

## Import van organisch koolstof in het Grevelingenmeer vanuit de Voordelta

een inschatting op basis van troebelheidsmetingen in de Brouwersluis, oktober 2019 - mei 2020



## **Import van organisch koolstof in het Grevelingenmeer vanuit de Voordelta**

een inschatting op basis van troebelheidsmetingen in de Brouwersluis, oktober 2019 - mei 2020

### **Auteur(s)**

Joost Stronkhorst

Willem Stolte

Arno Nolte

## Import van organisch koolstof in het Grevelingenmeer vanuit de Voordelta

een inschatting op basis van troebelheidsmetingen in de Brouwersluis, oktober 2019 - mei 2020

<b>Opdrachtgever</b>	Rijkswaterstaat Midden-Nederland District Utrecht / WVL
<b>Contactpersoon</b>	Alexander Nefs, Arno Slager, Rini Snoep, Paul Paulus en Herman Haas
<b>Referenties</b>	
<b>Trefwoorden</b>	

### Documentgegevens

<b>Versie</b>	1.0
<b>Datum</b>	25-01-2021
<b>Projectnummer</b>	11203741-000
<b>Document ID</b>	11203741-000-ZKS-0023
<b>Pagina's</b>	39
<b>Classificatie</b>	
<b>Status</b>	definitief

### Auteur(s)

	Joost Stronkhorst	
	Willem Stolte	

Doc. Versie	Auteur	Controle	Akkoord	Publicatie
0.1	Joost Stronkhorst Willem Stolte Arno Nolte	Theo Prins	Toon Segeren	
1.0	Joost Stronkhorst Willem Stolte Arno Nolte	Theo Prins	Toon Segeren	

# Samenvatting

Tussen oktober 2019 en mei 2020 vond in de Brouwersluis continue registratie plaats van de troebelheid van het in-en uitstromende zeewater met behulp van een sensor. Doel is om een betrouwbare schatting te maken van de import in het Grevelingenmeer van organisch koolstof uit de Voordelta, nu en na aanleg van het nieuw doorlaatmiddel in de Brouwersdam (project Getij Grevelingen). Het geïmporteerde organisch materiaal zal mineraliseren en is van invloed zijn op het zuurstofgehalte in de diepere delen van het meer.

Het voorliggende rapport presenteert de resultaten van de troebelheidsmetingen gedaan in de periode oktober 2019 en mei 2020. Door (technische) problemen bevat de meetreeks enkele hiaten. Ook moet opgemerkt worden dat er slechts één ijklijn beschikbaar is waarmee de geregistreeerde troebelheid te relateren is aan het gehalte aan zwevende stof en het particulier gebonden organisch koolstof (POC). De watermonsters voor deze ijkmeting zijn verzameld op 21 januari 2020 en vermoedelijk niet representatief voor de hele meetreeks.

Op basis van de gemeten beschikbare data wordt de jaargemiddelde import naar het Grevelingenmeer van organisch koolstof uit de Voordelta geschat op 2500 ton C/jaar. De onzekerheidsmarge is groot, 1250-3750 ton C/jaar, met name door het tekort aan ijklijnen op meerdere momenten van het jaar, door de onvolledige tijdreeks door de hiaten en het ontbreken van de maanden juni-september en door onnauwkeurigheid in de geschatte debieten door de sluis. De schatting wijkt niet veel af van een eerdere schatting van 2600 ton C/jaar (range van 350-3500 ton/jaar) die tot nu toe wordt toegepast in modelstudies naar de zuurstofhuishouding van de diepere delen van het Grevelingenmeer.

In de huidige situatie is ca. 10% van de zuurstofvraag in het Grevelingenmeer afkomstig van het geïmporteerde organisch koolstof. In de diepe delen bij de Brouwerssluis draagt geïmporteerde organisch koolstof waarschijnlijk ten minste 50% bij aan de lokale zuurstofvraag.

Bij herintroductie van het getij neemt het de import van organisch koolstof toe en zal het naar verwachting 40% van de zuurstofvraag in het Grevelingenmeer bepalen. Het doorlaatmiddel zorgt echter ook voor extra toevoer van zuurstofrijk water uit de Voordelta, voor een hogere zuurstofproductie door primaire productie en voor meer verticale menging door (getij)stroming. Eerdere modelberekeningen geven aan dat het grotere zuurstofaanbod meer gewicht in de schaal legt dan de grotere zuurstofvraag en dat in de diepere delen van het Grevelingenmeer het langdurige zuurstofarme areaal afneemt. Dus er zal netto minder zuurstofloosheid zijn.

# Inhoud

	<b>Samenvatting</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>7</b>
1.1	Aanpak	10
<b>2</b>	<b>Debieten</b>	<b>11</b>
2.1	Data	11
2.2	Waterdebiet	11
<b>3</b>	<b>Continue monitoring van troebelheid</b>	<b>13</b>
3.1	Meetopstelling	13
3.2	Onderhoud	14
3.3	Data	14
3.3.1	Algemeen	14
3.3.2	Afwijkende metingen eind oktober-begin november 2019	15
3.3.3	Afwijkende metingen begin mei 2020	16
3.3.4	Afwijkende metingen eind mei 2020	17
3.4	IJkmetingen	18
<b>4</b>	<b>Slibimport</b>	<b>20</b>
4.1	continue tijdreeks zwevende stof	20
4.2	Influx van slib en organisch koolstof	20
4.3	Gevoeligheidsanalyse	23
<b>5</b>	<b>Discussie</b>	<b>25</b>
5.1	Vergelijking met eerdere schatting	25
5.2	Implicaties voor zuurstofvraag	25
5.2.1	Reflectie zuurstofvraag in relatie tot import (huidige situatie)	25
5.2.2	Reflectie slibimport en bijdrage aan zuurstofvraag bij herintroductie van getij	27
<b>6</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>28</b>
6.1	Conclusies	28
6.2	Aanbevelingen	28
<b>7</b>	<b>Literatuur</b>	<b>29</b>
	<b>BIJLAGEN</b>	<b>30</b>
<b>A</b>	<b>Bouwtekening 1 Meetopstelling Brouwersluis</b>	<b>31</b>

<b>B</b>	<b>Bouwtekening 2 Meetbordes Brouwersdam</b>	<b>32</b>
<b>C</b>	<b>Dompel</b>	<b>33</b>
<b>D</b>	<b>Kalibratie certificaat_025165-Calibration Certificate S9078 CIB030512</b>	<b>34</b>
<b>E</b>	<b>Kalibratie certificaat_025165-Calibration Certificate S9078 CIB030755</b>	<b>35</b>
<b>F</b>	<b>Code foutmeldingen sensor</b>	<b>36</b>
<b>G</b>	<b>Troebelheid en relatie met windsterkte en richting</b>	<b>37</b>

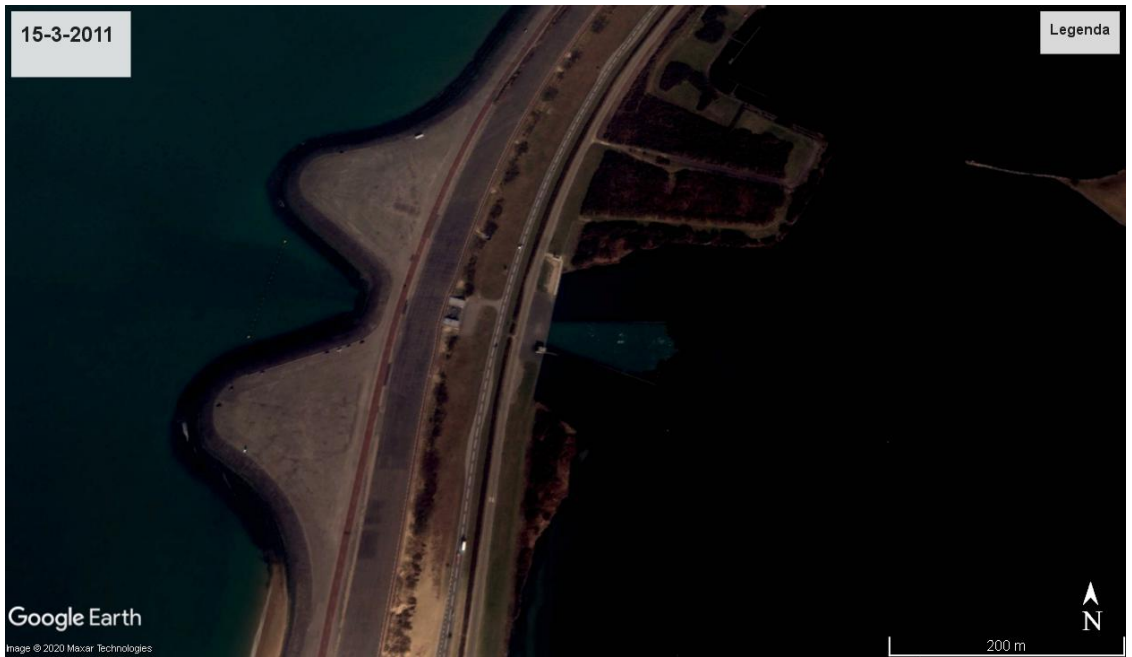
De waterkwaliteit in het Grevelingenmeer wordt gekenmerkt door periodes van zuurstofloosheid in de diepere delen van het meer als gevolg van de afbraak van organische stof en een beperkte uitwisseling met zuurstofrijk water. Om de situatie te verbeteren zijn er plannen voor een groot doorlaatmiddel in de Brouwersdam, zodat meer uitwisseling kan plaatsvinden met de Noordzee (project Getij Grevelingen). Hierdoor wordt 40 cm getij toegestaan op het Grevelingenmeer. De opening in de Brouwersdam zal mogelijk ook leiden tot tijdelijke resuspensie van sediment van de Voordelta, waar materiaal is afgezet in oude getijgeulen na de afsluiting van de Grevelingen. Zowel het geresuspendeerde materiaal als het materiaal wat in de huidige situatie al aanwezig is in de waterkolom, bestaat uit anorganisch en organisch slib. Het organisch materiaal dat via het doorlaatmiddel naar het Grevelingenmeer getransporteerd wordt, kan leiden tot extra zuurstofvraag in de diepere delen van het meer.

In het licht van de huidige zuurstofproblematiek is het nodig meer inzicht te krijgen in de mogelijke import van organisch slib uit de Voordelta naar het Grevelingenmeer. Dit leidt allereerst tot de vraag hoeveel slib (zijnde zwevende stof in de waterkolom) en organisch materiaal (uitgedrukt als organisch koolstof) er getransporteerd zou kunnen worden naar het Grevelingenmeer na aanbrengen van het nieuwe doorlaatmiddeldoor erosie van de aanwezige afzettingen in de Voordelta. Dit is verkend in de studie 'Potentiele import van slib en organisch materiaal naar het Grevelingenmeer door erosie van de aanstroomgeul' (Deltares 2019, rapport 11202493-000-ZKS-0003).

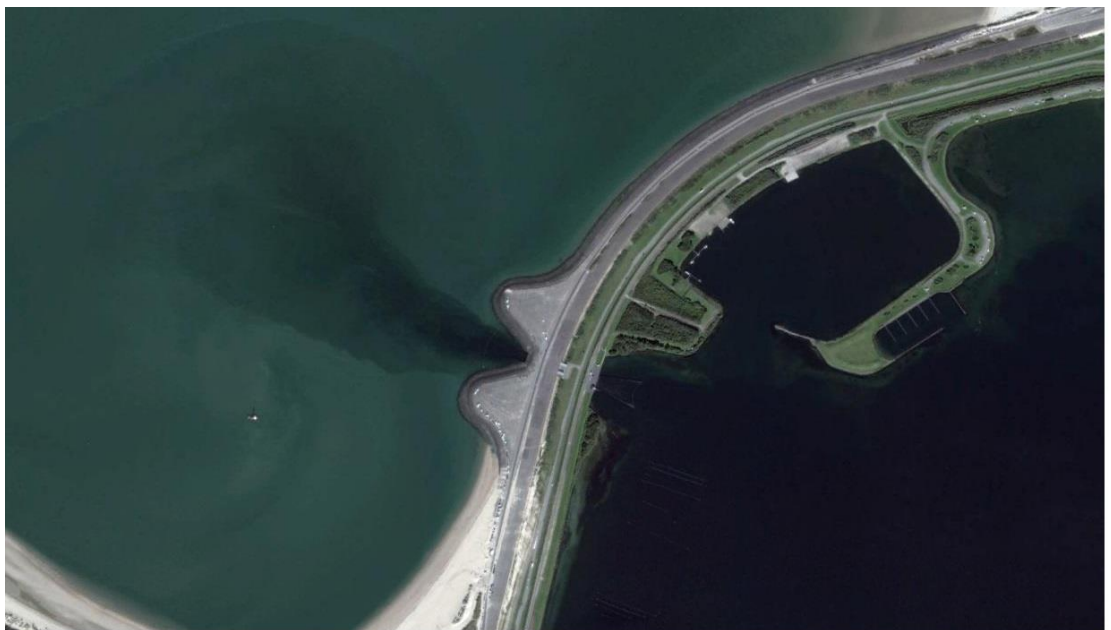
Daarnaast is de vraag *hoeveel organisch materiaal (organisch koolstof) er onder de huidige omstandigheden geïmporteerd wordt door de Brouwersluis en wat het verwachte effect is op de zuurstofvraag in de toekomstige situatie*. Deze vraag wordt in voorliggende studie onderzocht.



