht worden verwacht dan bij landwind.

- Bewolkte lucht. (N.B.: is niet alleen gunstig voor de refractie maar ook voor de stabiliteit van de vizierlijn in verband met temperatuursgevoeligheid van het instrument).
- In het algemeen kan gesteld worden dat wind over een lang watertraject gunstiger is dan wind over een lang landtraject.
- Een niet onderbroken, homogene oppervlakte onder de lange zijde, bijv. water of grasland.

Ongunstige omstandigheden voor een evenwichtige temperatuursopbouw van de lucht zijn:

- Wind die naar ons toekomt na passage van warmtebronnen: bijvoorbeeld van fabriekscomplexen.
- Opstellingen van instrument en richtmerk dicht bij gebouwen, vuurtorens en dergelijke.
- Wisselend bewolkt en zonnig weer.
- Variatie van de homogene ondergrond.

#### 5.5.1 *Eliminatie refractie*

We kunnen de refractie opdelen in een permanent aanwezig deel en een deel dat varieert met de tijd. Eliminatie is mogelijk als het permanente deel symmetrisch is en het variabele deel symmetrisch varieert in de tijd. Voor eliminatie van het variabele deel is echter de inzet van twee instrumenten, één aan de ene oever en één aan de andere oever noodzakelijk, waarbij vervolgens de waarnemingen gelijktijdig moeten plaats vinden. Met symmetrisch wordt bedoeld dat de refractie en/of refractieverandering van A naar B, even groot is als van B naar A. Uiteraard is de refractie groter bij langere afstanden.

## 5.6 **Samenvatting eliminatie**

In de vorige paragrafen is genoemd dat de meting zodanig moet worden ingekleed dat een eliminatie wordt bereikt van de aardkromming, de vizierlijnafwijking en de refractie. Dit betekent dat u de locaties voor de opstelpunten van de waterpasinstrumenten en de richtmerken met zorg uitzoekt en dat u meet onder gunstige weersomstandigheden. Hieronder is als samenvatting een eliminatietabel gegeven, waarin wat hiervoor is besproken nog eens is samengevat.

	Eliminatie door met hetzelfde instrument <u>na</u> elkaar tweezijdig te meten	Eliminatie door met 2 instrumenten <u>tegelijk</u> tweezijdig te meten	Opmerkingen
• Aardkromming symmetrisch	+	+	
• Aardkromming <u>niet</u> symmetrisch	-	-	Oorzaak: verschil in schietloodafwijkingen; correctie is mogelijk.
* Vizerlijnafwijking(en) stabiel tijdens de meting	+	+	
* Vizerlijnafwijking(en) <u>niet</u> stabiel tijdens de meting	-	-	Eliminatie is onwaarschijnlijk.
◇ Refractie is symmetrisch en stabiel in de tijd	+	+	
◇ Refractie varieert symmetrisch in de tijd	-	+	
◇ Refractie varieert niet symmetrisch in de tijd	-	-	Eliminatie is onwaarschijnlijk

## 5.7 Meting van de overgang

### *Meet volgens het meetschema*

Zorg bij het meten van richtmerk naar richtmerk, dus bij het meten van de eigenlijke overgang, er voor dat het doosniveau exact is ingespeeld. Dit is belangrijk omdat elk instrument, hoe goed ook, een vizerlijnafwijking heeft als gevolg van altijd enigszins aanwezige compensatoronbalans die mede afhankelijk is van de belstand van het doosniveau. Kom echter tijdens een lopende serie niet aan de stelschroeven.

## 5.8 Meting van hulppunt naar peilmerk van het NAP

Direct na de overgangswaterpassing worden de hulppunten (meestal piketten met parapluspijkers) aan weerszijden van de oever verbonden met de dichtstbijzijnde peilmerken van het NAP. Pas dan is de overgangswaterpassing goed aangesloten.

## 5.9 Meting met waarnemingen in series

### 5.9.1 *Groot aantal aflezingen*

De overgangswaterpassing is opgebouwd uit een groot aantal waarnemingen, die resulteren in registraties. Hoe groter de afstand hoe meer waarnemingen.

