



Vlaanderen
is wetenschap

25_017_1
WL rapporten

Monitoring waterstanden en drukfluctuaties ter hoogte van KDK – Scheldekaaien Antwerpen

Factual data rapport metingen

DEPARTEMENT
MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN

waterbouwkundiglaboratorium.be

Monitoring waterstanden en drukfluctuaties ter hoogte van KDK - Scheldekaaien Antwerpen

Factual data rapport metingen

Claeys, S.; Vereecken, H.; Deschamps, M.

Juridische kennisgeving

Het Waterbouwkundig Laboratorium is van mening dat de informatie en standpunten in dit rapport onderbouwd worden door de op het moment van schrijven beschikbare gegevens en kennis.

De standpunten in deze publicatie zijn deze van het Waterbouwkundig Laboratorium en geven niet noodzakelijk de mening weer van de Vlaamse overheid of één van haar instellingen.

Het Waterbouwkundig Laboratorium noch iedere persoon of bedrijf optredend namens het Waterbouwkundig Laboratorium is aansprakelijk voor het gebruik dat gemaakt wordt van de informatie uit dit rapport of voor verlies of schade die eruit voortvloeit.

Copyright en wijze van citeren

© Vlaamse overheid, Departement Mobiliteit en Openbare Werken, Waterbouwkundig Laboratorium 2025
D/2025/3241/231

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Claeys, S.; Vereecken, H.; Deschamps, M. (2025). Monitoring waterstanden en drukfluctuaties ter hoogte van KDK - Scheldekaaien Antwerpen: Factual data rapport metingen. Versie 4.0. WL Rapporten, 25_017_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen

Overname uit en verwijzingen naar deze publicatie worden aangemoedigd, mits correcte bronvermelding.

Documentidentificatie

Opdrachtgever:	De Vlaamse Waterweg – afdeling Regio Centraal	Ref.:	WL2025R25_017_1
Trefwoorden (3-5):	Terugslagkleppen – golven - druk		
Kennisdomeinen:	Waterbouwkundige constructies > Duikers > In situ metingen / Havens en waterwegen > Golfopwekking door schepen > Invloed op oevers en bodem > In situ metingen / Hydraulica en Sediment > Golven > In situ metingen		
Tekst (p.):	16	Bijlagen (p.):	/
Vertrouwelijk:	☒ Nee	☒ Online beschikbaar	

Auteur(s):	Claeys, S.; Vereecken, H.
------------	---------------------------

Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	Claeys, S.	Getekend door: Claeys Stijn Getekend op: 2025-09-12 14:14:06 +02:00 Reden: I approve this document 
Projectleider:	Vereecken, H.	Signed by: Vereecken Hans Herman T Signed at: 2025-09-17 13:43:12 +02:00 Reason: Ik keur dit document goed  

Goedkeuring

Coördinator HIC:	Deschamps, M.	Getekend door: DESCHAMPS MAARTEN Getekend op: 2025-09-23 08:50:17 +02:00 Reden: Ik keur dit document goed  
Afdelingshoofd:	Bellafkih, K.	Signed by: Bellafkih Abdelkarim Signed at: 2025-09-12 14:07:05 +02:00 Reason: Ik keur dit document goed  

Abstract

Nabij de uitlaatconstructie met terugslapkleppen van het Kanaal der krijgsgonden (KDK) aan de Schelde op rechteroever werden terugslapkleppen gebouwd en een nieuw stuk overwelling over de monding van het kanaal. De voorbij varende schepen veroorzaken er golven die soms fel inwerken op de terugslagkleppen en vanaf een bepaald waterpeil ook leiden tot grote krachtontwikkeling op de voorziene sluitingen van de toegangskleppen op de kaai. Afdeling regio Centraal van de Vlaamse waterweg vroeg aan het WL om deze golfontwikkeling en de drukopbouw in deze zone in beeld te brengen via een meetcampagne. Deze meetcampagne werd uitgevoerd van 1 april 2025 tot 10 april 2025. Er werden verschillende druksensoren geïnstalleerd nabij de uitlaatconstructie met terugslapkleppen van het Kanaal der krijgsgonden (KDK) aan de Schelde, met als doel een gedetailleerde analyse van drukfluctuaties en waterstanden bij het passeren van schepen. Dit rapport bespreekt de factual data van de metingen. Verdere verwerking van deze meetreeksen zal in een ander project gebeuren.

Inhoudstafel

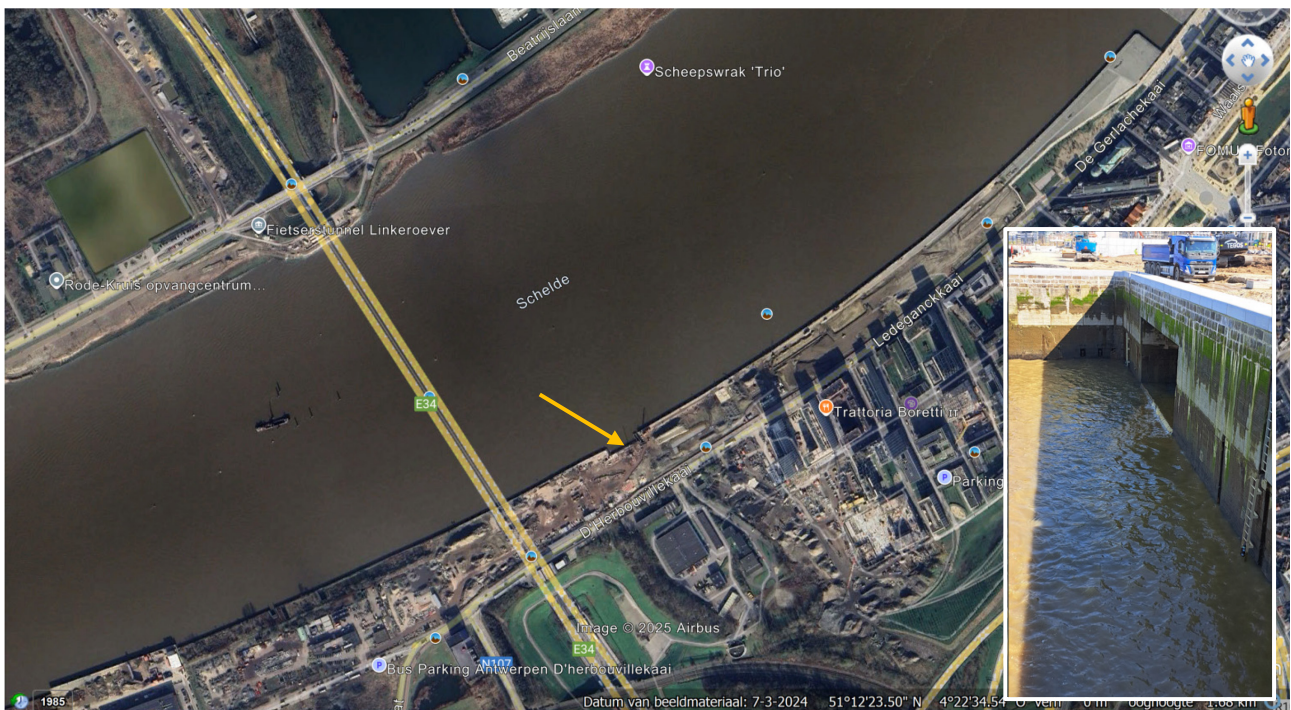
Abstract	III
Inhoudstafel.....	IV
Lijst van de figuren	V
1 Inleiding	1
1.1 Gebruikte instrumenten.....	1
1.1.1 HF-sensoren configuratie en locatie	3
1.1.2 Divers en BaroDiver	4
1.2 Overzicht inplantingsplan	5
1.3 Factual data meetresultaten - grafieken.....	8
1.4 Kalibratie toestellen in drukkamer – resultaten	13
1.4.1 Opzet en Testprocedure	13
1.4.2 Diver kalibratie F7234”	14
1.4.3 Diver kalibratie J7539	15
1.5 Videopnames enkele scheepspassages – 04/04/2025	16