Het slibtransport door de sluis is vanuit de lucht waarneembaar als een lokaal effect aan het wateroppervlak. Verhoogde troebelheid bij de Brouwersluis aan de zijde van het Grevelingenmeer is zichtbaar op een satellietbeeld van 15-3-2011 (Figuur 1.1). Het slib lijkt op korte afstand van de sluis in rustig water te bezinken. Omgekeerd is aan de zeezijde van de sluis de uitstroom te zien van helder water uit het Grevelingenmeer in het troebele water van de Voordelta (Figuur.1.2 - Figuur 1.4).

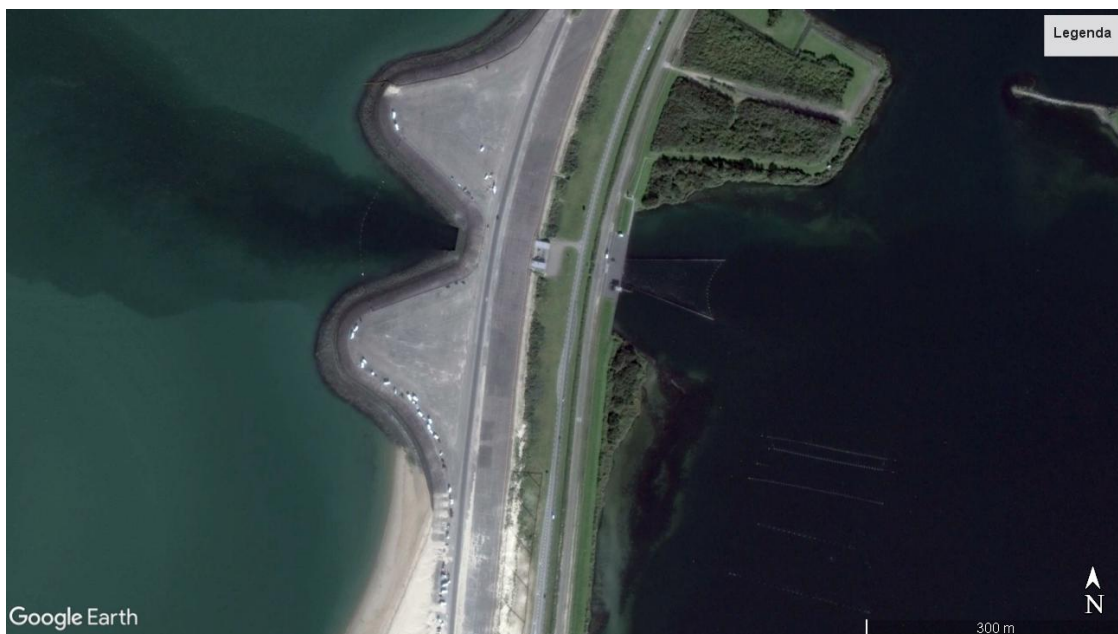


*Figuur 1.1 Luchtfoto 15-03-2011*

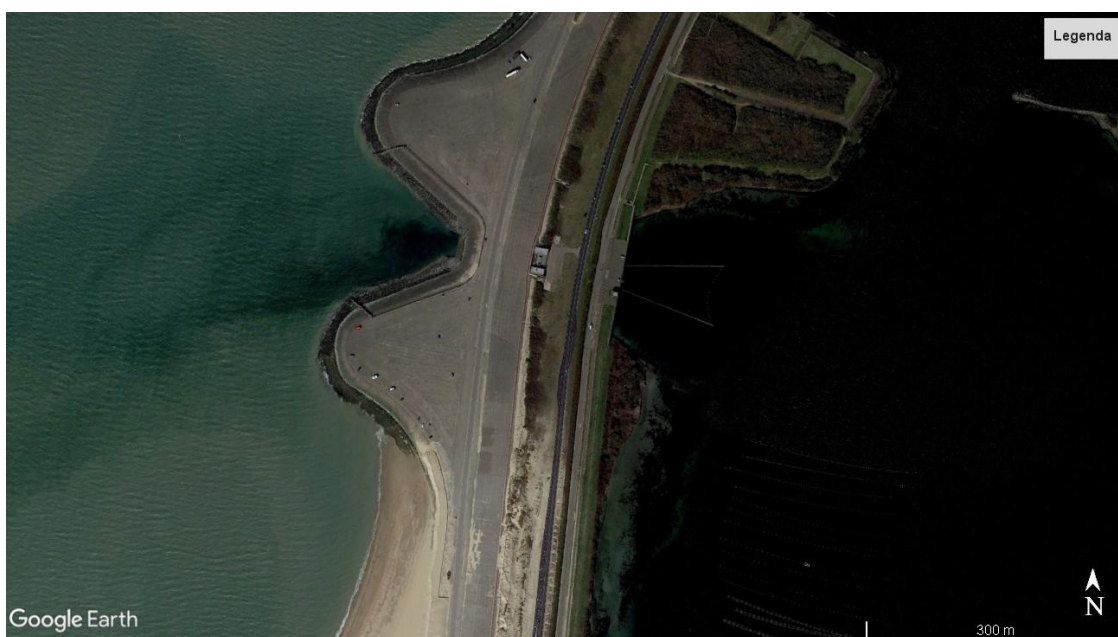


*Figuur. 1.2 Luchtfoto 18-12-2015*





Figuur 1.3 Luchtfoto 28-03-2018



Figuur 1.4 Luchtfoto 27-03-2020

## 1.1 Aanpak

Het onderzoek naar de vraag *hoeveel organisch koolstof er onder de huidige omstandigheden wordt geïmporteerd door de Brouwersluis en wat het verwachte effect is op de zuurstofvraag in de toekomstige situatie met doorlaatmiddel* is opgebouwd uit vier onderdelen:

1. **Debiet.** Om de import en export van slib door de Brouwersluis vast te stellen zijn gegevens nodig van het waterdebiet door de sluis. Het debiet is het resultaat van de waterstandverschillen aan de binnen- en buitenzijde van de sluis. Deze waterstanden worden continu geregistreerd. De benodigde gegevens zijn afkomstig uit de jaarlijkse waterbalans berekeningen van Rijkswaterstaat en worden in hoofdstuk 2 besproken.
2. **Continue monitoring van de troebelheid.** De troebelheid van het instromende en uitstromende water wordt geregistreerd met sensoren in de sluis. De meetopstelling is door RWS CIV voorbereid in overleg met RWS Zee en Delta en is in oktober 2019 in gebruik genomen. De troebelheidsmetingen worden omgerekend naar zwevende stof concentraties aan de hand van ijklijnen. Hiertoe zijn watermonsters genomen en in het laboratorium onderzocht op het gehalte zwevende stof en particulier gebonden organisch koolstof (POC). De meetopstelling, de bewerking van de ruwe meetdata (middeling, verwijdering van anomalie/afwijkingen) worden in hoofdstuk 3 behandeld.
3. **Import organisch koolstof.** In hoofdstuk 4 wordt vervolgens de import van organisch koolstof bepaald door de tijdreeks van zwevende stof te combineren met de tijdreeks van debiet (beide 10 minutengemiddelde) en te vermenigvuldigen met het percentage POC in het zwevende stof. Een gevoeligheidsanalyse is uitgevoerd naar de onzekerheden in de debieten, het percentage POC in het zwevende stof en bovengenoemde ijklijnen. De berekende import van organisch koolstof vergeleken met vigerende waarden voor de import van organisch materiaal in het waterkwaliteit model voor het Grevelingenmeer (Nolte, 2017)
4. **Zuurstofvraag.** De consequenties van de organisch koolstof import op de zuurstofhuishouding van het Grevelingenmeer, nu en in de toekomst, worden ingeschat en bediscussieerd in hoofdstuk 5.

## 2 Debieten

### 2.1 Data

Voor een analyse van de slibimport is gebruik gemaakt van de tijdsreeksen over de in-en uitlaat van zeewater door de Brouwersluis. Het betreft 10 minutengemiddelde debieten die zijn berekend op basis van de verschillen in waterstanden die continu worden geregistreerd ter hoogte van de Brouwersluis op de Noordzee en in het Grevelingenmeer. Deze berekeningen zijn aangeleverd door Alexander Nefs (RWS Z&D) en zijn uitgevoerd als onderdeel van de jaarlijkse waterbalans studie voor het Grevelingenmeer. De tijdzone waarin de registratie van de waterstanden gebeurt is UTC en komt overeen met die van de troebelheidmetingen.

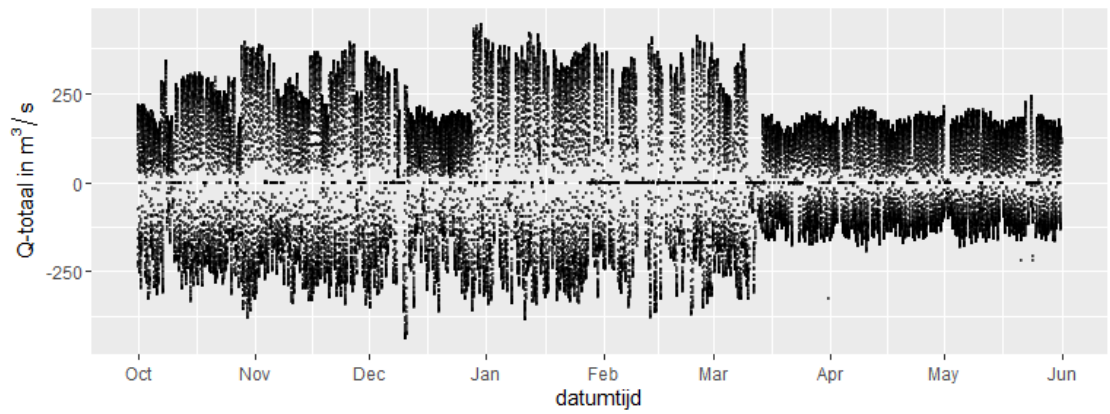
### 2.2 Waterdebiet

De maanddebieten door de Brouwersluis zijn weergegeven in Figuur 2.1. Volgens de data uit de waterbalans is er gedurende de onderzoeksperiode 1-10-2019 tot 1-6-2020 323 miljoen m<sup>3</sup> meer water door de sluis naar binnen gestroomd dan dat er is gespuid (Tabel 2.1). Dit overschot is zeer groot en niet realistisch. Het wijst op een grote onzekerheid in de afvoer coëfficiënt van de Brouwersluis (pers.comm. Alexander Nefs, RWS). In de gevoeligheidsanalyse (par.4.3) wordt hier nader op ingegaan.

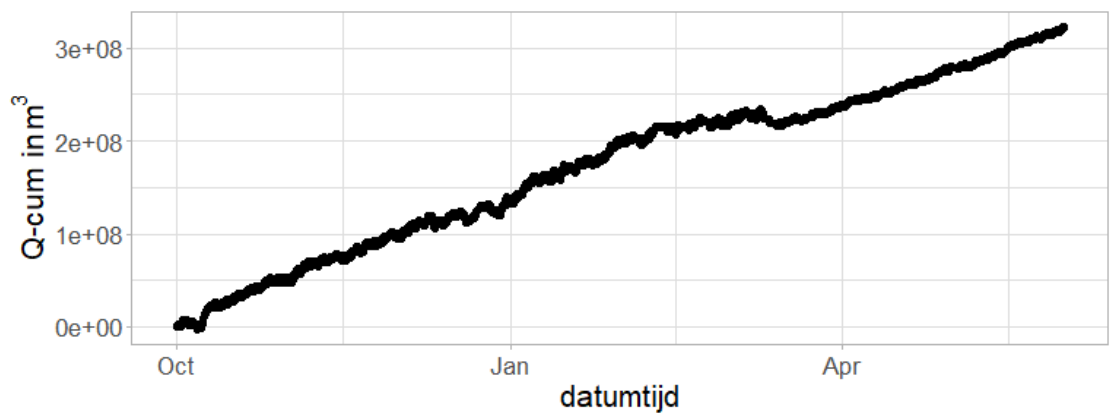
Tabel 2.1 In-en uitstroomdebieten door de Brouwersluis per maand, periode oktober 2019-mei 2020

Maand	Instroom richting Grevelingenmeer (m3)	Uitstroom richting Voordelta (m3)	Instroom - uitstroom (m3)
okt	263.411.754	-213.944.250	49.467.504
nov	270.118.476	-221.613.510	48.504.966
dec	239.054.688	-200.211.750	38.842.938
jan	294.231.744	-227.838.588	66.393.156
feb	170.762.058	-150.982.548	19.779.510
mrt	161.980.110	-145.528.014	16.452.096
apr	156.705.762	-114.948.966	41.756.796
mei	155.220.624	-112.983.678	42.236.946
Totaal	1.711.485.216	-1.388.051.304	323.433.912

Figuur 2.1 toont de 10 minutengemiddelde debieten en laat zien dat er eind maart een overgegaan is naar zomerpeil. In de cumulatieve debieten (Figuur 2.2) is dit te zien als een tijdelijke netto uitstroom. Voor de rest van de tijd is er sprake van een netto instroom van water.



