



Uitvoering van waterpassingen

nr. 923.00.F004

Goede Meet Praktijk

Rijkswaterstaat Voorschriften

Serie Rijkswaterstaat Voorschriften ISSN nr. 1383 - 6749.

Goede Meet Praktijk (GMP) is een samenwerkingsverband tussen specialistische diensten en de meetdiensten van de regionale directies van Rijkswaterstaat.

Dit Rijkswaterstaat Voorschrift is binnen GMP-kader een gezamenlijke uitgave van het Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ en het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling RIZA.

Hoewel bij deze uitgave de uiterste zorg is nagestreefd, kunnen fouten en onvolledigheden niet geheel worden uitgesloten. Het RIKZ en het RIZA en/of de leden van hun commissies in het kader van GMP aanvaarden derhalve geen enkele aansprakelijkheid, ook niet voor directe of indirecte schade, ontstaan door of verband houdende met toepassing van een door RIKZ en RIZA gepubliceerde uitgave.

Correspondentieadres:

Rijksinstituut voor Kust en Zee
t.a.v. GMP - secretariaat
Postbus 20907
2500 EX Den Haag

**Rijkswaterstaat Voorschrift**

nr: 923.00.F004

Uitvoering van waterpassingen**1. ONDERWERP**

Dit voorschrift is van toepassing op het uitvoeren van tertiaire waterpassingen en het beheer en onderhoud van de daarbij gebruikte apparatuur.

2. TOEPASSINGSGBIED

Nederland is geheel bedekt met een netwerk van hoogtemerken. Beheer van en de beschikbaarheid van relevante (meet)informatie van dit netwerk zijn verantwoordelijkheid van de Meetkundige Dienst (MD).

De hoogten van het omliggende terrein zijn te bepalen ten opzichte van deze hoogtemerken. Dit RWSV richt zich op deze zogenaamde tertiaire waterpassing. De afstanden waarover een waterpassing kan worden uitgevoerd ligt tussen de één à vijf kilometer, dit is afhankelijk van de situatie ter plaatse.

3. DOCUMENTATIE

Het formulier Waterpassing is opgenomen als bijlage 1. Het formulier geeft aan welke controles er nodig zijn om een goede tertiaire waterpassing uit te kunnen voeren. Naast het thans gebruikte veldboek voor de registratie van meetgegevens, is het formulier uit bijlage 1 te gebruiken om tertiaire waterpassingen te standaardiseren.

Het gebruik van een veldcomputer (Husky) zal steeds vaker worden toegepast ter vervanging van het veldboek. Zorg ervoor dat bij het gebruik van een veldcomputer alle items welke op het formulier waterpassing voorkomen ook aanwezig zijn in de veldcomputer.





Rijkswaterstaat Voorschrift

nr: 923.00.F004

4. APPARATUUR

Voor het uitvoeren van een waterpassing zijn in ieder geval nodig:

- Een waterpasinstrument voor het aflezen van de baken.
- Een baak of meerdere baken met cm-verdeling, aangegeven als zwart-witte of rood-witte balkjes.
- Een Jalonniveau of een baakrichter voor het verticaal houden van de baken.

Door de baken op twee punten neer te zetten en het waterpasinstrument daartussen in, volgt het hoogteverschil tussen beide punten uit het verschil tussen beide baakaflezingen. Een goed opgesteld waterpasinstrument resulteert in een horizontale vizierlijn. De vergrotende kijker zorgt ervoor dat de baken tot op millimeters kunnen worden afgelezen.

Opmerking:

De MD adviseert om voor tertiaire waterpassing (zie referentie [1]), een waterpasinstrument te gebruiken voorzien van een compensator (automaat). Deze compensator zorgt ervoor, dat ook als de kijker niet precies horizontaal staat, toch automatisch de juiste horizontale lichtstraal op het midden van de kruisdraden valt.

