
Diepte- en stromingsmetingen

Diverse RWZI's HDSR

(Rhenen, Driebergen-Zeist, Woerden, Montfoort)

2021



Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden

AV210042_Concept

Aqua Vision BV
Servaasbolwerk 11
3512 NK Utrecht
Nederland



Diepte- en stromingsmetingen

Diverse RWZI's HDSR

(Rhenen, Driebergen-Zeist, Woerden, Montfoort)

2021



Auteur : Drs. A. Bijlsma & Msc. D. Daniel Lyons-Harrison
Review : M. de Leeuw MSc.
Datum : Mei 2021
Rapportnummer : AV210042
Status : Concept
Opdrachtgever : Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden
Contactpersoon : Jean Rene van Dijk

Inhoudsopgave

1. INLEIDING	4
2. ACHTERGRONDEN METING	5
2.1 Meetprincipe ADCP	5
2.1.1 GPS.....	5
2.2 Meetopstelling	6
2.3 Meetinstellingen ADCP.....	7
2.4 Opslag en logboek.....	7
3. VALIDATIE EN VERWERKING	8
3.1 Dieptemetingen met ADCP.....	8
4. MEETRESULTATEN	10
4.1 Bodemligging in meters t.o.v. NAP	10
4.2 Volumeberekeningen.....	15
4.3 Stromingsmetingen.....	15
4.3.1 Rhenen.....	16
4.3.2 Driebergen.....	17
4.3.3 Woerden.....	18

Lijst met figuren

Figuur 2–1 Teledyne RD Instruments Rio Grande ADCP	5
Figuur 2–2 RiverBoat uitgerust met 1200 kHz ADCP RioGrande en RTK-GPS ontvanger.....	6
Figuur 3–1 Meetwaarden, offsets en sensoren in de meetopstelling	8
Figuur 4–1 Bodemligging RWZI Rhenen.....	11
Figuur 4–2 Bodemligging RWZI Driebergen-Zeist.....	12
Figuur 4–3 Bodemligging RWZI Woerden	13
Figuur 4–4 Bodemligging RWZI Montfoort	14
Figuur 4–5 Locatie stromingsmeting Rhenen (*) met de locatie van de beluchters en voortstuwers	16

Lijst met tabellen

Tabel 2-1 ADCP gegevens en instellingen tijdens de metingen	7
Tabel 4-1 Berekend volumes aan materiaal op de bodem in de verschillende beluchtingstanks ...	15
Tabel 4-2 Stroomsnelheden in Rhenen bij verschillende scenario's	16

1. Inleiding

In opdracht van Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden (HDSR) heeft Aqua Vision BV diepte- en stromingsmetingen uitgevoerd in de beluchtingtanks van de rioolwaterzuiveringen in Rhenen, Driebergen-Zeist, Woerden en Montfoort. De metingen zijn uitgevoerd met behulp van de *bottom-track* van een *Acoustic Doppler Current Profiler* (ADCP) en een RTK-GPS systeem. Met dit meetsysteem kan de hoogteligging van de waterbodem ten opzichte van NAP bepaald worden en kan indien gewenst de stroomsnelheid gemeten worden.

In dit rapport worden de metingen beschreven en de meetresultaten gepresenteerd. In hoofdstuk 2 wordt de meetmethode beschreven. In hoofdstuk 3 worden de werkwijze, meetapparatuur en meetcondities beschreven. In hoofdstuk 4 worden de meetresultaten gepresenteerd.

2. Achtergronden meting

In dit hoofdstuk worden de uitgevoerde metingen en de meetcondities beschreven. De metingen zijn uitgevoerd in mei 2021.

2.1 Meetprincipe ADCP

De profielmetingen zijn uitgevoerd met een *Acoustic Doppler Current Profiler* (ADCP) van het merk Teledyne RD Instruments (zie Figuur 2-1). De ADCP zendt twee typen pulsen uit met een vaste frequentie. Korte pulsen gebruikt het instrument voor het meten van de watersnelheid en –richting en lange pulsen gebruikt het instrument voor het meten van de verplaatsing van het instrument ten opzichte van de bodem (*bottom-track*). De *bottom-track* wordt gebruikt om de waterdiepte onder de ADCP te bepalen. Van deze laatste eigenschap wordt hier gebruikgemaakt om de dwarsprofielen op te meten.



Figuur 2-1 Teledyne RD Instruments Rio Grande ADCP

2.1.1 GPS

Naast de mogelijkheid van *bottom-tracking* is externe navigatie-informatie gebruikt voor het vastleggen van alle metingen in een coördinatenstelsel (XY-Z in RD-NAP). Hiervoor is gebruikgemaakt van een RTK-GPS ontvanger van het merk Septentrio (type: Altus APS-3).