Figuur 2.1 Waterdebiet gedurende de meetperiode oktober 2019 tot juni 2020.



Figuur 2.2 Cumulatieve netto waterdebiet over de meetperiode oktober 2019 tot juni 2020..

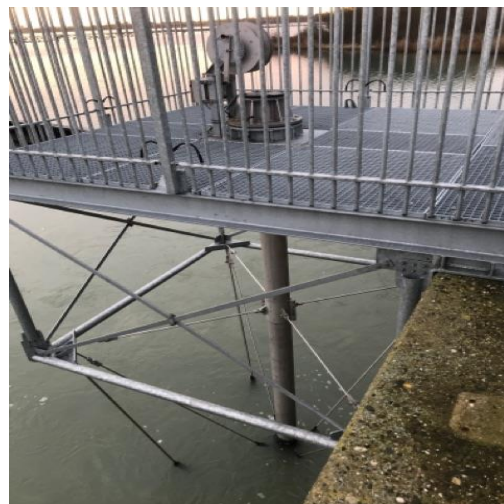
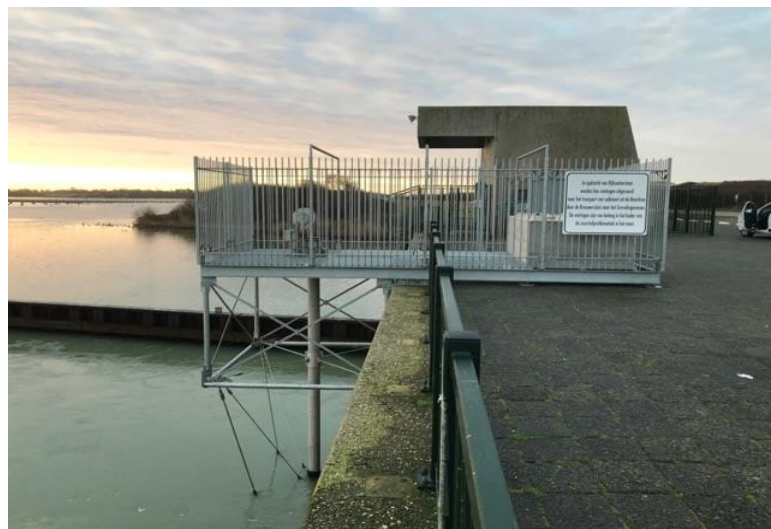
# 3 Continue monitoring van troebelheid

## 3.1 Meetopstelling

Voor de continue troebelheidsmetingen heeft Rijkswaterstaat aan de binnenzijde van de sluis een frame laten aanbrengen. Zie bijlagen 1-3 voor de bouwtekeningen van de meetopstelling, het meetbordes en de dompel waarin twee OBS sensoren bevestigd zijn.

De gerealiseerde meetopstelling is te zien in Figuur 3.1.

De EXO turbidity sensoren zijn gekalibreerd door Observator Instruments (Ridderkerk) m.b.v. het programma KOREXO. Dit doen ze op twee punten, 0 en 124 FNU met de vloeistoffen van YSI. Voor beide sensoren geeft het KOREXO programma zelf aan wanneer de gemeten waarde voldoende stabiel is en de sensor gejusteerd kan worden. Het programma slaat zowel de waarde van voor als na de justering op. Zie de ijkrapporten van beide sensoren (bijlage 4 en 5).



*Figuur 3.1 Meetopstelling voor troebelheid in de Brouwersluis (zijde Grevelingenmeer).*

## 3.2 Onderhoud

Tussen 22 november 2010 en 10 juni 2020 zijn de sensoren om de 2-4 weken gereinigd. Alleen de inspectie van 12 mei 2020 liet veel aangroei zien, een bekend verschijnsel in het voorjaar (Tabel 3.1).

Tabel 3.1 Onderhoudsrapportage sensoren Brouwersluis 2019-2020.

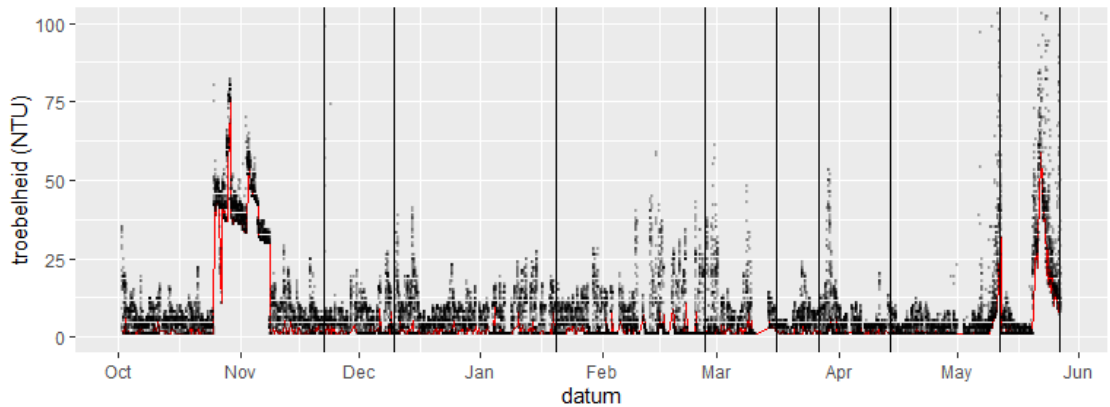
datum	OBS1 voor reiniging	OBS1 na reiniging	verschil voor-na	aangroei te zien op de foto van de sensorsorkop	OBS2 voor reiniging	OBS2 na reiniging	verschil voor-na_1	gem verschil sensor 2 tov 1 na reiniging	gem verschil sensor 2 t.o.v. 1 voor reiniging	aangroei te zien op de foto van de sensorsorkop_1
22-11-2019	6	6	0	NEE	4	4	0	-2	-2	NEE
10-12-2019	4	4	0	NEE	1	0	1	-4	-3	NEE
20-1-2020	9	9	0	NEE	8	6	2	-3	-1	NEE
27-2-2020	4	4	0	NEE	0	0	0	-4	-4	NEE
16-3-2020	4	4	0	NEE	0	0	0	-4	-4	NEE
27-3-2020	4	4	0	NEE	0	0	0	-4	-4	NEE
14-4-2020	6	8	-2	NEE	4	5	-1	-3	-2	NEE
12-5-2020	14	8	6	JA	36	6	30	-2	22	JA veel aangroei!
27-5-2020	5	3	2	JA	5	0	5	-3	0	JA
10-6-2020	7	7	0	JA	0	0	0	-7	-7	JA

## 3.3 Data

### 3.3.1 Algemeen

Databestanden zijn door RWS aangeleverd voor sensor 1 en 2 (bestandsnamen BRSL1.D10.p.jdb en BRSL2.D10.p.jdb). Elke sensor doet 6 waarnemingen per minuut, waarmee vervolgens een tienminutengemiddelde berekend wordt. De gegevens worden opgeslagen in bestanden met de naam D10 (en ook D10S maar die zijn buiten beschouwing gelaten). In de bestanden blijken veel doubletten te zitten; deze zijn weggelaten. Elke meting in de tabel is dus een gemiddelde over 60 waarnemingen. Als er minder dan 54 zijn binnengekomen wordt de meting afgekeurd. Andere storingen zijn ook geregistreerd en in de bestanden aangegeven met foutcodes (Bijlage 6).

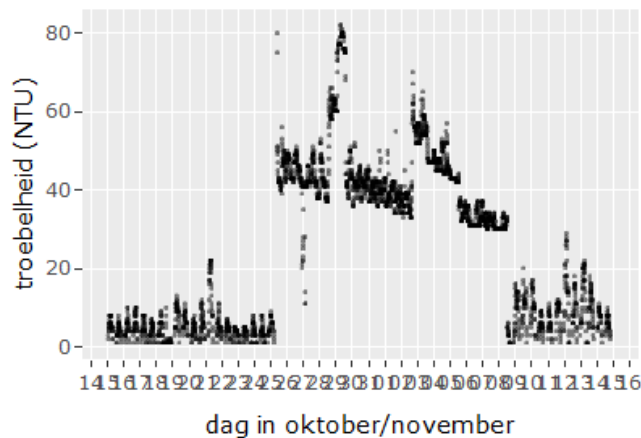
De troebelheidswaarnemingen zijn weergegeven in Figuur 3.2. De rode lijn volgt de dagelijkse minimale waarde. De meeste dagen hebben een minimum van 1 NTU. Er zijn echter een paar langere perioden met verhoogde dagelijkse minimumwaarden. De tijdstippen dat de sensor werd schoongemaakt is hier te zien als verticale lijnen.



Figuur 3.2 Dagelijkse minima en maxima in troebelheid van het in- en uitstromende water door de Brouwersluis. Verticale lijnen zijn de reinigingsmomenten.

### 3.3.2 Afwijkende metingen eind oktober-begin november 2019

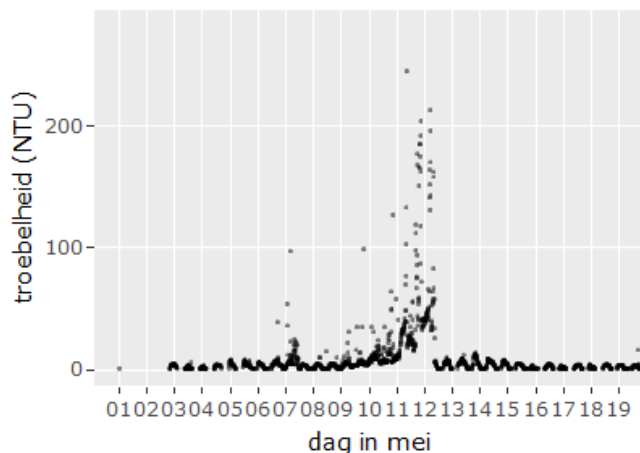
Eind oktober, begin november is een periode waarin het minimum signaal tijdelijk verhoogd lijkt te zijn, maar waar de dynamiek niet veel afwijkt van de periode ervoor of erna (Figuur 3.3). Het is gebleken dat tijdens deze periode de sensoren niet goed in de meetbuis hebben gezeten. Voor de verdere analyse worden de troebelheidsdata tussen 2019-10-25 04:50:00 en 2019-11-08 12:30:00 niet gebruikt.



Figuur 3.3 Afwijkende metingen eind oktober-begin november 2019

### 3.3.3 Afwijkende metingen begin mei 2020

In begin (9 - 12) mei treedt een afwijking op die lijkt veroorzaakt te zijn door aangroei. De directe aanleiding is dat een groot verschil in signaal gemeld wordt in het schoonmaakrapport op 12 mei 2020. Figuur 3.4. toont de troebelheid data in deze periode

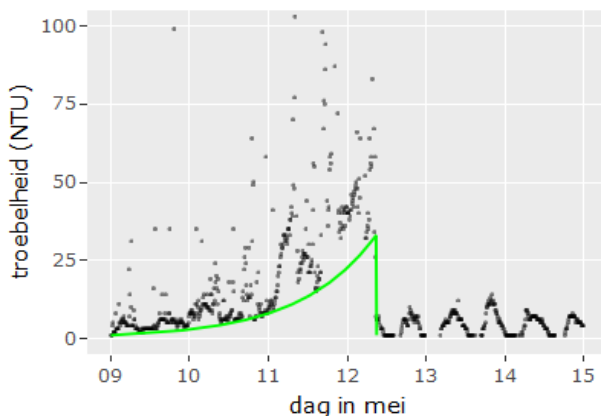


Figuur 3.4 Afwijkende metingen begin mei 2020.

We proberen hier voor deze afwijking te corrigeren met de volgende aannames:

- De sensordrift wordt veroorzaakt door (exponentieel) toename van de baseline. Deze waarde is 1 NTU op 9 mei 2020, en 33 NTU vlak voor het schoonmaakmoment op 12 mei 2020.
- Hierdoor wordt niet alleen de baseline exponentieel “opgetild”, maar ook het signaal exponentieel “uitgerekt”.

De gecorrigeerde baseline ziet er als volgt uit ( Figuur 3.5) . De gecorrigeerde waarde zijn de gemeten waarde gedeeld door de gecorrigeerde baseline.