Lijst van de figuren

Figuur 1 – Ligging (oranje pijl) uitlaat Kanaal der Krijgsgronden aan de Schelde op rechteroever – rechts onderaan detail met zicht op koker waar het kanaal in uitmondt via aantal terugslagkleppen	1
Figuur 2 – OSSI Wave gauge	2
Figuur 3 – Schlumberger Mini en Baro Diver	2
Figuur 4 – Opstelling-schets.bmp – schematische voorstelling van sensorlocaties (NIET OP SCHAAL).....	5
Figuur 5 – Detail zone terugslagkleppen met onderlinge afstanden (zie plan P4454 Staalconstructie Krijgskanaal ASBUILT.pdf) – HOOGTE ZIE TABEL onder 3 en 4.....	6
Figuur 6 – Detail zone Schelde (inham) (zie plan C4_9349_A_327 -Zone IKV.pdf) - HOOGTE ZIE TABEL onder 3 en 4	7
Figuur 7 – C6596 BaroDiver	8
Figuur 8 – Diver J7539, niet-compenseerd (blauw) (cmH2O) en gecompenseerd (zwart) met Baro-diver C6596 waarde (cmH2O).....	8
Figuur 9 – Diver F7234, niet-compenseerd (blauw) (cmH2O) en gecompenseerd (zwart) met Baro-diver C6596 waarde (cmH2O).....	9
Figuur 10 – Hoogfrequente druksensor SRD ; Meetwaarde = druk in bar	9
Figuur 11 – Hoogfrequente druksensor MAN ; Meetwaarde = druk in bar	10
Figuur 12 – Hoogfrequente druksensor UR ; Meetwaarde = druk in bar)	10
Figuur 13 – Hoogfrequente druksensor SRV; Meetwaarde = druk in bar	11
Figuur 14 – Hoogfrequente druksensor UL ; Meetwaarde = druk in bar	11
Figuur 15 – Hoogfrequente druksensor SLD ; Meetwaarde = druk in bar	12
Figuur 16 – Hoogfrequente druksensor SLV ; Meetwaarde = druk in bar.....	12
Figuur 17 – Testopstelling met een kunststof drukkamer, een TD-Diver en een referentie druksonde	13
Figuur 18 – Corrected Diver_data=0.98*Diver_data-0.356	14
Figuur 19 – Corrected Diver_data=0.98*Diver_data+0.79	15

1 Inleiding

Deze meetcampagne werd uitgevoerd van **1 april 2025** tot **10 april 2025**. Er werden verschillende sensoren geïnstalleerd nabij de uitlaatconstructie met terugslagkleppen van het Kanaal der Krijgsgronden (KDK) aan de Schelde (Figuur 1), met als doel een gedetailleerde analyse van drukfluctuaties en waterstanden bij het passeren van schepen. Alle instrumenten werden geconfigureerd voor automatische logging, met gesynchroniseerde klokken en gecontroleerde instellingen.



Figuur 1 – Ligging (oranje pijl) uitlaat Kanaal der Krijgsgronden aan de Schelde op rechteroever – rechts onderaan detail met zicht op koker waar het kanaal in uitmondt via aantal terugslagkleppen

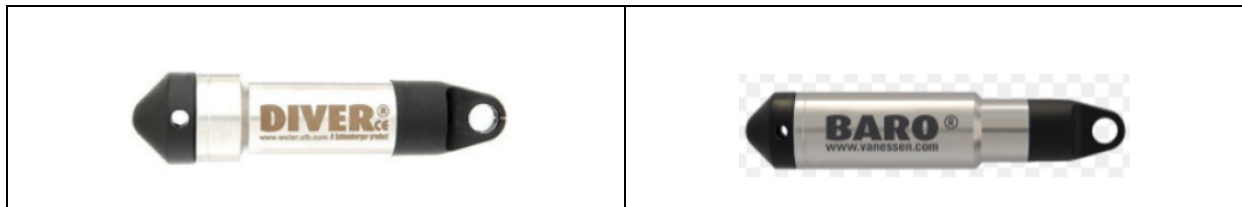
1.1 Gebruikte instrumenten

- **HF-druksensoren (OSSI-010-022 Wave Gauge Blue) (Figuur 2):** Autonome sensoren met interne logger en Compact Flash geheugen, Bluetooth-configuratie, samplefrequentie tot 32 Hz, operationeel tot 24 maanden afhankelijk van configuratie. Nauwkeurigheid $\pm 0.05\%$ FS.



Figuur 2 – OSSI Wave gauge

- **Divers (Schlumberger):** Mini- of Micro-Divers (Figuur 3) met interne druk- en temperatuurregistratie, uitgelezen via Diver-Office software. Geschikt voor grondwater- en barometrische monitoring.
- **BaroDiver:** Voor drukcompensatie bij absolute metingen, typisch gebruikt in combinatie met andere loggers.



Figuur 3 – Schlumberger Mini en Baro Diver

Configuratie bij aanvang

- **Starttijd metingen:** 2 april 2025 om 6:00
- **HF-sensoren:** logging op **16 Hz**, nieuwe file per dag
- **Divers:** logging op 1/15 sec interval
- **BaroDiver:** logging op 1/30 sec
- **Instellingen gecontroleerd:** SD kaart, klok, drukmeting, opstartbewijs

Referentiehoogtes op plan:

- Onderkant beton = 5,90 mTAW
- Bovenkant blauwe steen = 7,00 mTAW

1.1.1 HF-sensoren configuratie en locatie

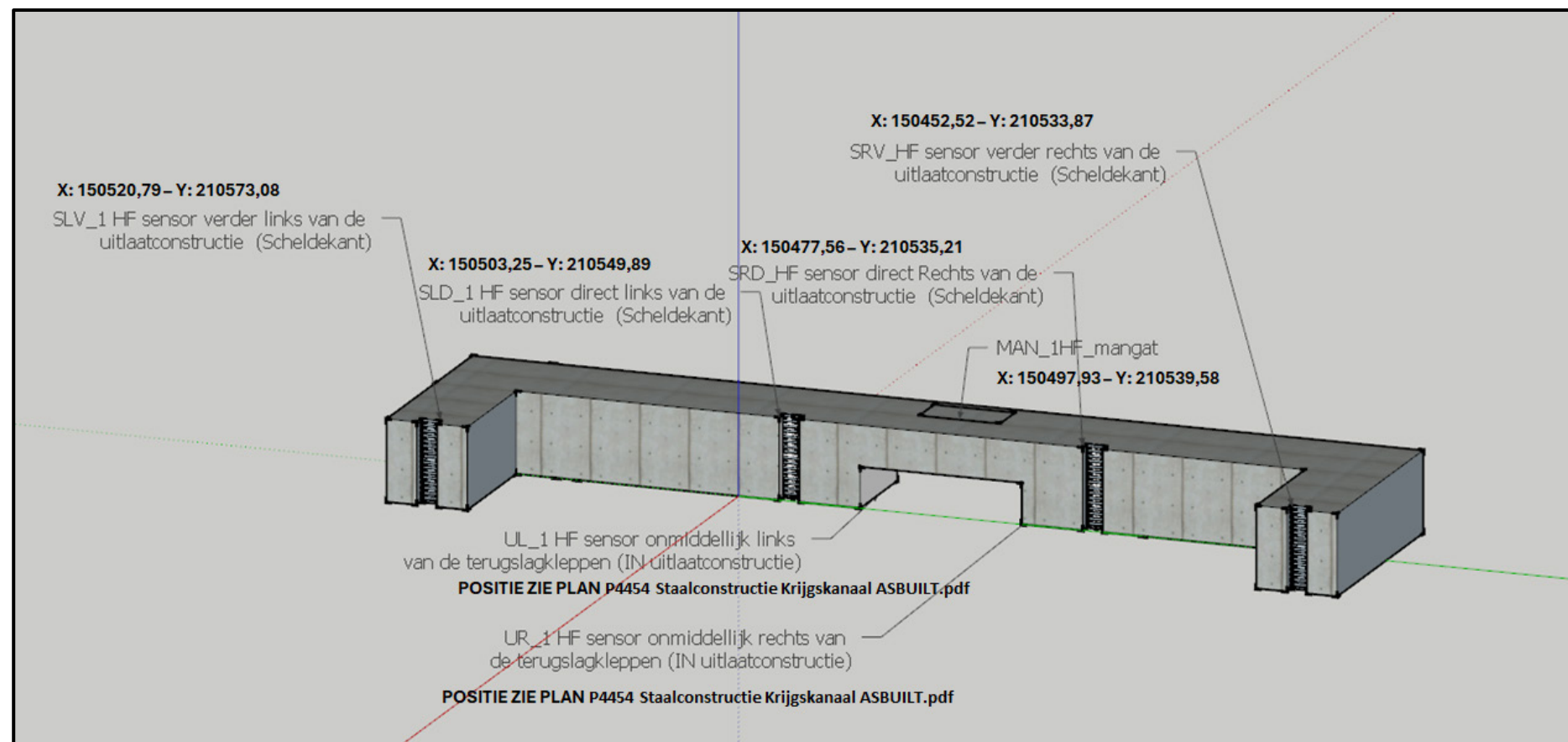
Druksonde Type	Sn°	Bluetooth	Frequentie?	Starttijd (MET)	Locatie	Locatie-code	beschrijving hoogteligging	hoogte bovenkant sensor (mTAW)	Tijdsverschil tijdens uitlezen sensor tov computer (sec)	opmerking
HF	22-12-14-004	RNBT-945E	16	2025-04-02 06:00:00	1 HF sensor onmiddellijk links van de terugslagkleppen (uitlaatconstructie)	UL	5,20m van onderkant beton	0.7	-59.17	-
HF	22-12-14-002	RNBT-94B8	16	2025-04-02 06:00:00	1 HF sensor onmiddellijk rechts van de terugslagkleppen (uitlaatconstructie)	UR	5,20m van onderkant beton	0.7	-59.18	-
HF	24-11-26-003	RNBT-944F	16	2025-04-02 06:00:00	1 HF sensor direct links van de uitlaatconstructie (Scheldekant)	SLD	6,51m van bovenkant blauwe steen	0.49	-59.29	-
HF	18-04-02-001	RNBT-A93B	16	2025-04-02 06:00:00	1 HF sensor direct rechts van de uitlaatconstructie (Scheldekant)	SRD	6,58m van bovenkant blauwe steen	0.42	-60.71	-
HF	22-12-14-003	RNBT-9462	16	2025-04-02 06:00:00	1 HF sensor verder rechts van de uitlaatconstructie (Scheldekant)	SRV	6,66m van bovenkant blauwe steen	0.34	NAN	2 dikke wrijfhouten balken langs 2 kanten ladder
HF	24-11-26-002	RNBT-9499	16	2025-04-02 06:00:00	1 HF sensor verder links van de uitlaatconstructie (Scheldekant)	SLV	6,51m van bovenkant blauwe steen	0.49	-61.42	1 dikke wrijfhouten balk langs opwaartse kant ladder