5. UITVOERINGSOPDRACHT

De uitvoering van een tertiaire waterpassing wordt over het algemeen gebruikt ter aanvulling van een ander type meting. Controleer in dit geval de uitvoeringsopdracht in ieder geval op de volgende onderdelen:

- De gewenste nauwkeurigheid.
- De gewenste vorm van registratie.
- De periode waarin gemeten dient te worden.
- Informatie over de geschiktheid van het terrein voor waterpassing.
- Eventuele overige toetsingscriteria.

6. WERKWIJZE

6.1 Algemeen

Het gaat bij een waterpassing om het vaststellen van het hoogteverschil tussen twee punten. Als de



Rijkswaterstaat Voorschrift

nr: 923.00.F004

hoogte van één van beide punten bekend is ten opzichte van NAP of een ander referentievlak, bepaalt het gemeten hoogteverschil de hoogte van het andere punt ten opzichte van dat referentievlak. De afstand tussen het bekende en het te bepalen punt heet een **sectie**.

Bij een doorgaande waterpassing is voor het bepalen van het hoogteverschil per sectie meer dan één instrumentopstelling nodig (zie referentie [2]). De waterpassing van een baak naar de volgende noemt men een **slag**. De onderlinge afstand van die bakken noemt men de **slaglengte**.

Opmerking:

De MD hanteert een andere definitie van de term slag: een slag is de waterpassing tussen instrument en baak.

Per opstelling is er sprake van een **achterslag** en een **voorslag**, respectievelijk kijkend naar de achterbaak en de voorbaak. Het verschil tussen twee baakaflezingen geeft voor elke opstelling het hoogteverschil tussen de nulpunten van beide bakken. Hierdoor is ook bekend wat het hoogteverschil is tussen de punten waar de bakken op staan. Het hoogteverschil over de sectie is de som van de hoogteverschillen van alle opstellingen. Dat is gelijk aan de som van alle achterwaartse aflezingen min de som van alle voorwaartse aflezingen.

6.2 Opstel eisen

De voorwaarden waaraan een waterpasinstrument (automaat) en baak moeten voldoen zijn:

- * Richtvlak van het doosniveau moet loodrecht op de verticale as staan.
 - Controleer dit door het doosniveau in te spelen en daarna 200 graden te draaien om de eerste as. Een verschuiving van de bel impliceert een ontregeling. Corrigeer deze door met de correctieschroeven de halve uitwijking van de bel in X richting en de andere helft in de Y richting met de stelschroeven te verdraaien.
- * De vizierlijn van de kijker moet bij een vrij hangend mechanisme horizontaal zijn.
 - Controleer dit door het vergelijken van het hoogteverschil tussen twee piketten, gemeten bij gelijke afstanden van het instrument tot de beide punten, met hetgeen gevonden wordt bij opstelling van het instrument achter de 2 piketten.
 - Corrigeer dit door het verdraaien van de stelschroeven van de vizierlijn (tweede) as, zodanig dat het vergelijk nul wordt.

Opmerking:

Behandel de bakken als een precisie instrument. Gebruik ze niet om met de onderkant de pen/pot vast te slaan (dit gebeurt vaak





Rijkswaterstaat Voorschrift

nr: 923.00.F004

in de praktijk).

- * Controleer bij klap bakken de mogelijke speling bij het scharnier.
- * Hou altijd midden onderkant baak op de pot/pen zodat een schuine voet de meting niet beïnvloedt.
- * Wissel de voor- en achterbakken niet tijdens het waterpassen, begin en eindig altijd met dezelfde baak op hoogtemerk: eventuele verschillen tussen bakken wordt zo vermeden.
- * Controleer geregeld het materiaal, het statief op het optreden van speling, het baakniveau ten opzichte van de baak en de scharnieren van de baak.

LET OP: De MD stelt als maximum voor de vizierlijnafwijking tijdens metingen 2 mm per 100 m. Construeer op een goed bereikbare plaats twee punten om de waterpasinstrumenten met betrekking tot deze eis te testen. Controleer de instrumenten voor iedere gebruiksperiode. Rapporteer de afwijkingen op het meetformulier (bijlage 1).

6.3 Uitvoering

- * Bepaal voorafgaand aan de meting wanneer de laatste waterpassing op de betreffende lokatie heeft plaatsgevonden.