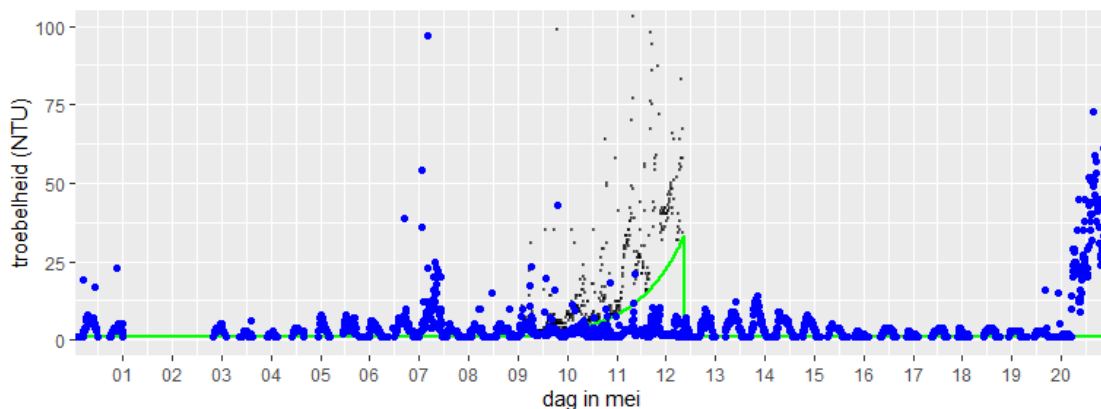


Figuur 3.5 Gecorrigeerde baseline in troebelheid, begin mei 2020.



De gecorrigeerde baseline volgt goed de onderkant van de gemeten waarden. Een paar gemeten waarden vallen nu onder de nieuwe baseline. Als hierdoor waarden <1 ontstonden, is deze waarde op 1 NTU gezet.

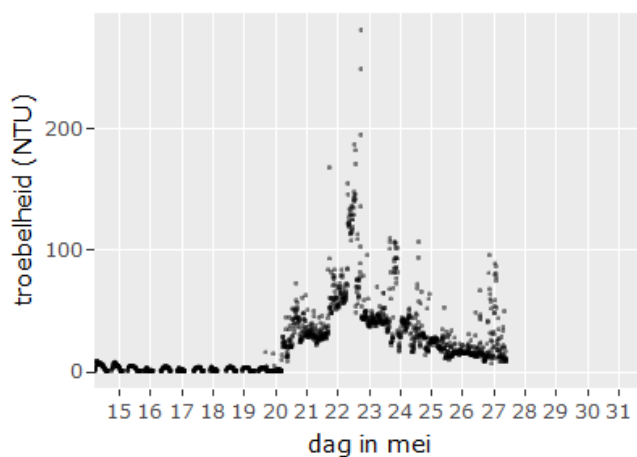
Figuur 3.6 toont de gecorrigeerde waarde na correctie ( $\frac{\text{waarde}}{\text{gecorrigeerde baseline}}$ ) als blauwe symbolen. De nieuw berekende waarden vallen in de range van waarden die voor en na de afwijkende waarnemingen zijn gemeten. Er zou evengoed ook voor gekozen kunnen worden om deze hele periode te schrappen.



Figuur 3.6 Gecorrigeerde troebelheid, begin mei 2020.

### 3.3.4 Afwijkende metingen eind mei 2020

Eind mei wordt ook een sterke verhoging van de baseline gezien (Figuur 3.7). Deze verhoging is na schoonmaken niet geassocieerd met veel aangroei. Mogelijk was de aangroei bij het schoonmaken al weer grotendeels verdwenen.



Figuur 3.7 Tijdserie van troebelheid eind mei.

Vanaf 2020-05-20 04:50:00 treedt een verhoogde baseline op. Omdat op dit moment niet bekend is of en hoe hiervoor gecorrigeerd kan worden, worden de meetdata van deze periode verwijderd.

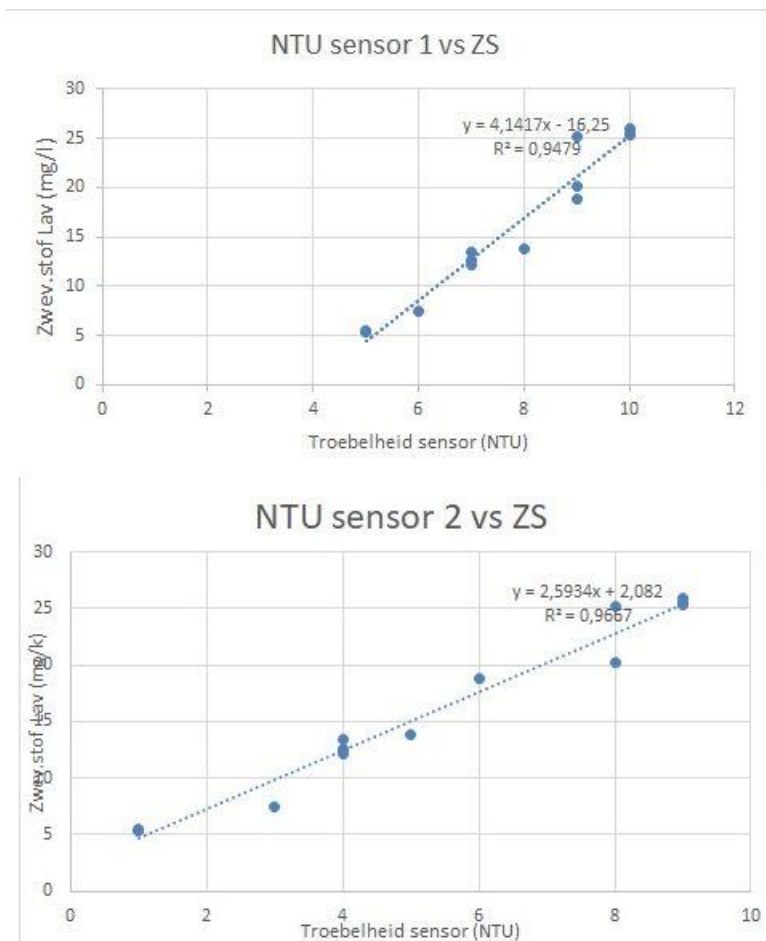
### 3.4 IJkmetingen

Door onvoorziene omstandigheden is slechts 1 van de 4 geplande ijkmetingen uitgevoerd, namelijk die op 21 januari 2020. Op 21 januari 2020 zijn er tussen 8 en 15h, om het half uur, watermonsters genomen en in de daarop volgende maanden geanalyseerd op zwevende stof en POC in het RWS laboratorium te Lelystad. De resultaten staan in Tabel 3.2, te samen met de registratie van de troebelheid op dezelfde momenten.

Tabel 3.2 Troebelheid (NTU), zwevende stof en POC (mg/l) in het water van de Brouwersluis op 21 januari 2020.

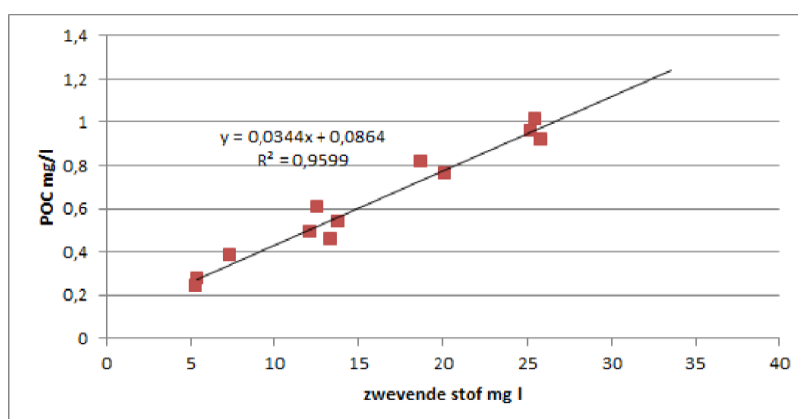
tijd	zwev.stof (mg/l)	POC (mg/l)	Troebelheid sensor 1 (NTU)	Troebelheid sensor 2 (NTU)	fractie POC in Zwevende stof (%)
08:30:00	55	0,274	5	1	5%
09:00:00	54	0,241	5	1	4%
09:30:00	74	0,379	6	3	5%
10:00:00	138	0,540	8	5	4%
10:30:00	134	0,457	7	4	3%
11:00:00	126	0,605	7	4	5%
11:30:00	122	0,489	7	4	4%
12:00:00	335	0,631	8	5	2%
12:30:00	253	0,954	10	9	4%
13:00:00	255	1,009	10	9	4%
13:30:00	259	0,916	10	9	4%
14:20:00	252	NA	9	8	NA
14:30:00	202	0,758	9	8	4%
15:00:00	188	0,812	9	6	4%

De zwevende stofgehalten zijn gecorreleerd aan de NTU waarden van beide sensoren ( Figuur 3.8.). De regressielijn van sensor 2 heeft de voorkeur t.o.v. sensor 1 vanwege een logische waarde van het intercept en een iets hogere correlatiecoëfficiënt  $R^2$ . De verdere analyse in dit rapport is zodoende uitgevoerd met data van sensor 2. Er is geen direct verklaring waarom het intercept bij sensor 1 afwijkt.



Figuur 3.8 Regressielijn tussen zwevende stof en troebelheid (bovenaan sensor 1, onderaan sensor 2) in het water van de Brouwersluis op 21 januari 2020 (n= 13; 1 waarneming, op 21 januari 2020 tijdstip 12:00, is als uitbijter beschouwd).

Er is een sterke correlatie tussen zwevende stof en POC (Figuur 3.9). Op dit meetmoment, in januari met weinig biologische activiteit in het water, bestaat het zwevende stof voor circa 4% uit POC. Dit percentage kan in het voorjaar en de zomer hoger liggen.



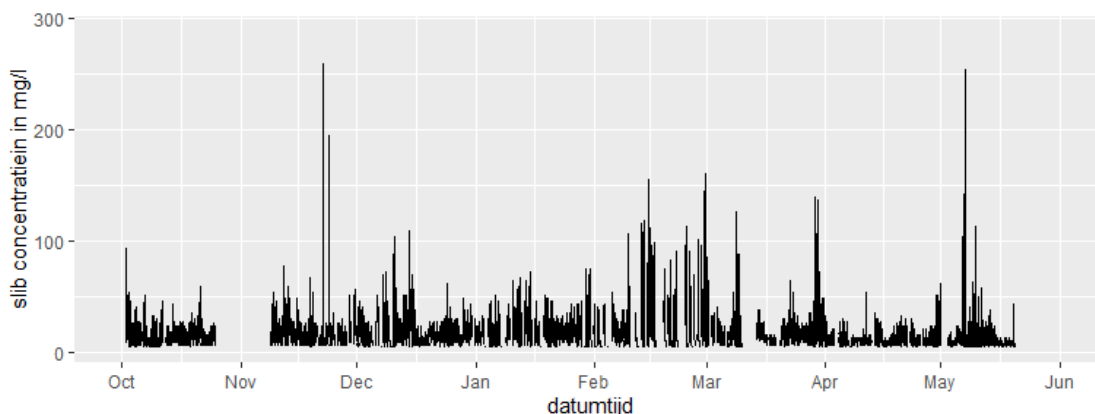
Figuur 3.9 Regressie tussen zwevende stof en POC in het water van de Brouwersluis op 21 januari 2020 (waarneming 12:00 met hoogste ZS is als uitbijter beschouwd).

## 4 Slibimport

### 4.1 continue tijdreeks zwevende stof

Er is een tijdreeks van zwevende stof (ZS) bepaald (Figuur 4.1) door de continue troebelheid metingen (NTU) te transformeren aan de hand van voorgenoemde ijklijn:

$$ZS = 2.6 * NTU + 2$$



Figuur 4.1 Zwevend stof concentratie (10 minuten gemiddeld) na uitgevoerde correcties.