Deze GPS is uitgerust met een GSM-modem en een SIM-kaart. Hiermee werd verbinding gemaakt met het internet en contact gelegd met het RTK-06GPS netwerk. Op basis van de positie van de GPS-antenne wordt een virtueel referentiestation aangemaakt vlak bij de meetlocatie. Dit levert GPS-correcties op die *real-time* worden verzonden via het internet naar de GPS-antenne op de meetlocatie. Hiermee wordt de GPS met een zogenaamde RTK-Fix uitgevoerd en wordt er een nauwkeurigheid bereikt in de plaatsbepaling van op zijn minst 2 centimeter in het horizontale vlak en 3 centimeter in het verticale vlak.

De ADCP is uitgerust met 4 geluidsbundels. Dit betekent dat bij elke meting op vier plaatsen de bodemdiepte tegelijkertijd wordt bepaald. De bundelhoek van 20 graden, het interne kompas, *pitch- & roll* sensor, de GPS en de lokale waterdiepte bepalen uiteindelijk de locatie van de dieptemeting.

2.2 Meetopstelling

Voor de metingen in de verschillende AT compartimenten is de ADCP met de GPS gemonteerd op een meetvaartuig van het type RiverBoat van het merk OceanSciene (zie Figuur 2–2). Het meetvaartuig is een stabiel meetplatform in de vorm van een kleine hanteerbare trimaran. Deze is over de watergang getrokken met touwen. De ADCP en de GPS zijn via draadloze communicatie verbonden aan een computer op de oever. Het meetsysteem is gevoed door een accu in het meetvaartuig. Met behulp van ViSea Data Acquisitie Software (ontwikkeld door Aqua Vision) is de ADCP aangestuurd, zijn de meetgegevens ingewonnen en de data opgeslagen.



Figuur 2–2 RiverBoat uitgerust met 1200 kHz ADCP RioGrande en RTK-GPS ontvanger

2.3 Meetinstellingen ADCP

Alle gebruikte hardwaregegevens en meetinstellingen van de ADCP zijn weergegeven in onderstaande tabel.

HARDWARE	
ADCP type	TRDI Rio Grande ADCP
Firmware-versie	10.14
Bundelhoek	20 graden
Frequentie	1200 kHz
Aantal bundels	4
ADCP oriëntatie	neerwaarts
Bundeloriëntatie	convex
MEETINSTELLINGEN	
Maximale diepte	Locatie afhankelijk
Aantal pings per ensemble voor watercellen	1
Aantal pings per ensemble voor bodem	1
Ensemble interval (inwin frequentie)	~3 Hz
CALIBRATIE GEGEVENS	
ADCP insteekdiepte	7,0 cm
Geluidssnelheid	berekend uit temperatuurgegevens
Pitch & roll compensatie toepassen	Ja

Tabel 2-1 ADCP gegevens en instellingen tijdens de metingen

2.4 Opslag en logboek

Elk afgelegd pad levert een apart bestand (*track*) op waarbij de GPS-gegevens, de ADCP-gegevens en de meetinstellingen in aparte bestanden worden opgeslagen. De ADCP-bestanden zijn opgeslagen in het standaard TRDI ADCP data bestandsformaat. Er is een digitaal logboek bijgehouden waarin bijzonderheden genoteerd zijn.