Opmerking 1:

Waterpassen tussen een hoogtemerk uit 1997, stabiliteit 1 en een hoogtemerk uit 1988, stabiliteit 3 of 4 kan al een verschil van enkele cm's geven.

- * Kies een traject over een zo stabiel mogelijke ondergrond, bijvoorbeeld over het plaveisel van een weg (voor nauwkeurig werk is asfalt bij warm weer niet stabiel genoeg). Gebruik straatpotten of andere hulpmiddelen op minder stabiele of drassige ondergrond. Kies ook bij gebruik van straatpotten van tijd tot tijd een scherp gemarkeerd opstelpunt, zoals de hoek van een putdeksel, of bij gebruik van piketten per km een perkoenpaal. Dat is handig voor het opsporen van fouten in de meting.

Opmerking 2:

Om de kwaliteit van de meting te vergroten is het aan te bevelen om waterpaspennen in de grond en straatpotten op klinker- of steenslagwegen te gebruiken. Voor stroomgebieden zoals de wadden is het aan te bevelen om een dag van tevoren een piketten raai te slaan zodat ze een getij over kunnen staan en goed inklinken.



Rijkswaterstaat Voorschrift

nr: 923.00.F004

- * Bepaal de afstand tussen waterpasinstrument en baak. Deze afstand is het verschil tussen de aflezing bij boven- en onderdraad (in cm) vermenigvuldigd met een constante. Hanteer hierbij als constante 100 en als maximale afstand 60 m. Het afgelezen hoogteverschil in cm is hierbij gelijk aan de slagafstand in m. Met iedere opstelling is 120 m te overbruggen (zie referentie [1]).

LET OP: Een criterium bij het bepalen van de afstand is dat het afstandsverschil tussen voor- en achterslag minder moet zijn dan 5 m. Dat geldt per opstelling, maar ook voor het totale verschil in afstand tussen alle achterslagen en alle voorlagen van de hele sectie.

- * Werk bij voorkeur met twee baakhouders. Als de bakken zijn gelezen en de achterste baakhouder en de waarnemer met het instrument zich naar voren begeven, draait de voorste baakhouder zijn baak om de lengteas, zonder deze van de standplaats af te halen. Voorkom zoveel mogelijk elke beïnvloeding van de hoogteaflezing tussen waarnemingen naar een punt vanuit verschillende opstelpunten.

Opmerking 3:

Er kan aanleiding zijn voor het hanteren van een alternatieve werkwijze. Een voorbeeld hiervan is het waterpassen op zeer slappe bodems. In zo'n gebied is het raadzaam het gewicht van de baak zo kort mogelijk op de standplaats te laten rusten en de baak tussen twee instrument opstellingen wel van de standplaats te halen. Ook het verplaatsen rond het instrument door de waarnemer dient op ruime afstand te gebeuren.

- * Noteer voor iedere waarneming eerst de aflezing bij de middendraad en daarna die bij de boven- en onderdraad. De boven- en onderdraadaflezingen dienen zowel ter controle van de middendraadaflezing als om de slagafstand te bepalen. Controleer de notatie door tweemaal de middendraadaflezing van de som van boven- en onderdraad-aflezing af te trekken. Het verschil moet voor een tertiaire waterpassing steeds kleiner zijn dan 3 mm. Als dat niet zo is, herhaal dan de waarneming.

7. BEREKENING EN RAPPORTAGE

Een volledig veldboek kan de volgende indeling hebben (zie voorbeeld 1, Veldboek). Andere vormen zijn mogelijk, zolang ze maar tenminste dezelfde gegevens bevatten. De getallen dienen als voorbeeld. Vermeld in de kop van zo'n tabel het soort waterpassing (doorgaande, kring-, profiel-, vlakke-), de sectie(s), het instrumenttype en -nummer, de datum en de waarnemer.





Rijkswaterstaat Voorschrift

nr: 923.00.F004

Voorbeeld van een veldboek.