### 4.2 Influx van slib en organisch koolstof

Om vervolgens de concentraties aan zwevend stof om te zetten in fluxen wordt deze vermenigvuldigd met het debiet op het overeenkomstige moment:

$$flux = ZS * Qtotaal * 6/1000$$

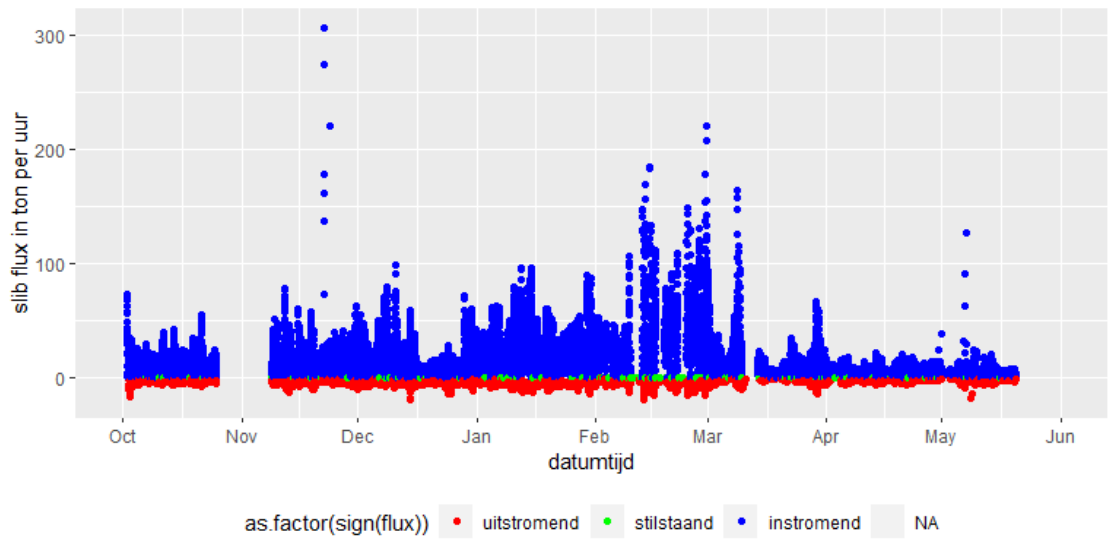
waarin:

ZS	mg/l gemiddeld over 10 minuten
Q-totaal	m <sup>3</sup> per 10 minuten
flux	kg per uur
cumulatieve flux	ton (1000 kg)

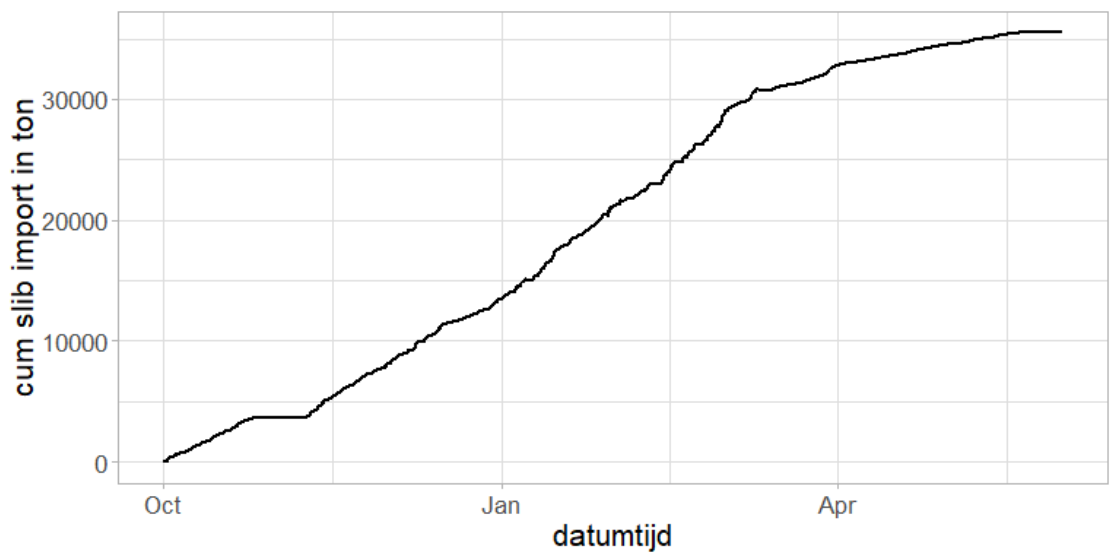
Het berekende slibtransport (Figuur 4.2) vertoont grote variatie in de tijd, wat kan samenhangen met stormcondities op zee (zie voor een andere analyse Bijlage 7 Troebelheid en relatie met windsterkte en richting). Zoals verwacht is de import vele malen groter (>10x) dan de export.

De totale cumulatieve slib import over de onderzoeksperiode oktober 2019-mei 2020 bedraagt ca. 35000 ton slib (Figuur 4.3; Tabel 4.2).

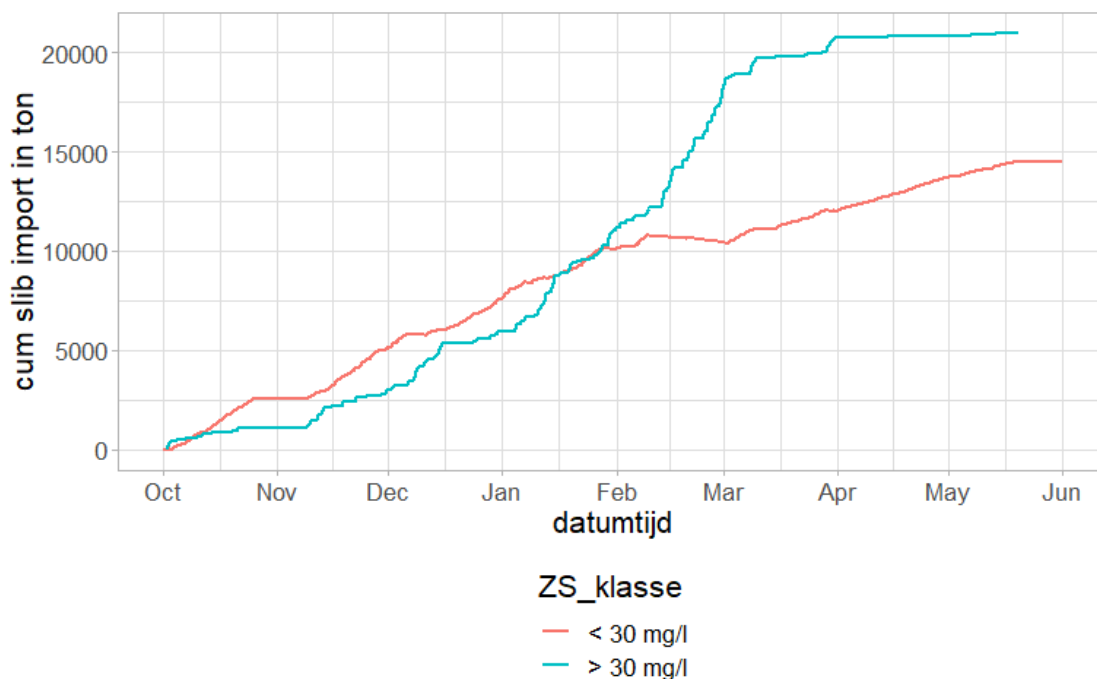
Perioden met relatief hoge zwevende stof concentraties (>30 mg/l) dragen voor 60% bij aan de totale influx aan organisch koolstof (Figuur 4.4)



Figuur 4.2 Slibflux over de gemeten periode, waarbij de instromende slibflux (positief) blauw is gemaakt, en de uitstromende slibflux (negatief) rood.



Figuur 4.3 Cumulatief berekend slibtransport door de Brouwersdam in de richting van het Grevelingenmeer.



Figuur 4.4 Cumulatief berekend slibtransport door de Brouwersdam in de richting van het Grevelingenmeer in de periode oktober 2019 – juni 2020. De verschillende lijnen representeren totaal import (zwart), import bij ZS < 30 mg/l (blauw) en import bij ZW >= 30 mg/l (rood).

Op basis van deze meetresultaten is een eerste schatting gemaakt van de jaarlijkse import van organisch koolstof door de Brouwersluis. Daarbij is uitgegaan van:

1. een cumulatieve slibimport van 35.487 ton slib over een periode van 7 maanden waarin daadwerkelijk troebelheidsmetingen zijn uitgevoerd (oktober 2019-mei 2020 minus een aantal weken waarin geen goede gegevens zijn verzameld). Op jaarbasis en bij lineaire extrapolatie komt dit uit op ca. 60.000 ton slib ( $=35.487 \cdot 12/7$ ).
2. het percentage organisch koolstof in het slib, waarvoor 4% is aangehouden conform de ijkmeting op 21-1-2020.

De maandelijkse influx tijdens de meetperiode is weergegeven in Tabel 4.1 en komt uit op een jaarlijkse import van organisch koolstof van naar schatting 2400 ton C (Tabel 4.2)

Tabel 4.1 Schattingen van de influx van slib en organisch koolstof in het Grevelingenmeer via de Brouwersluis

Maand	Influx Slib (ton)	% POC in zw.stof	Influx Organisch Koolstof (ton) o.b.v. 4%POC in zwev.stof
okt'19	3647	4,0%	146
nov'19	4461	4,0%	178
dec''19	5484	4,0%	219
jan'20	7751	4,0%	310
feb'20	7364	4,0%	295
mrt'20	4093	4,0%	164
april '20	1763	4,0%	71
mei'20	924	4,0%	37

Tabel 4.2 Extrapolatie van jaarlijkse influx van slib en organisch koolstof in het Grevelingenmeer via de Brouwersluis op basis van troebelheidsmetingen in de periode oktober 2019-mei 2020.

Periode	Influx Slib (ton)	Influx Organisch Koolstof (ton) o.b.v. 4%POC in zwev.stof
7 maanden metingen in periode okt'19-mei'20	35487	1419
Extrapolatie naar 1 jaar	60835	2433

### 4.3 Gevoeligheidsanalyse

De initiële schatting van organisch koolstof die in de vorige paragraaf gepresenteerd is heeft een marge als gevolg van diverse onzekerheden. Hier wordt ingegaan op 3 belangrijke factoren in de onzekerheid, namelijk: de debiet gegevens, het percentage organische koolstof, en de regressie tussen troebelheid en zwevende stof. Er is een herberekening uitgevoerd van de influx van slib en organisch koolstof op basis van aangepaste instroomdebiet Brouwersluis en POC fractie. Vervolgens wordt de onzekerheidsmarge in de regressievergelijking beschouwd.

1. het debiet: De waterbalans vertoont een aanzienlijk overschot, d.w.z. er komt teveel water in waardoor het waterpeil theoretisch stijgt met enkele meters. Dit zou het gevolg kunnen zijn van een onderschatting van de verdamping op open water. Recent werk aan van de waterbalans Veerse Meer laat echter zien dat dit niet het grote verschil kan verklaren (pers.comm. Alexander Nefs, RWS). De meest waarschijnlijke verklaring is een te hoge schatting in de doorstroom van Noordzee water door de sluis. De Brouwersluis bepaald immers voor maar liefst 90% de waterbalans van het Grevelingenmeer. Correctiefactoren zijn bepaald waarmee de invoerdebielten van de sluis verlaagd zouden moeten worden om het waterpeil in het meer gelijk blijft (op maandbasis); zie Tabel 4.3. De gemiddelde correctiefactor bedraagt 22%.
2. het percentage POC in het zwevende stof: De berekening van de influx organische koolstof is gebaseerd op een percentage van 4% POC in het zwevende stof tijdens de ijkmeting in januari 2020. Dit percentage varieert echter aanzienlijk, zoals blijkt uit MWTL monitoring gegevens van POC op locatie Goeree 2km en, bij gebrek aan zwevende stof data Goeree 2km, de berekende zwevende stof gehalten op basis van de troebelheidsmetingen in de Brouwersluis; zie Tabel 4.3. De gemiddelde POC fractie, slib influx gewogen, bedraagt 5,2% en is dus ca 20% hoger dan de initiële schatting.

Het gecorrigeerde debiet is dus kleiner en de POC fractie groter dan in de initiële schatting. Op basis van deze gegevens is een herberekening uitgevoerd. De influx van organisch koolstof bedraagt 2500 ton (Tabel 4.4) en wijkt weinig af van de initiële schatting omdat de correcties in debiet en POC elkaar min of meer opheffen.

Tabel 4.3 Herberekening van de maandelijkse influx van slib en organisch koolstof (tonnen) op basis van aangepaste instroomdebiet Brouwersluis en POC fractie.

Maand	Influx slib	correctiefactor (%) instroom-debiet	Gecorrigeerde influx slib (ton)	% POC in zw.stof *)	Influx organisch koolstof o.b.v. correctie instroom en variabel %POC in zwevend stof
okt'19	3.647	-23%	2.808	2,9%	81
nov'19	4.461	-23%	3.435	2,7%	92
dec''19	5.484	-20%	4.387	3,3%	144
jan'20	7.751	-25%	5.813	3,6%	211
feb'20	7.364	-20%	5.891	9,7%	574
mrt'20	4.093	-15%	3.479	3,9%	134
april '20	1.763	-23%	1.358	8,9%	121
mei'20	924	-27%	675	15,6%	105

\*) gemiddelde POC fractie, slib influx gewogen, bedraagt 5,2%

Tabel 4.4 Herberekening van de influx van slib en organisch koolstof (tonnen) op basis van aangepaste instroomdebiet Brouwersluis en POC fractie.

periode	Initiële schatting influx slib (Tabel 5.2)	Gecorrigeerde influx slib	Influx organisch koolstof o.b.v. correctie instroom en variabel %POC in zwevend stof
7 maanden metingen in periode okt'19-mei'20	35.487	27.846	1.461
Extrapolatie naar 1 jaar	60.835	47.736	2.505

- regressie troebelheid - zwevende stof: Hoewel de correlatie tussen het troebelheid signaal van de sensor en het zwevende stof in het watermonster van januari 2020 hoog is ( $R^2=0.97$ ), is er toch sprake van een grote onzekerheid in de richtingscoëfficiënt van de regressievergelijking. De regressievergelijking is namelijk gebaseerd op i) slechts één momentopname in de samenstelling van het zwevende stof door het seizoen en ii) een beperkte spreiding heeft in troebelheid, namelijk van 1-9 NTU terwijl de tijdreeks een range heeft van 1-25 NTU met uitschieters tot 100 NTU. De relatieve onzekerheid in de richtingscoëfficiënt wordt zodoende geschat op 50%. De richtingscoëfficiënt werkt lineair door in de berekening van de influx aan slib en organisch koolstof (Paragraaf 5.1). De influx aan organisch koolstof ligt volgens deze benadering tussen 1.250-3.750 ton C/jaar. Aanvullende ijkmetingen kunnen de onzekerheidsmarge verkleinen.