Druksonde Type	Sn°	Bluetooth	Frequentie?	Starttijd (MET)	Locatie	Locatie-code	beschrijving hoogteligging	hoogte bovenkant sensor (mTAW)	Tijdsverschil tijdens uitlezen sensor tov computer (sec)	opmerking
HF	22-12-14-001	RNBT-9459	16	2025-04-02 06:00:00	1 HF in mangat net onder het putdeksel	MAN	niet-veer 20 cm van onderkant beton	"In lucht"	-59.95	-

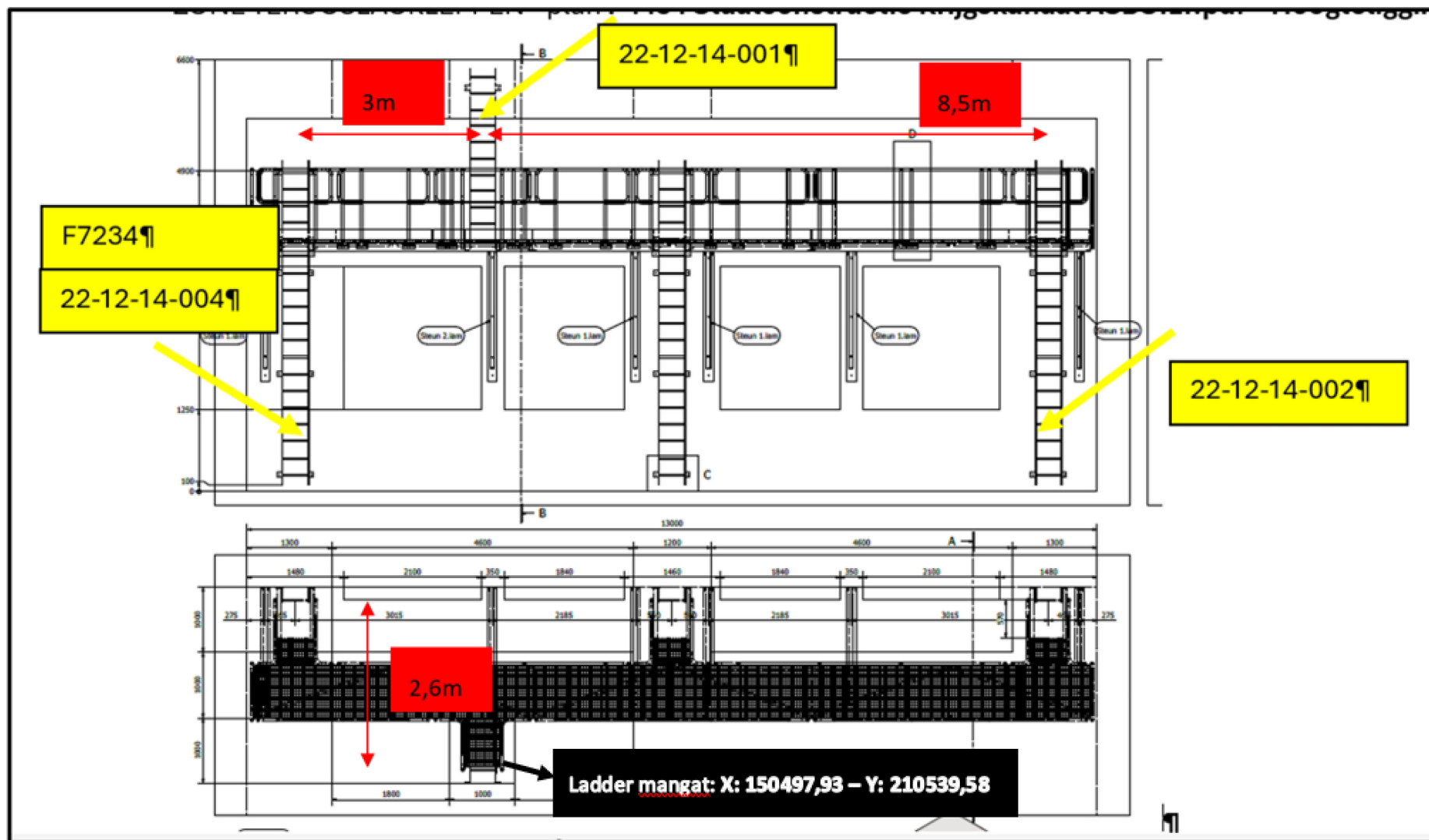
1.1.2 Divers en BaroDiver

Druksonde Type	Sn°	Frequentie	Starttijd (MET)	Locatie	Locatie-code	beschrijving hoogteligging	hoogte bovenkant sensor (mTAW)	Tijdsverschil tijdens uitlezen sensor tov computer (sec)	opmerking
Diver	F7234	1/15 sec	2025-04-02 06:00:00	Onderaan op de ladder vlakbij HF UL	UL	Ongeveer 5.20m van onderkant beton	Ongeveer 0.7	-	Positie afgeleid van foto/meetreeks
Diver	J7539	1/15 sec	2025-04-02 06:00:00	Onderaan op de ladder vlakbij HF SRV	SRV	Ongeveer 6.66m van bovenkant blauwe steen	Ongeveer 0.34	-	Positie afgeleid van foto/meetreeks
BaroDiver	C6596	1/30 sec	2025-04-02 06:00:00	Bovenaan op de ladder bij HF SRV	SRV	In lucht	-	-	-

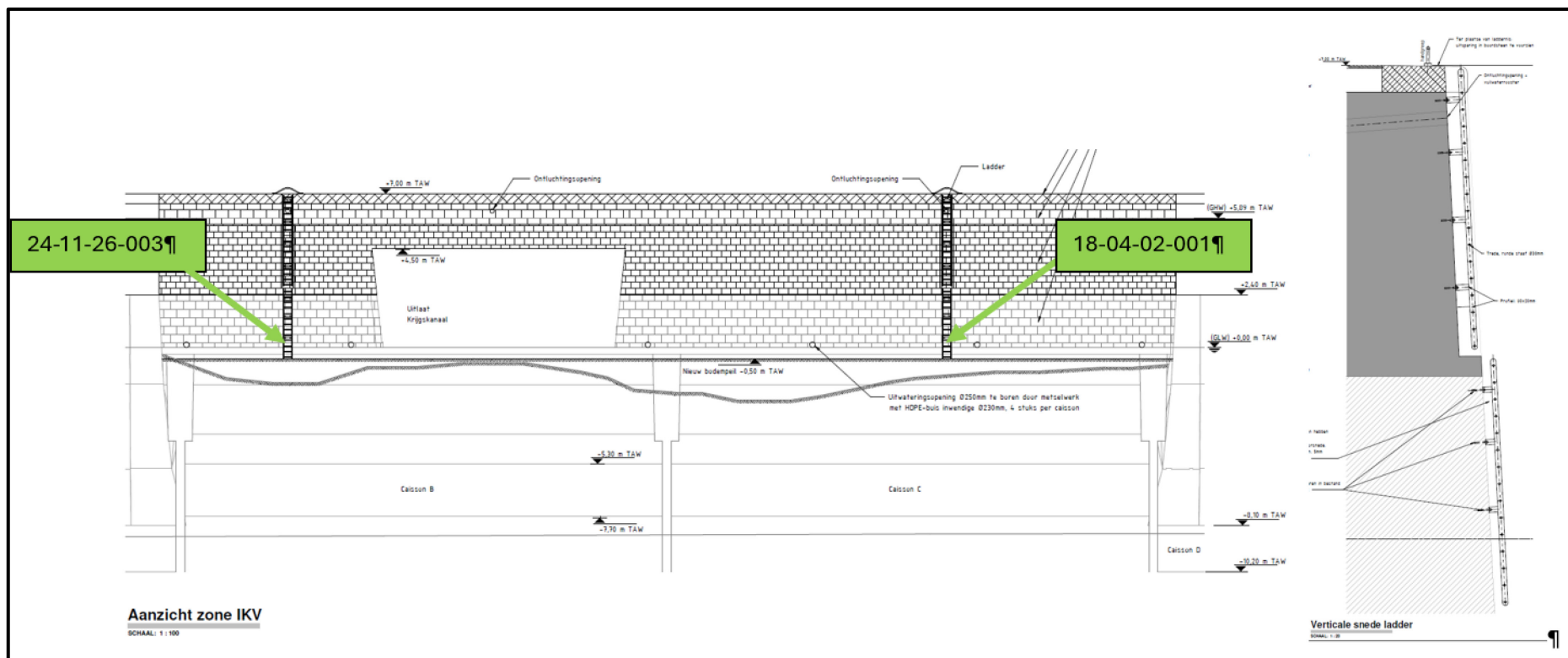
1.2 Overzicht inplantingsplan



Figuur 4 – Opstelling-schets.bmp – schematische voorstelling van sensorlocaties (NIET OP SCHAAL)