Soort:		Sectie:		Instrumenttype:		Nr.:	Datum:
						Naam waarnemer:	
afstand		afstanddraden		baakaflezing		hoogte- verschil	opmerkingen
achter	voor	achter	voor	achte r	voor		
33,1	33,0	b 1860 o 1529	b 1853 o 1523	1695	1688	0007	Bout 37E-092
60,4	59,6	b 1930 o 1326	b 1925 o 1329	1627	1627	0000	
62,1	62,9	b 1895 o 1274	b 2009 o 1380	1585	1694	x 9891	

- * Bij de berekening van het hoogteverschil per slag zou een negatief verschil kunnen ontstaan als de voorbaak lager staat dan de achterbaak. Dit is te vermijden door in gedachten 10 m bij de achteraflezing op te tellen (en dat met een kruisje aan te geven in het veldboek). De uitkomst is het getal dat nodig is om 10 m te bereiken en heet **decadisch complement**.
- * Het hoogteverschil per sectie is de som van de hoogteverschillen per slag. Trek van de som evenveel maal 10 m af als er decadische complementen genoteerd zijn (het aantal kruisjes). Controleer de berekening door de som van alle middendraadaflezingen achter te verminderen met de som van alle middendraadaflezingen voor.
- * Vat voor elke sectie de resultaten samen in een verzamelstaat, die resumptie genoemd wordt. Voor een kring- of doorgaande waterpassing is de resumptie opgenomen in het formulier Waterpassing (bijlage 1).

Bijlage 2 toont een ingevuld voorbeeld van een uitgevoerde waterpassing.



Rijkswaterstaat Voorschrift

nr: 923.00.F004

8. KWALITEITSBORGING

* Houdt rekening met invloed van:

- Aardkromming (eliminatie door waterpassen uit het midden).
- Straalbuiging.
- Luchtrilling of ondulatie.
- Ongelijkmatige verwarming van het instrument.
- Zakking van het instrument of baken.
- Schattingsfouten.
- Baakfout (scharnieren).

* Beperk de afhankelijkheid van metingen door ervoor te zorgen dat de instrumenthoogte bij het meten van een volgende sectie ten minste 5 cm anders is. Dat geldt zeker voor de teruggaande meting langs hetzelfde traject.

* Voor het maken van nieuwe hoogtepunten van de tertiaire orde worden door de MD de volgende **toleranties**, ingedeeld per sectie, per traject (meerdere secties), per kring of per overlappende kring gehanteerd. Uitgangspunt voor de grootte van de tolerantie in millimeters is steeds de afgelegde weg L in kilometers:

- Sectietolerantie $6\sqrt{L}$ (voor een sectie van 4 km is de tolerantie dus 12 mm)
- Trajecttolerantie $6\sqrt{L}$
- Kringtolerantie $3\sqrt{L}$
- Overlaptolerantie $4,2\sqrt{L}$

9. VEILIGHEID EN MILIEU

Draag veiligheidsvesten bij metingen langs de openbare weg.





Rijkswaterstaat Voorschrift

nr: 923.00.F004

10. REFERENTIES/LITERATUUR

- [1] RWS-MD-GA-NAP, Specificaties doorgaande waterpassing instandhouding NAP-net.
- [2] Alberda, J.E., Inleiding Landmeetkunde, Delftse Uitgevers Maatschappij, 1994.
- [3] Kadaster, Handleiding Technische Werkzaamheden (HTW), laatste druk, 1996.

11. BIJLAGEN

Bijlage 1: Formulier Waterpassing.

Bijlage 2: Ingevuld voorbeeld van een formulier waterpassing.