Conclusie: De influx aan organisch koolstof wordt geschat op 2.500 ton C/jaar met een onzekerheidsmarge van 1.250-3.750 ton C/jaar.



## 5 Discussie

### 5.1 Vergelijking met eerdere schatting

Een eerdere schatting van de organische koolstof import door Nolte (2017) is als volgt afgeleid: "Voor de geraamde import van slib zijn de dichtstbijzijnde MTWL-meetpunten Goeree 2 km en Walcheren 2 km bekeken. Voor Goeree 2 km zijn vanaf 2007 metingen beschikbaar; voor Walcheren 2 km is een langere tijdrijdreeks beschikbaar. [...]. Walcheren 2 km laat een piekeriger patroon zien dan Goeree 2 km. Voor de berekening van de import van organisch koolstof gaan we daarom uit van Goeree 2 km. Uitgaande van een daggemiddelde uitwisselingsdebiet door de Brouwerssluis van 125 m<sup>3</sup>/s komt de jaarlijkse import neer op gemiddeld 4.300 ton koolstof met 2.500 ton als minimum in 2009 en 5400 ton in 2011 als maximum. Voor de export van particulier organisch koolstof zou het MTWL meetpunt Dreischor gebruikt kunnen worden. Wederom op basis van 125 m<sup>3</sup>/s uitwisseling komt de export gemiddeld neer op 1800 ton C met als minimum 1400 ton C in 2008 en als maximum 2200 ton C in 2003. De berekening doorzettend is de netto import van organisch koolstof gemiddeld 2600 ton C met als minimum 350 ton C in 2009 en als maximum 3500 ton C in 2011" (einde citaat)

De hier gepresenteerde schatting van de netto import aan organisch koolstof wijken niet veel af van de schattingen die gerapporteerd zijn door Nolte (2017); Tabel 5.1

Tabel 5.1 Schattingen van de netto import aan organisch koolstof in het Grevelingenmeer door Nolte (2017) en voorliggende studie.

	<b>Deze studie</b>	<b>Nolte (2017)</b>
<b>Gemiddeld</b>	2500	2600
<b>Range</b>	1250-3500	350-3500

Opgemerkt moet worden dat Nolte (2017) de variatie tussen jaren weerspiegeld (2007-2011), terwijl de variatie in deze studie slechts betrekking heeft op de onzekerheid in de ijklijn troebelheid-zwevende stof.

### 5.2 Implicaties voor zuurstofvraag

#### 5.2.1 Reflectie zuurstofvraag in relatie tot import (huidige situatie)

Welke bijdrage levert de import van organisch materiaal aan de zuurstofvraag in het Grevelingenmeer, in het bijzonder in de diepe delen onder de spronglaag? De import van particulier organisch koolstof wordt op geraamd op 2.500 ton per jaar. Ter vergelijking, de autochtone productie – primaire productie door algen – in het Grevelingenmeer wordt in Nolte (2017) weergegeven in de range 225-257 g C/m<sup>2</sup>/jaar op basis van metingen en modelresultaten, ofwel 23.600-27.000 ton koolstof per jaar. Een eerste inschatting is derhalve dat in de huidige situatie de geïmporteerde zuurstofvraag een factor 10 kleiner is dan de autochtoon geproduceerde zuurstofvraag.

Aannemende dat er geen refractaire (slecht afbreekbare) fractie is, wordt een 6.400 ton/jaar zuurstofvraag geïmporteerd op basis van de simpele  $C:O_2 = 1:2.67$  ratio voor afbraak van organisch materiaal<sup>1</sup>. Gemiddeld over een jaar en gemiddeld over 10.500 ha oppervlak komt dat neer op een zuurstofvraag van  $0,17 \text{ gO}_2/\text{m}^2/\text{d}$  in waterkolom en sediment. De autochtoon geproduceerde zuurstofvraag is  $1,6\text{-}1,9 \text{ gO}_2/\text{m}^2/\text{d}$  in waterkolom en sediment.

De geïmporteerde zuurstofvraag zal noch ruimtelijk noch temporeel gelijk verdeeld zijn. Van belang is met name het deel dat tijdens periodes van stratificatie bijdraagt aan de uitputting van zuurstof in de onderlaag. De geïmporteerde zuurstofvraag verdeelt zich over:

- Waterkolom en sediment
- Horizontale ruimte, d.w.z. west, midden en oost
- Diepte, d.w.z. van de ondiepe delen tot de diepe putten
- Tijd (seizoenen), o.a. in relatie tot temperatuurafhankelijke afbraaksnelheid

Nolte (2017) vergelijkt een koolstof- en zuurstofbalans op basis van metingen (Seitaj, 2016) en modelresultaten. In de waterkolom wordt een gemiddelde zuurstofvraag van  $0,05\text{-}0,1 \text{ gO}_2/\text{m}^3/\text{d}$  (let op volume-eenheid) geschat en in het sediment  $1,0\text{-}1,5 \text{ gO}_2/\text{m}^2/\text{d}$  (let op oppervlakte-eenheid). Met een gemiddelde waterdiepte van 5,5 m zou dat betekenen dat 18%-55% van het organisch materiaal in de waterkolom wordt afgebroken en 45%-82% in het sediment. Alleen het deel van de afbraak in de waterkolom dat onder de spronglaag plaatsvindt, draagt bij aan de zuurstofuitputting onder de spronglaag.

Het is aannemelijk dat het grootste deel van de import in het westelijk deel en in de diepe putten van Scharendijke en Den Osse wordt ingevangen. Daar zal de fractie van de geïmporteerde zuurstofvraag hoger zijn dan in de delen die verder weg liggen van de Brouwerssluis. Seitaj (2016) geeft in de koolstofbalans aan dat 600 ton C per jaar ingevangen wordt in Den Osse. Als een vergelijkbare hoeveelheid in Scharendijke wordt ingevangen, wordt de helft van de totale import in deze twee putten afgezet. Nolte (2017) laat zien dat afzettingen van fijn sediment vanaf ongeveer NAP -10 m aangetroffen worden. Een ruwe aanname van 500 ha levert een geïmporteerde zuurstofvraag van  $1,7 \text{ gO}_2/\text{m}^2/\text{d}$  in waterkolom en sediment, wat erop zou duiden dat in de diepe delen dichtbij de Brouwerssluis het merendeel van de zuurstofvraag door geïmporteed organisch materiaal kan worden verklaard (Seitaj (2016) beschrijft metingen van sedimentzuurstofvraag van circa  $1 \text{ gO}_2/\text{m}^2/\text{d}$ ). Voor de overige 10.000 ha van de Grevelingen daalt de bijdrage van de geïmporteerde zuurstofvraag dan overigens wel naar  $0,09 \text{ gO}_2/\text{m}^2/\text{d}$ .

Een deel van de geïmporteerde zuurstofvraag vindt plaats als er geen of weinig stratificatie is. Dat deel draagt niet bij aan de zuurstofuitputting. Daarnaast zal afbraak in de winter bij lage temperatuur langzamer gaan dan in de zomer. Import in de winter kan leiden tot een deels uitgestelde zuurstofvraag, omdat die deels pas plaatsvindt als de temperatuur toeneemt. Er zijn geen gegevens bekend hoeveel dat zou kunnen zijn; modelresultaten zijn hierop niet geanalyseerd. Een inschatting is dat dit hooguit een factor twee zou kunnen zijn.

Alles overziend is de conclusie dat in de huidige situatie een klein deel van orde 10% van de zuurstofvraag afkomstig is van geïmporteed organisch materiaal. In de diepe delen bij de Brouwerssluis draagt geïmporteed organisch materiaal waarschijnlijk ten minste 50% bij aan de lokale zuurstofvraag.

---

<sup>1</sup> Uitgaande van de eenvoudigste chemische reactievergelijking voor oxidatie van organisch materiaal ( $\text{CH}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ) is de molaire verhouding tussen koolstof en zuurstof 1:1 en de massaverhouding  $12:32 = 2.67$ .

## 5.2.2 Reflectie slibimport en bijdrage aan zuurstofvraag bij herintroductie van getij

We gaan in deze reflectie uit van de 40/-30 peilbeheervariant (40 cm getijslag rondom NAP - 30 cm). De totale daggemiddelde uitwisseling neemt dan toe van circa 100 m<sup>3</sup>/s tot circa 950 m<sup>3</sup>/s, waarvan nog steeds circa 100 m<sup>3</sup>/s door de Brouwersluis, circa 65 m<sup>3</sup>/s door de Flakkeese spuisluis en circa 835 m<sup>3</sup>/s door het nieuwe doorlaatmiddel. Voor het gemak nemen we aan dat de concentratie organisch materiaal bij alle drie gelijk is, dus ook voor de Oosterschelde voor de Flakkeese spuisluis. Omdat de bijdrage van de Flakkeese spuisluis gering is, valt een mogelijke onderschatting door een iets hogere concentratie in de Oosterschelde in het niet ten opzichte van de relatief grove raming die hier gedaan wordt.

Aangenomen kan worden dat de bruto import van slib en organisch materiaal lineair toeneemt, want immers gelijk aan debiet maal concentratie. Naar verwachting neemt de netto import grotendeels, maar niet helemaal lineair toe. De (stromings)condities in het Grevelingenmeer zullen nog steeds veel rustiger zijn dan in de Voordelta, maar minder rustig dan in de huidige situatie. Een (iets) groter deel van het instromende slib zal met eb weer uitstromen. Waar in de huidige situatie circa 90% ingevangen wordt, nemen we aan dat in de getijsituatie 80% ingevangen wordt. (Nolte (2017) hanteert 70% bij 50 cm getijslag. Het percentage is niet precies bekend.) De netto import van organisch koolstof wordt geschat op 20.000 ton per jaar. Dit komt overeen met een geïmporteerde zuurstofvraag van 1,4 gO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/d in waterkolom en sediment, ofwel een factor 8 hoger dan in de huidige situatie. (= 2.500 ton / 90% / 100 m<sup>3</sup>/s (huidig) × 950 m<sup>3</sup>/s × 80% (getijsscenario) = 20.000 ton)

Modelberekeningen geven aan dat de autochtone productie toeneemt door een groter aanbod van stikstof. De toename is maximaal een factor 2, zodat de verhouding tussen geïmporteerde en autochtoon geproduceerde zuurstofvraag van 10% verschuift naar circa 40%.

Hoewel de totale zuurstofvraag toeneemt, betekent dat niet een-op-een dat zuurstofarme of zuurstofloze condities toenemen. Het zuurstofaanbod neemt namelijk ook toe door: 1) toevoer van zuurstofrijk water uit de Voordelta, 2) hogere zuurstofproductie door primaire productie, en 3) meer verticale menging door (getij)stroming.

Of periodes van lage zuurstofconcentraties optreden hangt af van de balans tussen zuurstofvraag en zuurstofaanbod. Modelberekeningen geven tot nu toe aan dat het grotere zuurstofaanbod meer gewicht in de schaal legt dan de grotere zuurstofvraag en dat het langdurige zuurstofarme areaal afneemt.

Een kennisleemte – ook geïdentificeerd in de verkenningsfase van Getij Grevelingen – is hoe een verhoogde sedimentatie van slib en organisch materiaal doorwerkt op de bodemsamenstelling en het bodemleven in de delen ondieper dan NAP -10 m.

## 6 Conclusies en aanbevelingen

### 6.1 Conclusies

1. De import door de Brouwersluis naar het Grevelingenmeer van organisch koolstof uit de Voordelta wordt, op basis van continue troebelheidsmetingen in de periode oktober 2019-mei 2020, geschat op 2500 ton C/jaar. De onzekerheidsmarge is groot (1250-3750 ton C) met name door het gebrek aan ijkmetingen.
2. De schatting komt ordegrrootte overeen met de schatting van 2600 ton C door Nolte (2017), hoewel de benaderingen verschillend zijn.
3. In de huidige situatie is circa 10% van de zuurstofvraag in het Grevelingenmeer afkomstig van geïmporteerd organisch koolstof. In de diepe delen bij de Brouwersluis draagt het geïmporteerde organisch koolstof waarschijnlijk ten minste 50% bij aan de lokale zuurstofvraag.