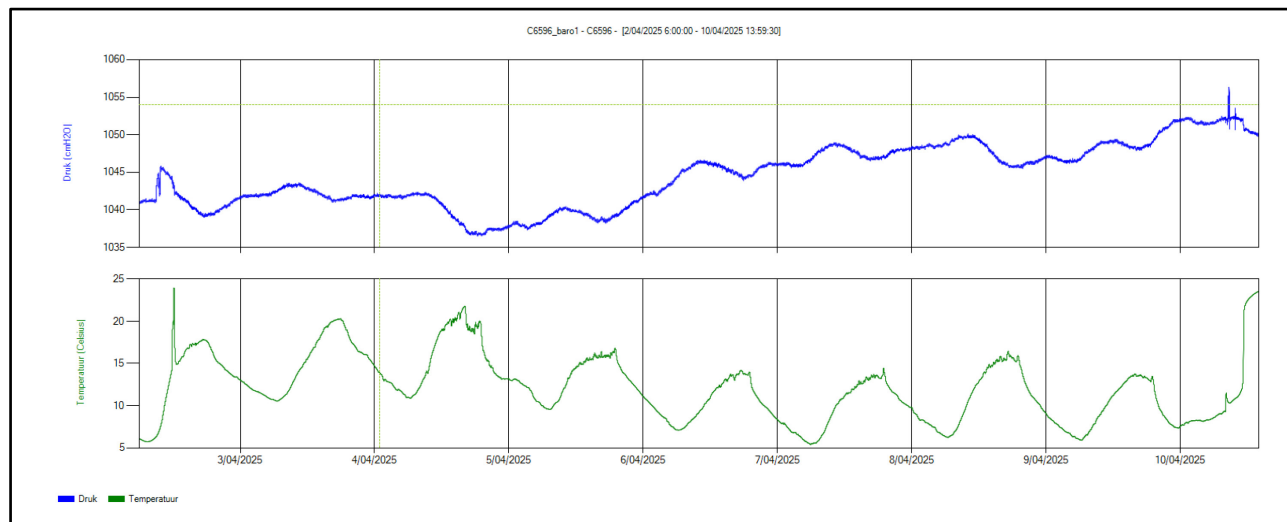
Figuur 5 – Detail zone terugslagkleppen met onderlinge afstanden (zie plan P4454 Staalconstructie Krijgskanaal ASBUILT.pdf) – HOOGTE ZIE TABEL onder 3 en 4



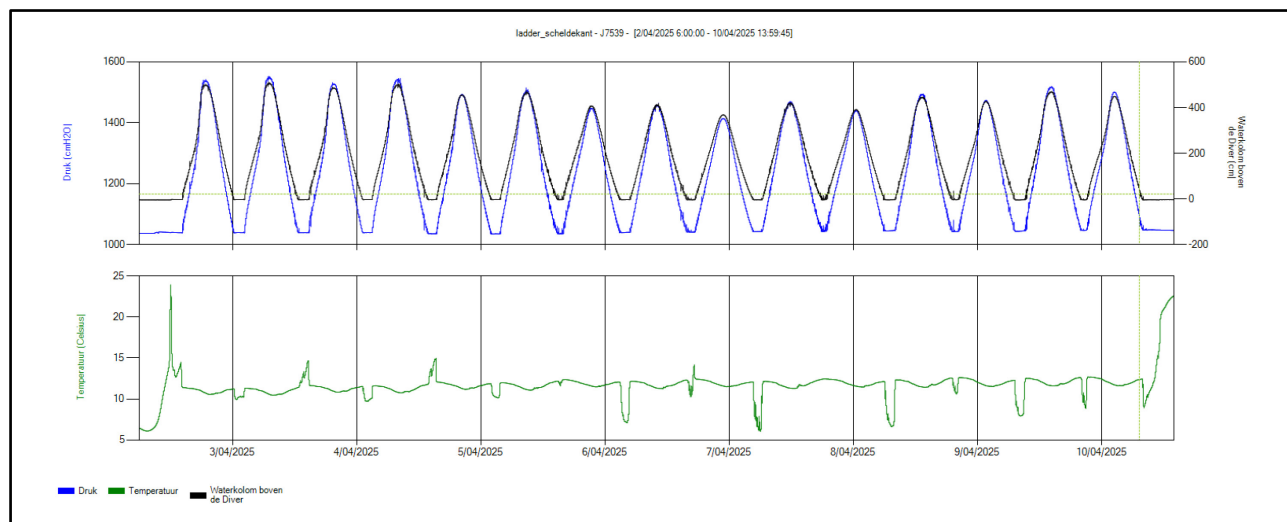
Figuur 6 – Detail zone Schelde (inham) (zie plan C4_9349_A_327 -Zone IKV.pdf) - HOOGTE ZIE TABEL onder 3 en 4

1.3 Factual data meetresultaten - grafieken

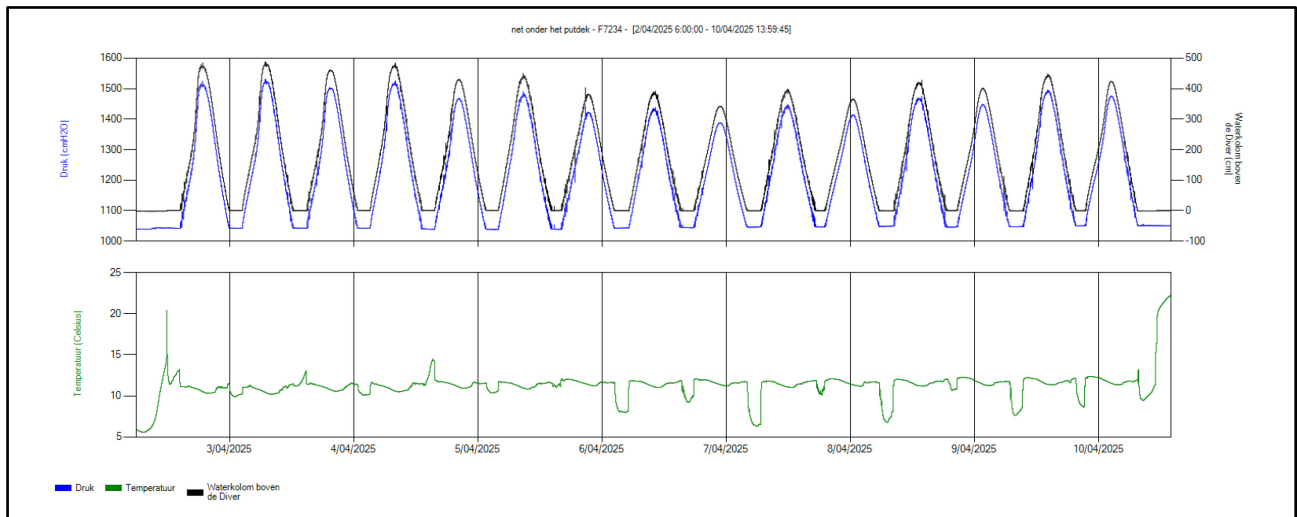
De onderstaande figuren tonen de factual data van de meetcampagne, met drukwaarden (in cmH₂O voor de Divers) en temperatuurmetingen.