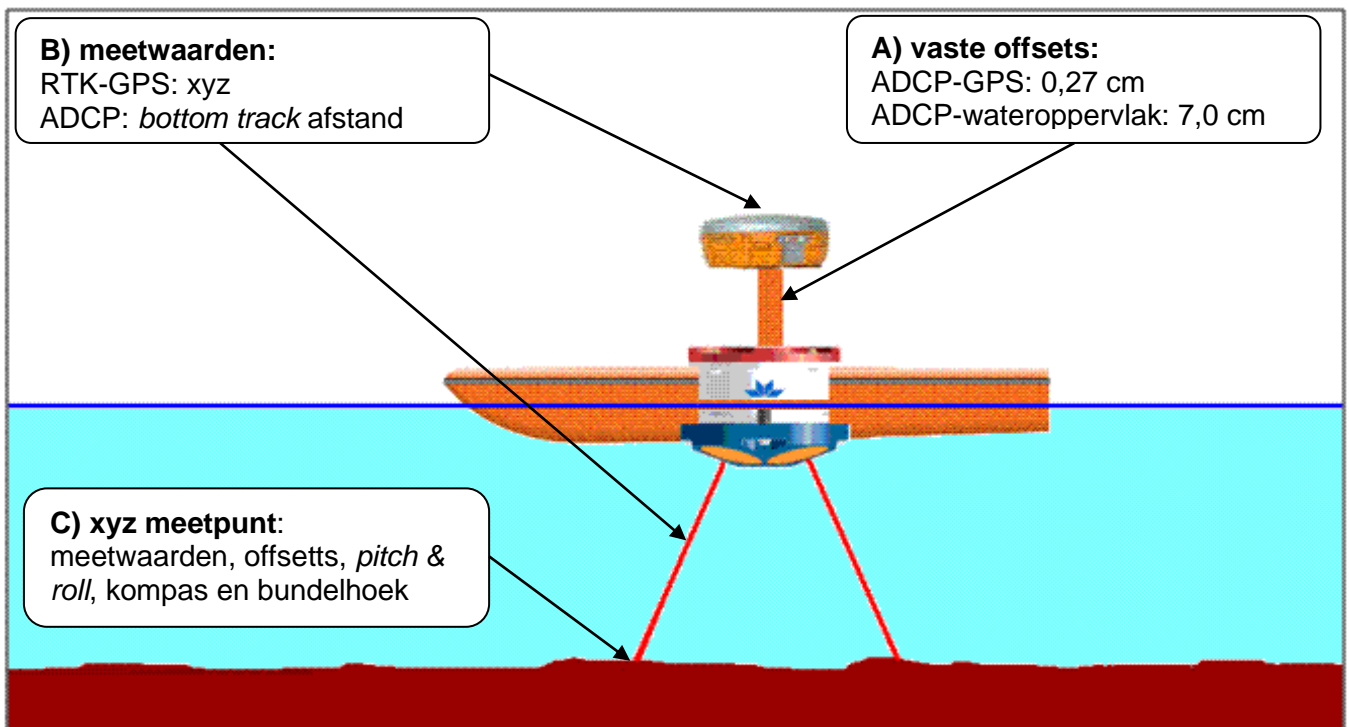
3. Validatie en verwerking

3.1 Dieptemetingen met ADCP

Bij de verwerking van de data zijn alle instellingen gecontroleerd en zijn alle gegevens nogmaals uitgevoerd. Alle gegevens zijn gecontroleerd op fouten zoals uitschieters in de *bottom-track* data. Voor alle metingen geldt (als eis) dat RTK-Fix beschikbaar was.

De methodiek van verwerking is als volgt:

- A) De afstanden (offsets) tussen de GPS, het waterniveau en de *transducer* van de ADCP zijn bekend (zie Figuur 3–1)
- B) De GPS meet de ligging in het XYZ-vlak en de *bottom-track* van de ADCP meet per bundel met een frequentie van 4-6 Hz de diepte ten opzichte van de *transducerhead*. De ADCP-metingen worden automatisch voor *pitch & roll* gecorrigeerd
- C) De ingewonnen data worden op kantoor verwerkt en gevalideerd zodat de ligging van de waterbodem bepaald wordt in RD-coördinaten (XY) en ten opzichte van het NAP (Z)



Figuur 3–1 Meetwaarden, offsets en sensoren in de meetopstelling

Tijdens de metingen zijn in de stroomopwaartse goten de puntbeluchters en beluchtingsmatten uitgeschakeld, zodat het mogelijk was om te meten (lucht blokkeert het akoestische signaal). De voortstuwingsstukken zijn niet van invloed op de dieptemetingen. Voor de veiligheid zijn deze wel tijdelijk uitgeschakeld op de locatie van de meting.

4. Meetresultaten

4.1 *Bodemligging in meters t.o.v. NAP*

Voor iedere beluchtingstank zijn de gevalideerde xyz-data vergrid naar cellen van 0,2m x 0,2m. Op deze wijze wordt een vlakdekkend hoogtemodel gemaakt. Deze bodemligging in meters t.o.v. NAP is weergegeven in Figuur 4–1 t/m Figuur 4–4.

.



Geodetische informatie

Projectie : RD NAP
 Geodetische Datum : RD Amersfoort
 Ellipsoïde : Bessel 1841
 Verticale Datum : NAP
 Referentiestation : 06-GPS
 Coördinaten : Omgerekend RDNAPTRANS naar RDNAP

Algemene informatie

Meetvaartuig : OceanScience RiverBoat
 Ingewonnen met : RioGrande ADCP 1200 Khz
 Inwinsoftware : ViSea 5.02
 Verwerkingssoftware : AutoClean BeamworX
 Presentatiesoftware : ESRI ArcGIS 10.7
 Opname datum : 7-meil-2021



Figuur 4-3 Bodemligging RWZI Woerden