### 6.2 Aanbevelingen

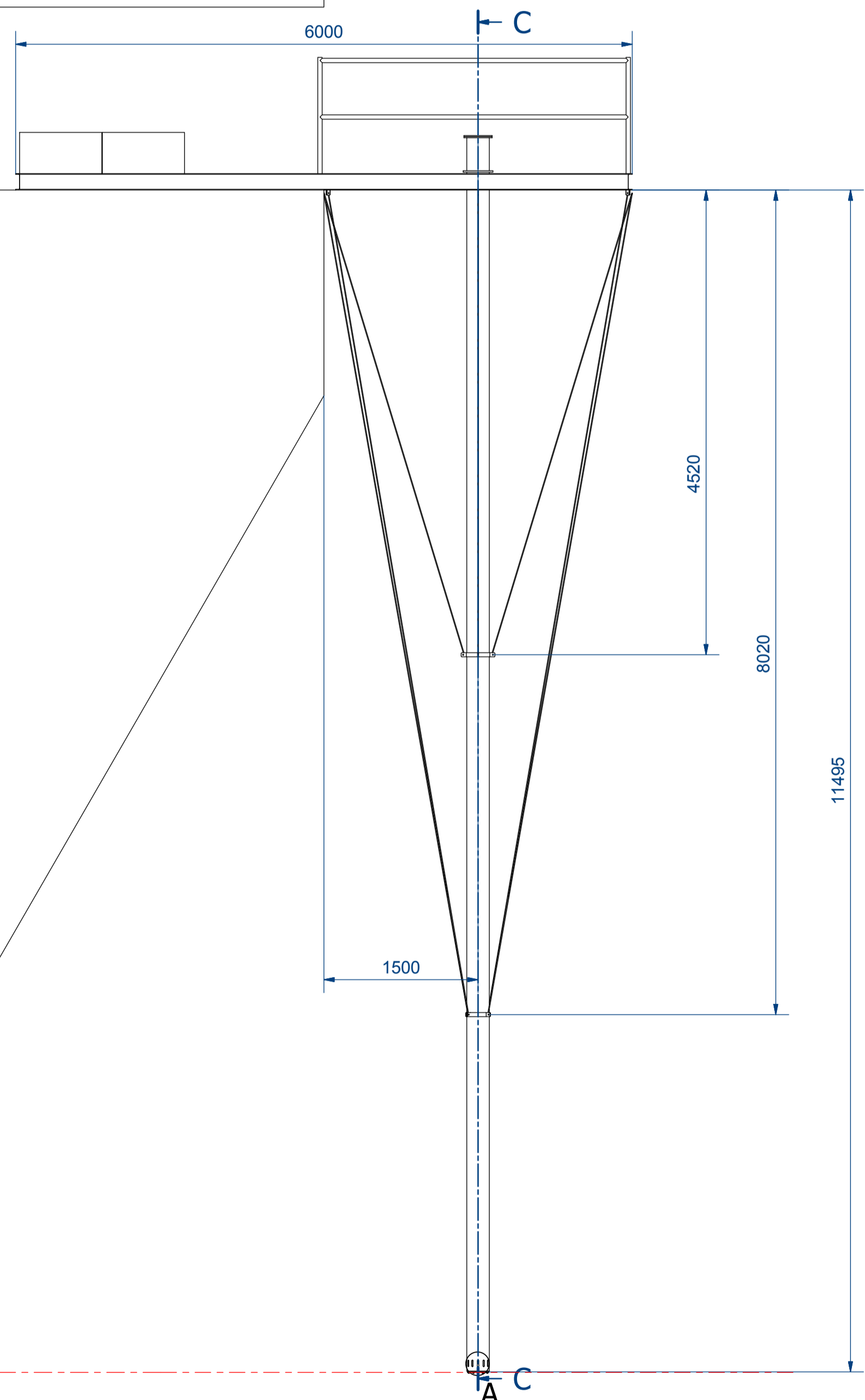
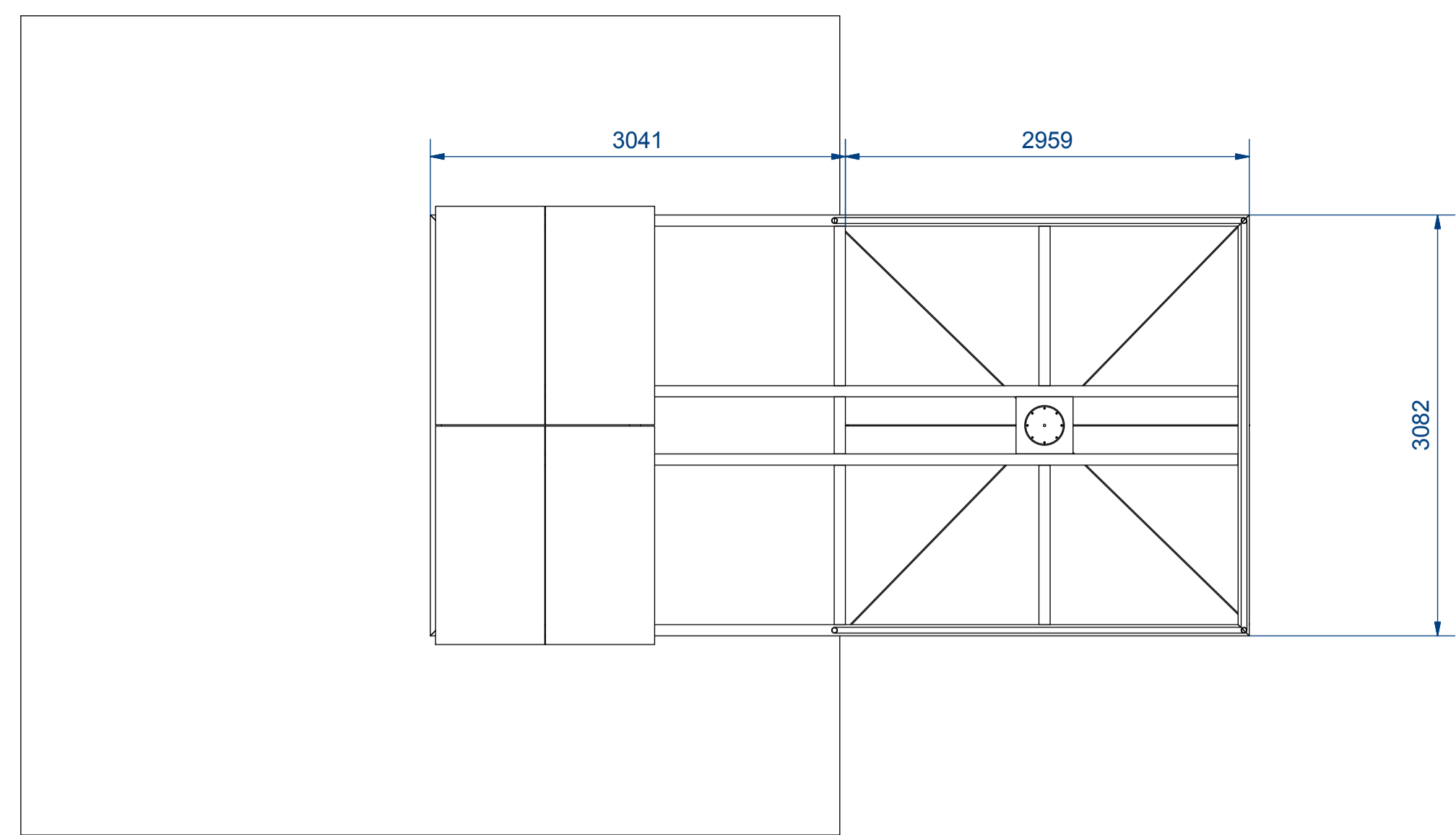
Aanbevolen wordt om de onzekerheidsmarge in de geschatte import aan organisch koolstof te verkleinen door i) een langere tijdreeks van troebelheidsmetingen op te bouwen en ii) gelijktijdig meerdere ijkmetingen uit te voeren.

## 7 Literatuur

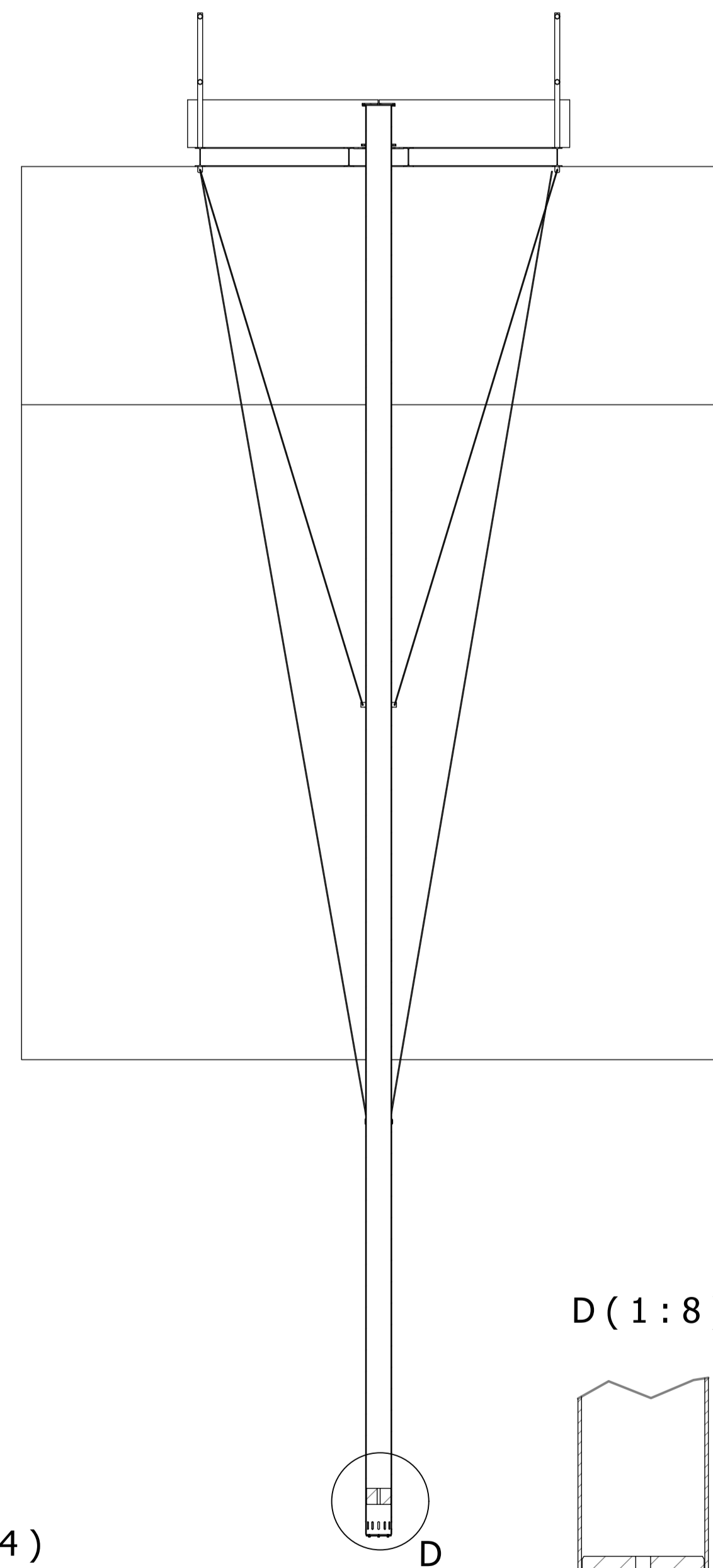
- Nolte, A, 2017. Expertsessies Slib- en zuurstofhuishouding Grevelingenmeer. Deltares memo 1230426-000-ZKS-0004
- Seitaj, D, 2016. Impact of cable bacteria on the biogeochemical cycling in a seasonally hypoxic basin, Proefschrift, Vrije Universiteit Brussel, September 2016.

# BIJLAGEN

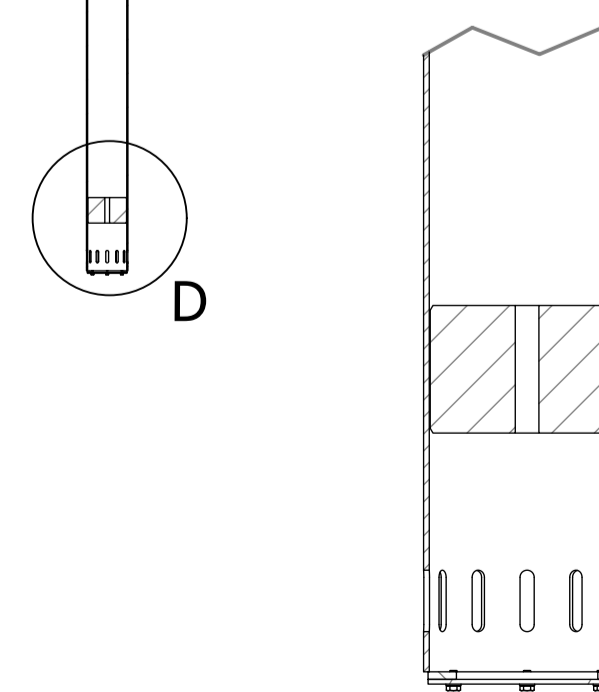
# A      Bouwtekening 1 Meetopstelling Brouwersluis



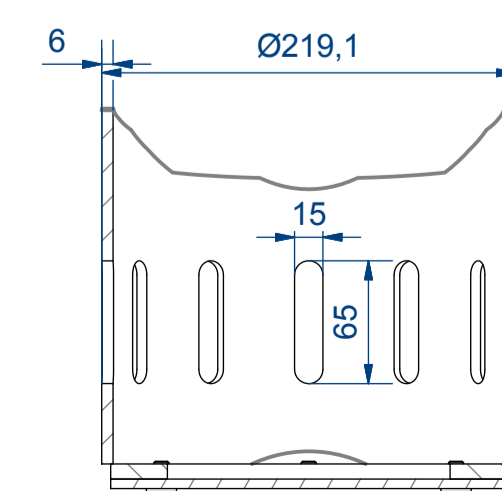
C-C ( 1 : 40 )