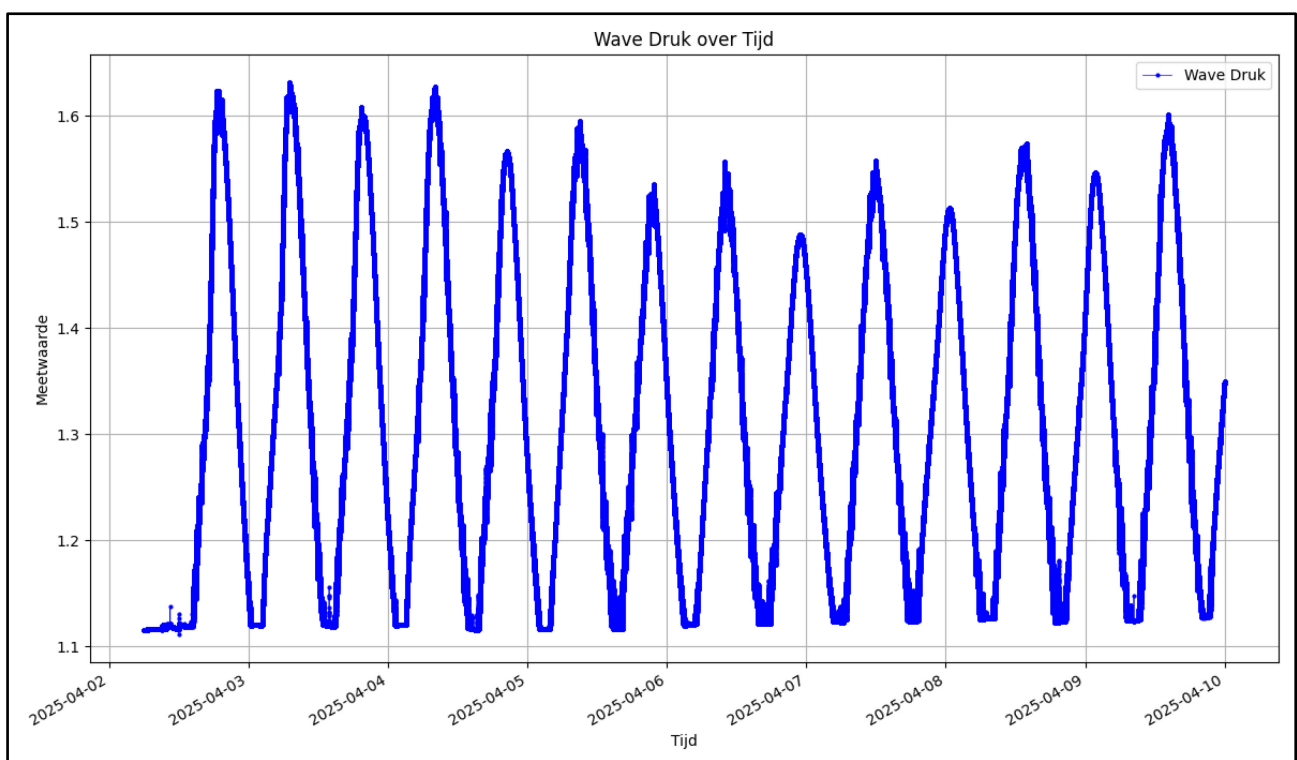
Figuur 7 – C6596 BaroDiver



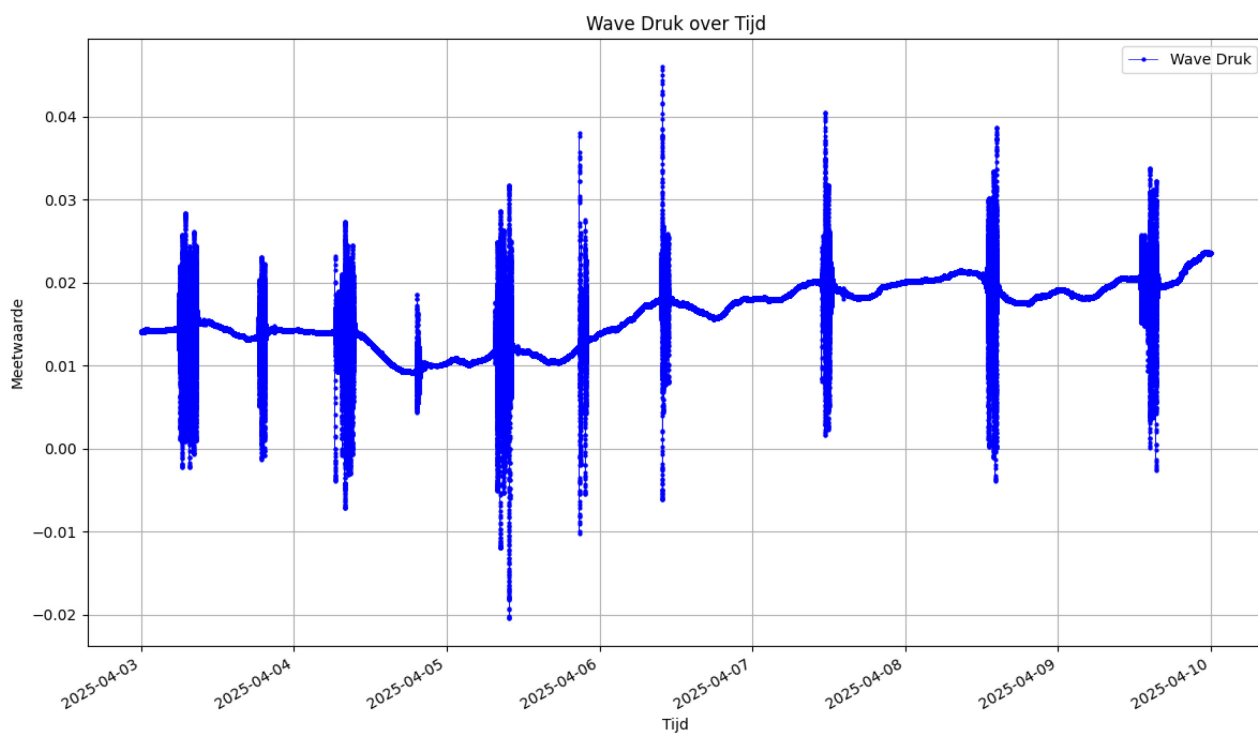
Figuur 8 – Diver J7539, niet-compenseerd (blauw) (cmH₂O) en gecompenseerd (zwart) met Baro-diver C6596 waarde (cmH₂O)



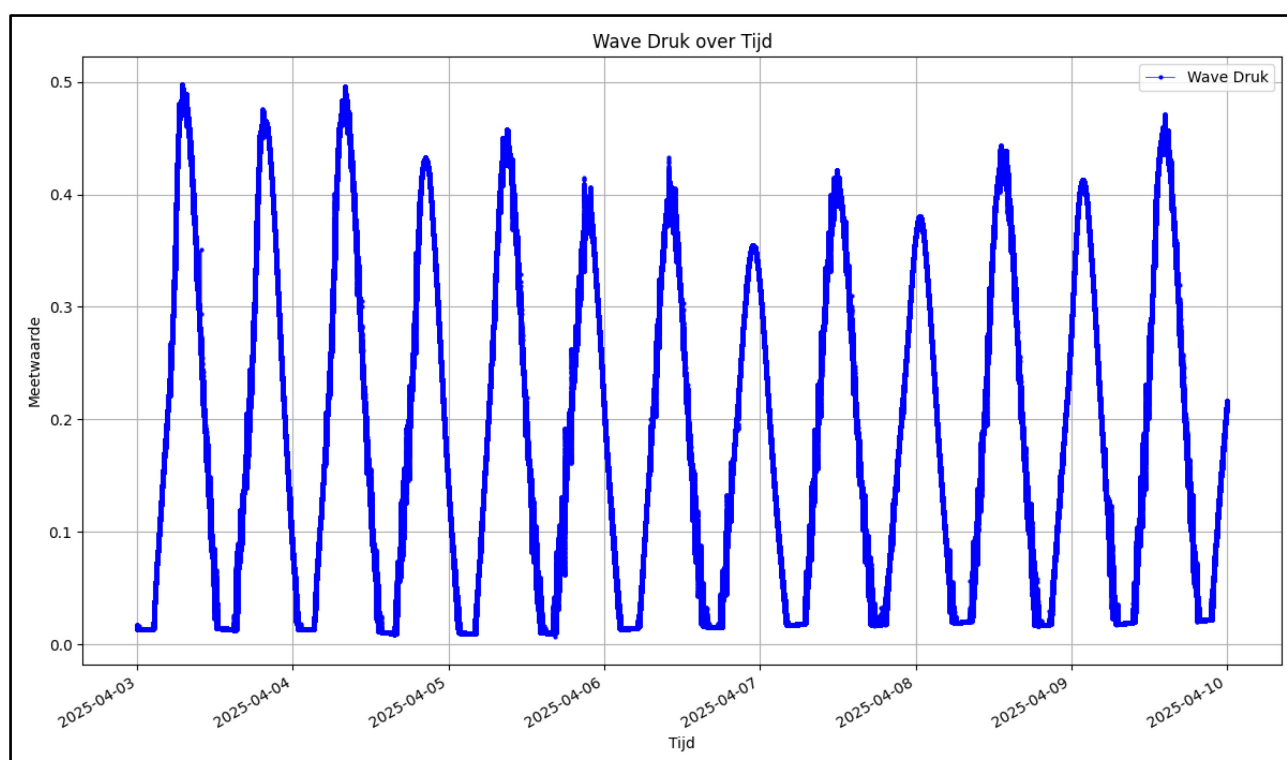
Figuur 9 – Diver F7234, niet-compenseerd (blauw) (cmH2O) en gecompenseerd (zwart) met Baro-diver C6596 waarde (cmH2O)