WRITING 95% COTTON
RECYCLED



Rijkswaterstaat Voorschrift

nr: 923.00.F004

Bijlage 1: Formulier Waterpassing

WATERPASSING				(RWSV 923.00.H004)			
type waterpassing				datum			
instrumenttype & id.				waarnemer			
beginpunt & hoogte				aantal secties n			
eindpunt & hoogte				hoogteverschil			
INWINCRITERIA							
<input type="checkbox"/> vizierlijn waterpasinstrument gecontroleerd							
<input type="checkbox"/> maximale slaglengte 60 m							
<input type="checkbox"/> maximaal afstandsverschil tussen voor- en achterslag per opstelling 5 m							
<input type="checkbox"/> maximaal afstandsverschil tussen alle voor- en achterslagen per sectie 5 m							
<input type="checkbox"/> notatie per opstelling gecontroleerd (b + o - 2m £ 3 mm)							
<input type="checkbox"/> instrumenthoogte tussen secties steeds ten minste 5 cm veranderd							
RESUMTIE							
peilmerk	lengte L [km]	hoogteverschil [m]		verschil h - t = v [mm]	v ² /L [mm ² /km]	gemiddelde correctie (evenredig)	hoogte NAP
		heen h	terug t				
$\hat{m} = \sqrt{\frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n \frac{v_i^2}{L_i}} =$		mm/√km		$\hat{\sigma} = \frac{\hat{m}}{\sqrt{2}} =$		mm/√km	





Rijkswaterstaat Voorschrift

nr: 923.00.F004

Bijlage 2: Ingevuld voorbeeld

WATERPASSING				(RWSV 923.00.H004)			
type waterpassing	doorgaande			datum	15 nov.1996		
instrumenttype & id.	Wild N2 16500		waarnemer		R.W. Staat		
beginpunt & hoogte	punt A + 5,632 m	totaal aantal secties n		4			
eindpunt & hoogte	punt E + 0,568 m	hoogteverschil		$H_A - H_E = -5,064$ m			
INWINCRITERIA							
<input checked="" type="checkbox"/> vizierlijn waterpasinstrument gecontroleerd							
<input checked="" type="checkbox"/> maximale slaglengte 60 m							
<input checked="" type="checkbox"/> maximaal afstandsverschil tussen voor- en achterslag per opstelling 5 m							
<input checked="" type="checkbox"/> maximaal afstandsverschil tussen alle voor- en achterslagen per sectie 5 m							
<input checked="" type="checkbox"/> notatie per opstelling gecontroleerd (b + o - 2m ± 3 mm)							
<input checked="" type="checkbox"/> instrumenthoogte tussen secties steeds ten minste 5 cm veranderd							
RESUMTIE							
peilmerk	lengte L [km]	hoogteverschil [m]		verschil h - t = v [mm]	v^2 / L [mm ² /km]	gemiddelde correctie (evenredig)	hoogte NAP [m]
		heen h	terug t				
A							5,632
B	0,82	2,161	2,166	-5	30,5	-0,0032	7,792
C	0,64	x 9,542	x 9,545	-3	14,1	-0,0024	7,333
D	0,54	x 7,105	x 7,098	+7	90,8	-0,0022	4,432
E	1,08	x 6,137	x 6,142	-5	23,2	-0,0042	0,568
som	3,08	x 4,945	x 4,951	-6	158,7	-0,0120	
gemeten *4,948		bekend (dec.compl.) *4,936			correctie -0,012		
$\hat{m} = \sqrt{\frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n \frac{v_i^2}{L_i}} =$		$\sqrt{\frac{158,7}{8}} = 4,5 \text{ mm}/\sqrt{\text{km}}$		$\hat{\sigma} = \frac{\hat{m}}{\sqrt{2}} =$		3,2 mm/ $\sqrt{\text{km}}$	

**Rijkswaterstaat Voorschrift****nr: 923.00.F004**

Omdat de hoogte van beide eindpunten bekend was, is het meetresultaat gecontroleerd. De totale correctie op de meting volgt uit het verschil tussen het gemeten en bekende hoogteverschil. Verdeel de totale fout over de secties volgens hun onderlinge lengteverhouding. De lengte van sectie AB is 27% van de totale lengte, dus 27% van de correctie valt toe aan het gemiddeld gemeten hoogteverschil over deze sectie.





Rijkswaterstaat Voorschrift

nr: 923.00.F004

Deze pagina is blanco.

Strathmore
WRITING 25% COTTON
RECYCLED

RIKZ • RIZA • ND • Meetdiensten: Noord-Nederland • Noord-Holland • Zuid-Holland • Zeeland • IJsselmeergebied • Oost-Nederland • Limburg • Noordzee