### 5.9.2 *Series*

De waarnemingen (aflezingen) zijn opgenomen in series. Een serie bestaat altijd uit 8 x een aflezing van de lange zijde, voorafgegaan en afgesloten met 1 x een aflezing van de korte zijde, dus:

serie 1: 1 x Kz - 8 x Lz - 1 x Kz, serie 2: 1 x Kz - 8 x Lz - 1 x Kz, etc.

Het aantal series per instrument en dus per opstelling is de overgangsafstand in meters gedeeld door 80. Het resultaat moet naar boven worden afgerond. Het minimum aantal series per instrument en per opstelling is echter altijd 3. Onderstaande tabel toont enkele voorbeelden van deze vuistregel.

Afstand (m)	aantal series				per overgang
	instr. A voor wisseling	instr. A na wisseling	instr. B voor wisseling	instr. B na wisseling	
85	3	3	3	3	12
245	4	4	4	4	16
645	9	9	9	9	36
1400	18	18	18	18	72

De series binnen een opstelling vormen een groep.

### 5.9.3

#### *Instrumentwisseling*

Er wordt gemeten met twee instrumenten gelijktijdig, één instrument aan de ene oever en één instrument aan de andere oever. Tot de overgangswaterpassing behoort in principe één keer een wisseling plaats te vinden, d.w.z. een wisseling van instrumenten en bijbehorende prismastokken. In de bij deze instructie behorende spreadsheetprogramma "NAP\_Overgang.xls" wordt duidelijk hoe de waarnemingsresultaten worden gecombineerd tot heen- en teruggang en hoe de toetsing verloopt.

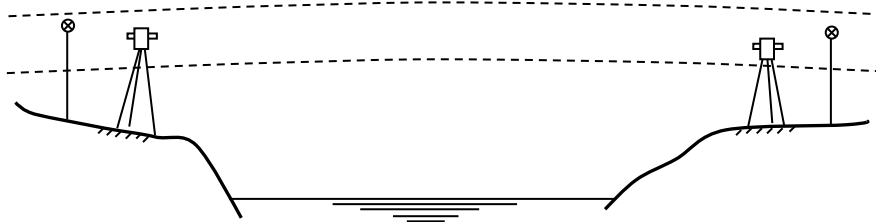
## 5.10

### **Voorwaarden opstelling**

Zoals al is omschreven is het het beste dusdanige omstandigheden te kiezen die leiden tot een zo goed mogelijke, rekenkundige, eliminatie van de refractie.

Praktisch gezien laat zich dat vertalen naar een aantal aanbevelingen. Deze zijn:

- rekening houden met de weersomstandigheden (zie § 5.1 en § 5.5)
- rekening houden met de lokale omstandigheden voor verticale en laterale refractie ( zie § 5.1 en § 5.5)
- de korte zijde haaks op de lange zijde nemen
- tachymeters en prisma's zo hoog mogelijk en op dezelfde hoogte boven het wateroppervlakte (homogene ondergrond voor refractie); in tekening:



- aandacht voor de homogene ondergrond
- gebruik van vaste, dus niet kantelbare, prisma's
- gelijke prismahoogten bij de prismastokken
- instrument niet verplaatsen na elke serie
- kijker niet doorslaan na elke serie
- elke serie gelijktijdig starten
- de tijd nemen voor het verrichten van waarnemingen

Ingaand op dit laatste punt mag trend van refractie door bijv. toenemende temperatuur best aanwezig zijn. Of de trend relevant is, wordt getoetst met het spreadsheetprogramma: "NAP\_Overgang.xls".

Is de trend op beide oevers gelijk, dan zorgt rekenkundige middeling voor de eliminatie. Is ze ongelijk dan kan het beste gewacht worden tot betere meetomstandigheden of het zoeken naar een ander locatie.

## 5.11 Spreadsheetprogramma

Bij de veldopname spelen de volgende 3 werkbladen van het spreadsheetprogramma "NAP\_Overgang.xls" een rol:

Voorblad : "Voorblad overgangswaterpassing met doelzoekende tachymeters".

A1 t/m B2: "Veldwerk overgangswaterpassing met doelzoekende tachymeters".

Resumtief : "Resumtief overgangswaterpassing met doelzoekende tachymeters".