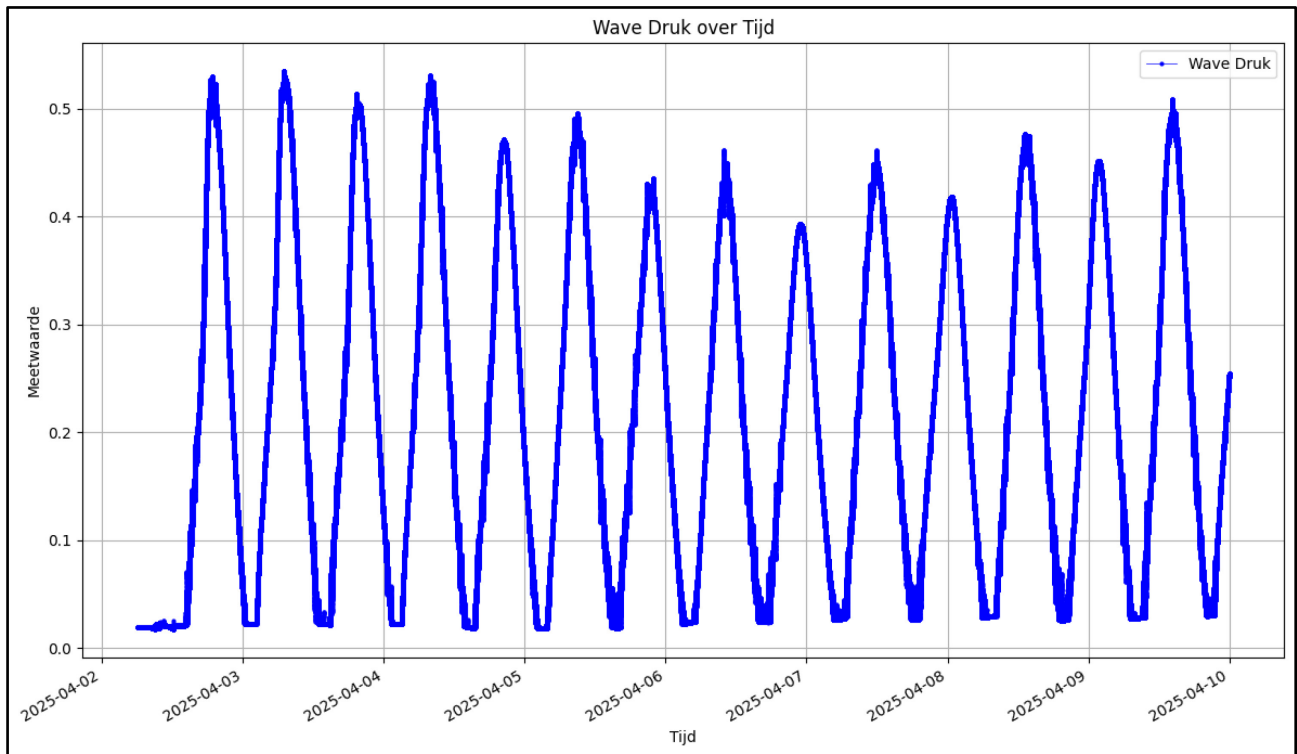
Figuur 10 – Hoogfrequente druksensor SRD ; Meetwaarde = druk in bar



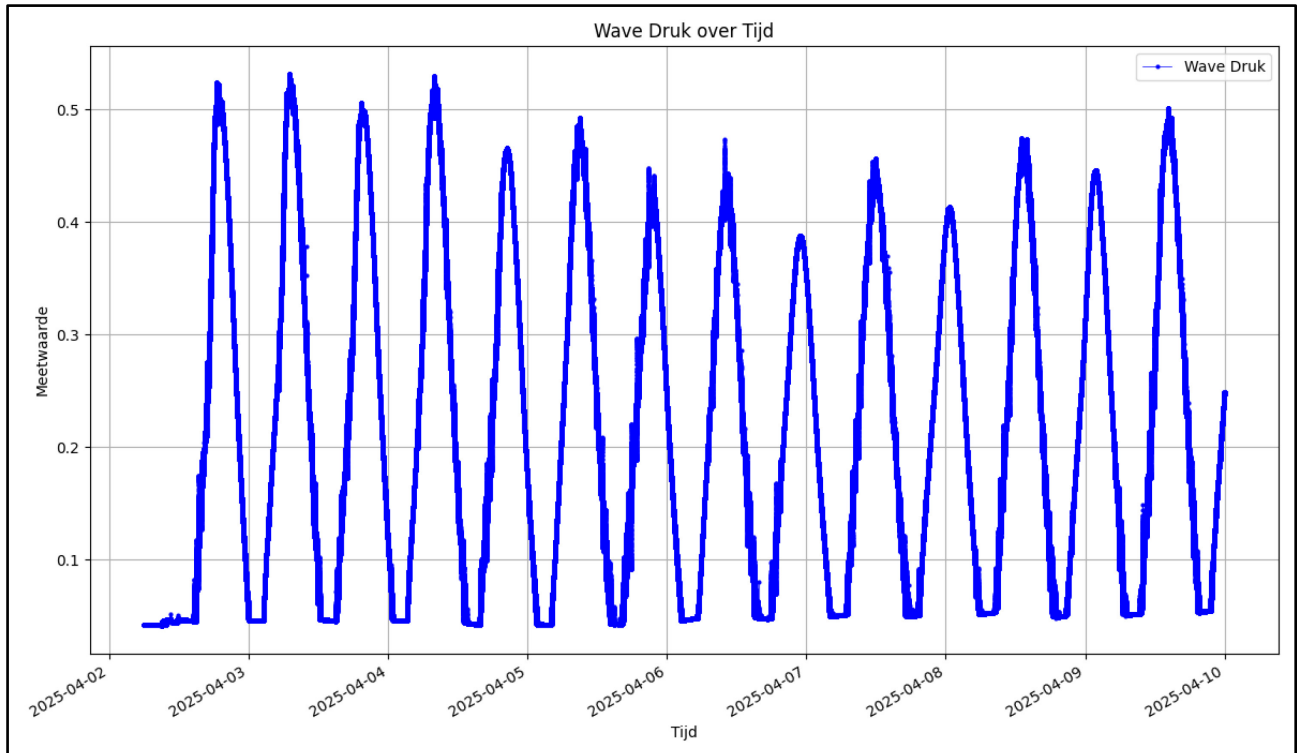
Figuur 11 – Hoogfrequente druksensor MAN ; Meetwaarde = druk in bar



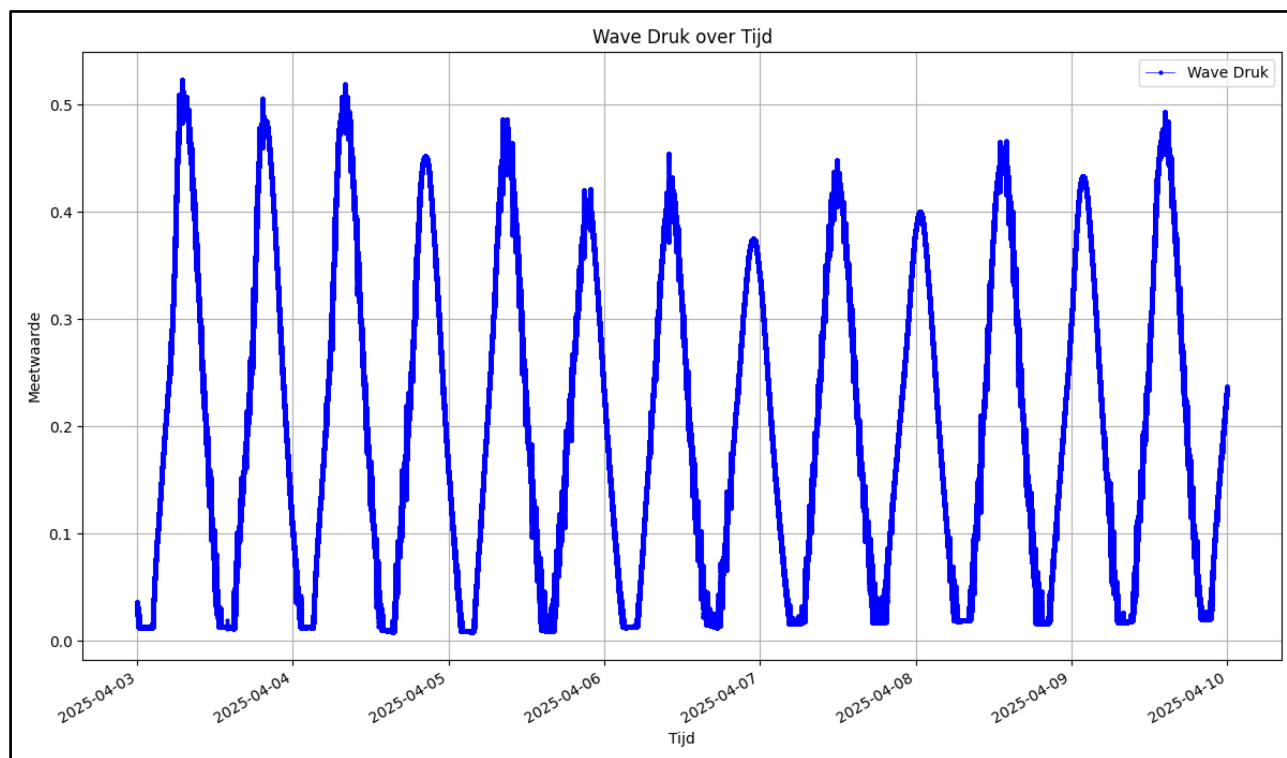
Figuur 12 – Hoogfrequente druksensor UR ; Meetwaarde = druk in bar)



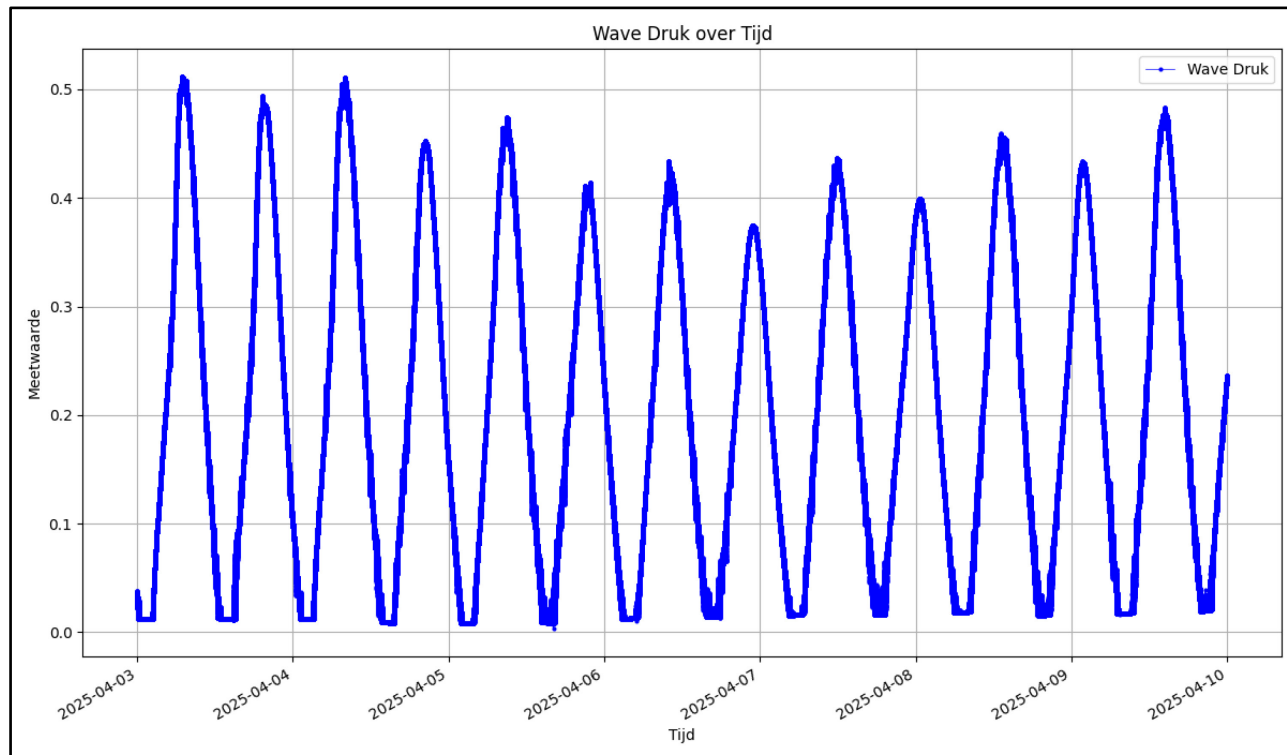
Figuur 13 – Hoogfrequente druksensor SRV; Meetwaarde = druk in bar



Figuur 14 – Hoogfrequente druksensor UL ; Meetwaarde = druk in bar



Figuur 15 – Hoogfrequente druksensor SLD ; Meetwaarde = druk in bar



Figuur 16 – Hoogfrequente druksensor SLV ; Meetwaarde = druk in bar

Alle data staat op P:\25_017 MonKDKschldkAntw\3_Uitvoering\data/divers en
P:\25_017 MonKDKschldkAntw\3_Uitvoering\data\HF druk

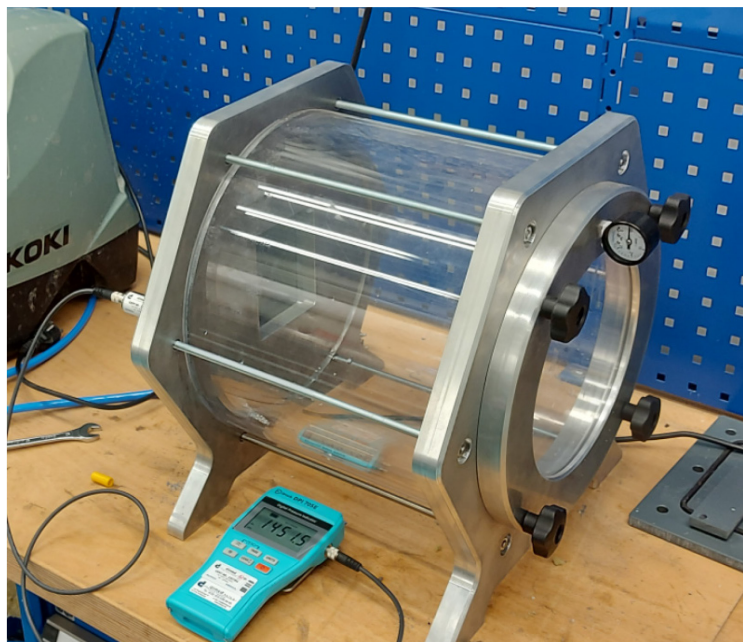
Alle toestellen werden geprogrammeerd in MET

1.4 Kalibratie toestellen in drukkamer – resultaten

De testopstelling omvatte een kunststof drukkamer, een TD-Diver, en een referentie druksonde van Dimed. Deze drukkamer, zoals zichtbaar in de afbeelding hieronder, is ontworpen om druk op te bouwen tot 20 mH₂O-equivalent. Dit komt overeen met 1961 Pa en 14.7 mmHg.

1.4.1 Opzet en Testprocedure

De druk in de kamer wordt geregeld door de compressor aan en uit te zetten. Een verbeteringspunt voor de opstelling is het toevoegen van een kraan vóór de persluchtinlaat om de toevoer gemakkelijker te regelen in plaats van de stekker steeds in en uit te trekken. Bij het stoppen van de compressor is er momenteel een klein drukverlies. Daarnaast kan de uitzetting van de kunststof kamer invloed hebben op de metingen, daarom is de referentie drukopnemer van groot belang.



Figuur 17 – Testopstelling met een kunststof drukkamer, een TD-Diver en een referentie druksonde

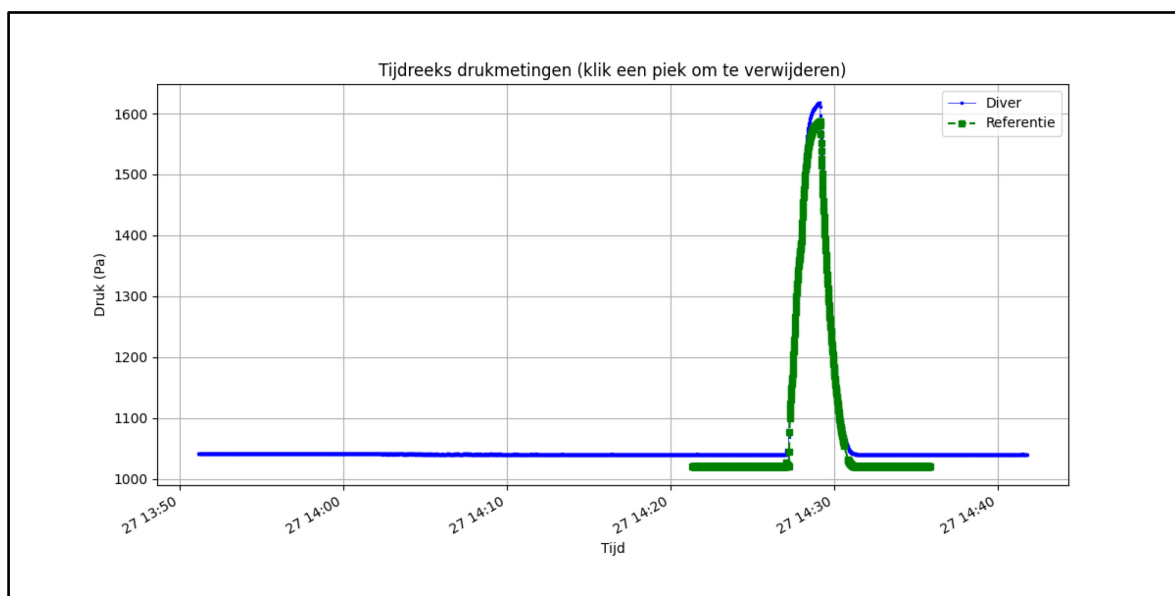
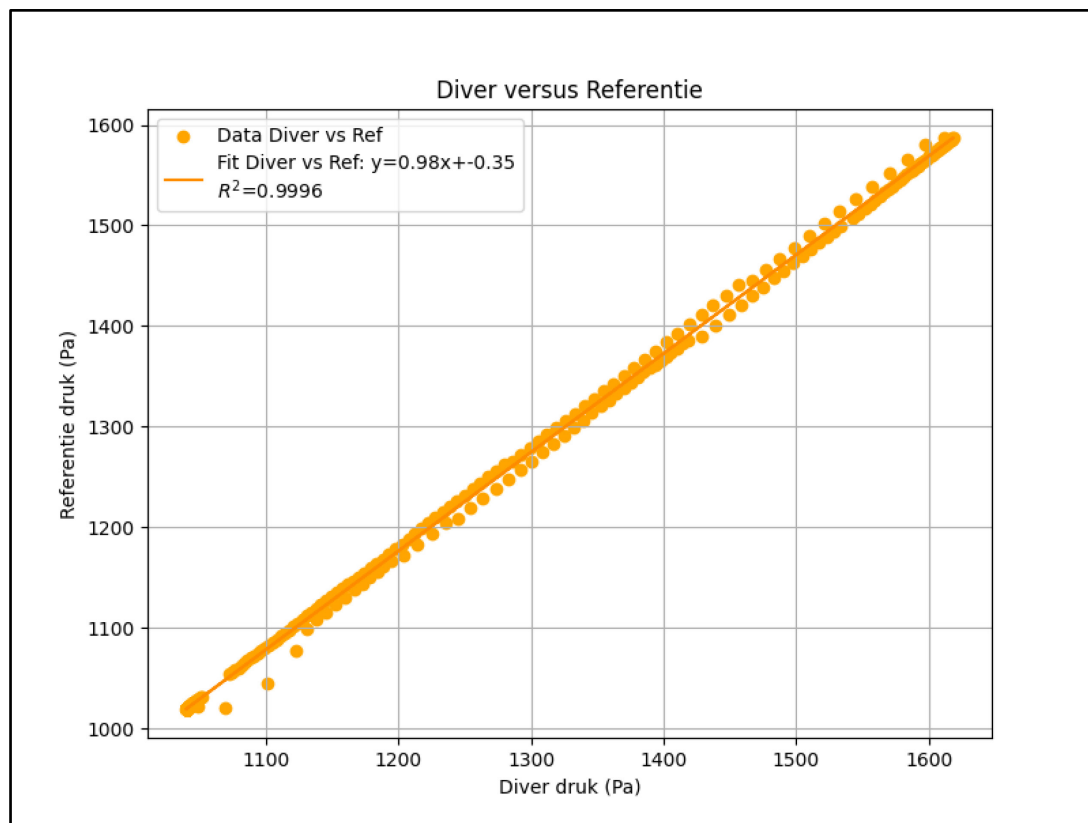
De gegevens van de referentie sensor worden via de camera van een smartphone gedigitaliseerd. De gebruikte (betalende) app=Yomzo.