Ze worden hieronder besproken.

### 5.11.1 Voorblad

Het voorblad bevat:

#### Projectgegevens

- de administratieve gegevens, zoals: trajectnummer, projectnummer, meetdatum, uitvoerende dienst. Alleen de grijze velden invullen.

#### Volgorde overgangspunten

- Beginsituatie van de instrumentnummers bij serie A1.
- Het is van belang dat u pas start met de eigenlijke overgang als de volgorde van de overgangspunten voor beide oevers met zorg zijn vastgesteld. Alleen de grijze velden invullen.
- Op de regels van de richtmerknnummers wordt de beginsituatie van de instrumentnummers gevraagd. Met andere woorden: welk instrument staat op

welke oever bij de situatie van serie A1. Dit is van belang voor het verdere verloop van invulling en latere berekening. Geef dit aspect alle aandacht.

Samengevat:

Trajectnummer	Het trajectnummer is te vinden op de planningskaart van het betreffende project.
Projectnummer	Het projectnummer wordt voor aanvang van het project vastgesteld.
Meetdatum	Er wordt van uit gegaan dat de meting slechts één dag beslaat en dat de nachtelijke grens van 24 uur niet wordt overschreden.
Uitvoerende dienst	De dienst die de daadwerkelijke uitvoering van de overgangsmeting doet.
Peilmerknr. NAP	Coderen zoals is voorgeschreven.
Hulpnummer.	Coderen zoals is voorgeschreven voor hulppuntnummers. Het hulpnummer is numeriek en mag niet groter zijn dan 7 cijfers (ook geen voorloophulpnummers)

Voorts worden de aardkromming en de schatting voor de vizierlijnafwijking berekend.

#### 5.11.2 *Veldwerken A1 t/m B2*

Ingevuld worden de aflezings in de vorm van hoogteverschillen tussen instrument en prisma volgens eerder genoemd systeem

serie 1:  $1 \times Kz - 8 \times Lz - 1 \times Kz$ ,

serie 2:  $1 \times Kz - 8 \times Lz - 1 \times Kz$ , etc. ,

waarin  $Kz$  = korte zijde en  $Lz$  = lange zijde.

De hoogteverschillen (dH's) tussen de prisma's bij elke aflezing  $Lz$  wordt berekend door van afl.  $Lz$  het gemiddelde van de aflezings  $Kz$  af te trekken.

Het groepsgemiddelde van de reeks dH's per groep vormt na deselectie van uitschieters en toepassing van de correctie voor de aardkromming het uiteindelijke dH van één opstelling. Verdere fouteneliminatie vindt plaats bij de resumptie.

#### 5.11.3 *Resumptie*

Door groepsgemiddelden van de ene oever en andere oever te combineren, ontstaat de verdere fouteneliminatie. De combinatie wordt gevormd door groepsgemiddelde van hetzelfde instrument bij elkaar op te tellen en door 2 te delen. Een combinatie van tachymeter A vormt de heengang en voor tachymeter B de teruggang. Heen- en teruggang worden getoetst met de sectietoets  $3\sqrt{L_{km}}$ .

#### 5.11.4 *Bijzondere waarnemingen*

In bepaalde gevallen, wanneer nader onderzoek is vereist, is het nodig de meetomstandigheden op schrift vast te leggen. Het invullen gebeurt alleen als RWS CIV RDD-WM GDI hierom vraagt bij studieopdrachten. Welke waarnemingen en de

wijze waarop zal dan nader worden vastgesteld. De volgende variabelen worden genoemd.

*Temperatuur, Lucht en Water*

De luchttemperatuur wordt bepaald met een slingerthermometer en de watertemperatuur met een schepthermometer, beide tot in 0,1 °C nauwkeurig.

*Bewolking*

De bewolgingsgraad schatten in 1/8 delen. Bijvoorbeeld geheel bewolkt is 8/8, half bewolkt is 4/8.

*Zon*

Wel of geen zon ter plaatse van het instrument tijdens het meten van de serie.

*Windrichting*

In tientallen graden, te bepalen met behulp van de peilmerkkaart.

*Windsnelheid*

In m/sec., te bepalen met een windsnelheidsmeter.