Opmerkingen:

- Eenheid Diver: Pascal
- Eenheid Referentiesensor: Pascal
- Door een tijdsverschil in seconden is er een hysteresis waar te nemen in de XY plot
- Alle data staat op P:\25_017 MonKDKschldkAntw\3_Uitvoering\data\Drukkamer-kalibratie-referentie

1.4.2 Diver kalibratie F7234"

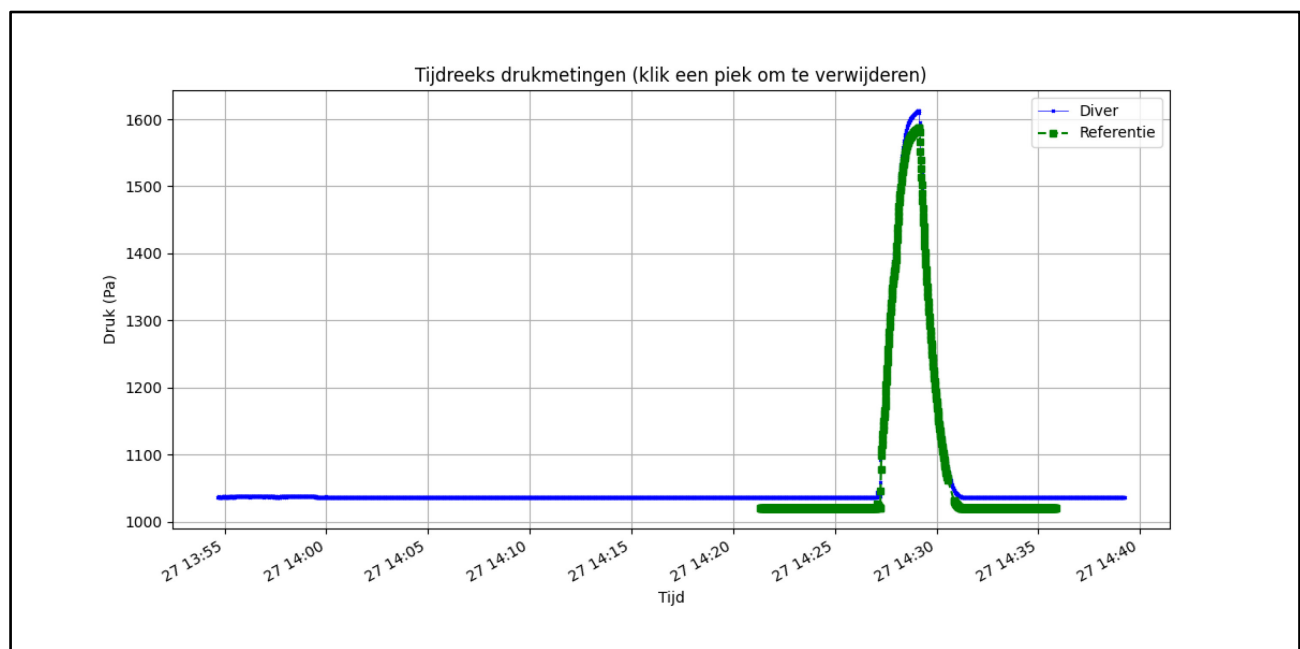
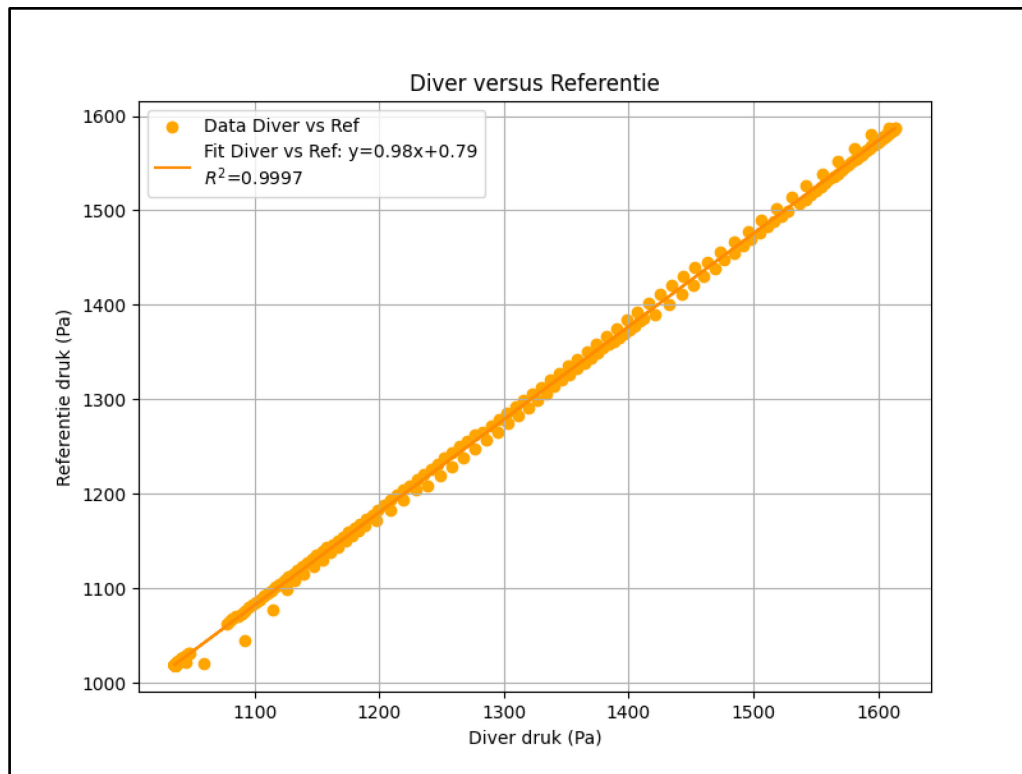
- Diver bestandsnaam: "_250603170911_F7234.MON"
- Referentiedruksensor bestandsnaam: "DDR_20250327_142121-drukkamer.csv"



Figuur 18 – Corrected Diver_data=0.98*Diver_data-0.356

1.4.3 Diver kalibratie J7539

- Diver bestandsnaam: "_250603171339_J7539.MON"
- Referentiedruksensor bestandsnaam: "DDR_20250327_142121-drukkamer.csv"



Figuur 19 – Corrected Diver_data=0.98*Diver_data+0.79

1.5 Videopnames enkele scheepspassages – 04/04/2025

Op 4 april 2025 werden in de ochtend enkele beelden genomen en opnames gemaakt van het passeren van enkele schepen, inclusief de Waterbus. Daarbij werden de kleppen en het mangat gefilmd en is ook het geluid van de drukopbouw- en afbouw te horen. Een logboek van de opnames bevindt zich net als de beelden op P:\25_017 MonKDKschldkAntw\3_Uitvoering\passages ochtend 04042025.

DEPARTEMENT **MOBILITEIT & OPENBARE WERKEN**
Waterbouwkundig Laboratorium

Berchemlei 115, 2140 Antwerpen

T +32 (0)3 224 60 35

F +32 (0)3 224 60 36

waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be

www.waterbouwkundiglaboratorium.be