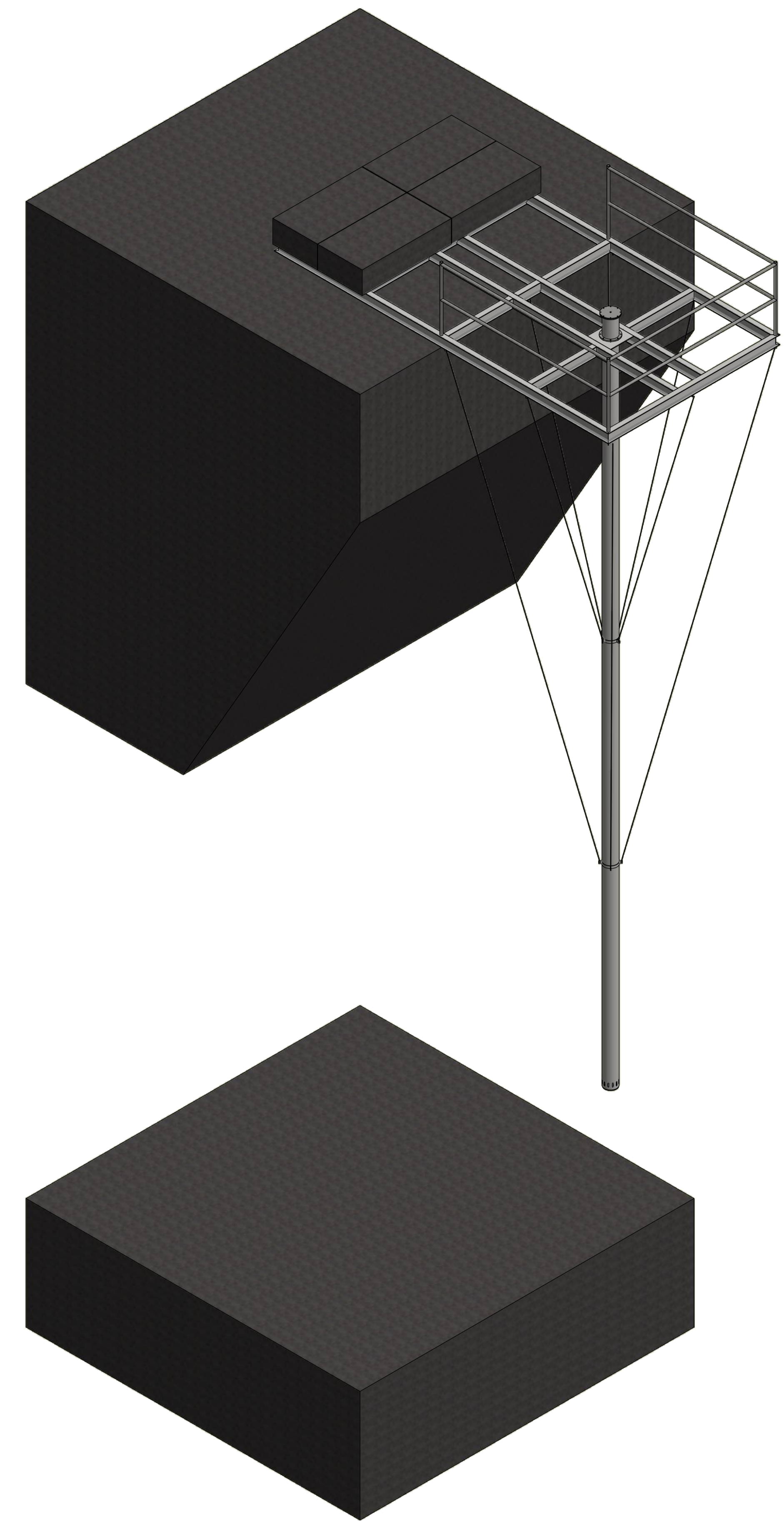
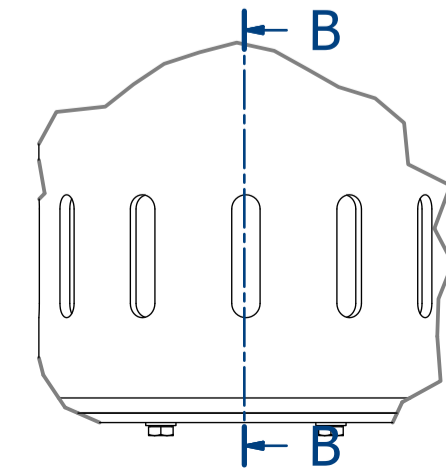
D ( 1 : 8 )



B-B ( 1 : 4 )



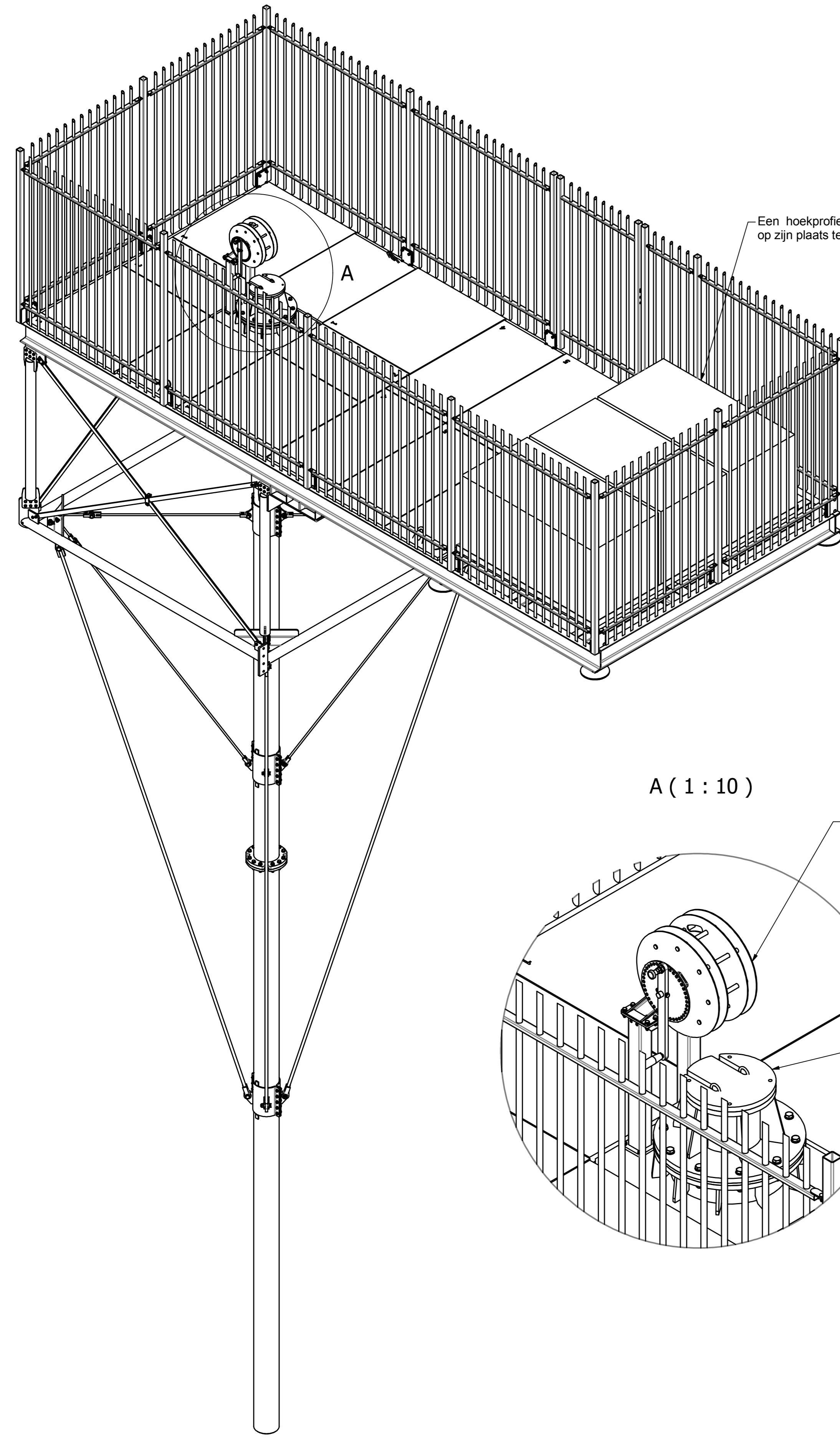
A ( 1 : 4 )



Aantal uitvoeren:	Uitgangsmateriaal:	Alfmeting:	Materiaal:
Benaming: <b>Meetopstelling</b>		Getekend: W.J. Poppe	Datum: 29-6-2018
Gewicht: N/A		Maaleenheid: mm	Schaal: 1 : 40
Ordernummer:	Bestemming:	Kleur:	Revisie: 0
Tek. nr.: 1440-S001		Blad: 1 / 1	
<b>ENGINEERING</b> <b>MACHINEBOUW</b> <b>HYDRAULIEK</b> <b>REPARATIE / ONDERHOUD</b>		<b>TENZU ANDERS AANGEGEVEN:</b> MATEN ± 0.5mm OPPERVLAKTERUWHEID 3.2 µm HOEKEN ± 30°	
			<b>A1</b>

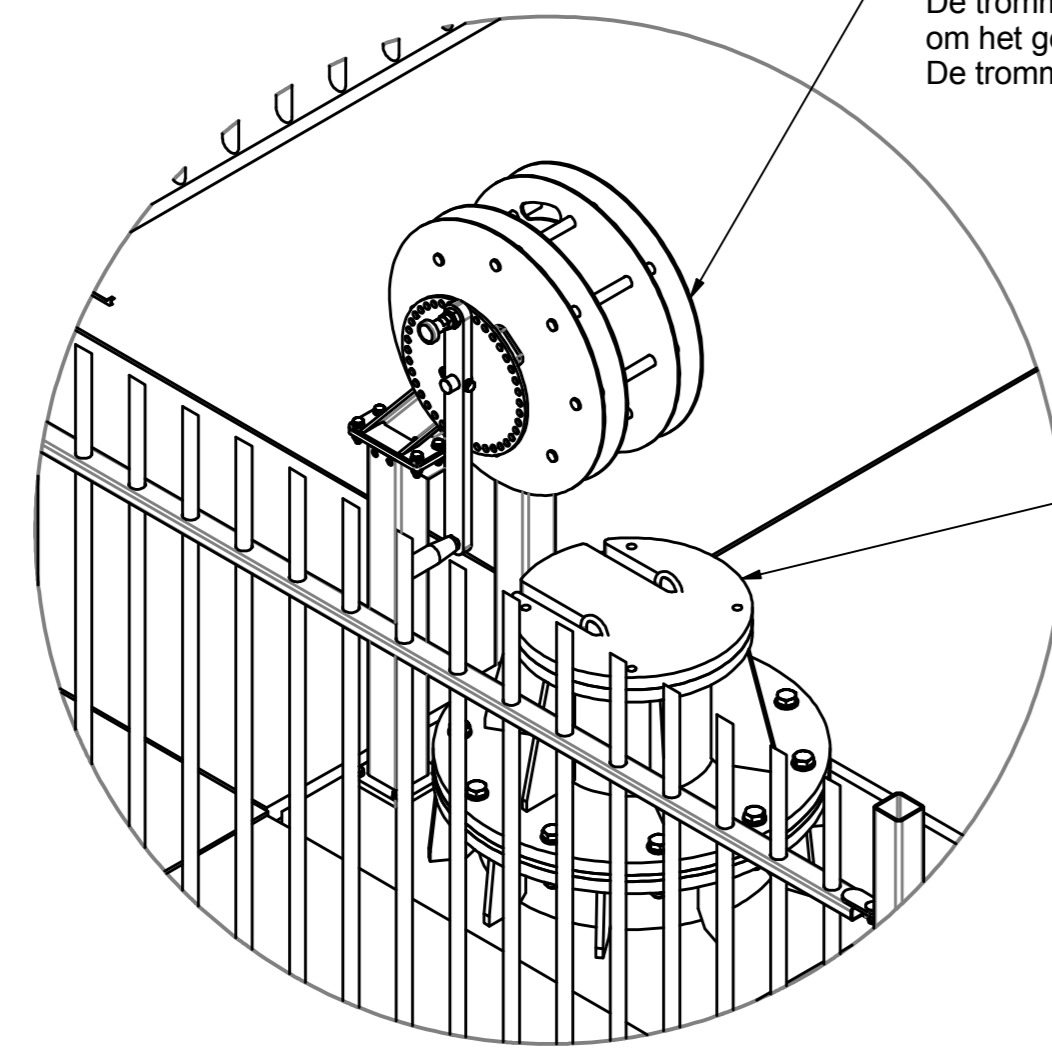


# B Bouwtekening 2 Meetbordes Brouwersdam



Een hoekprofiel is voorzien om de balast op zijn plaats te houden.

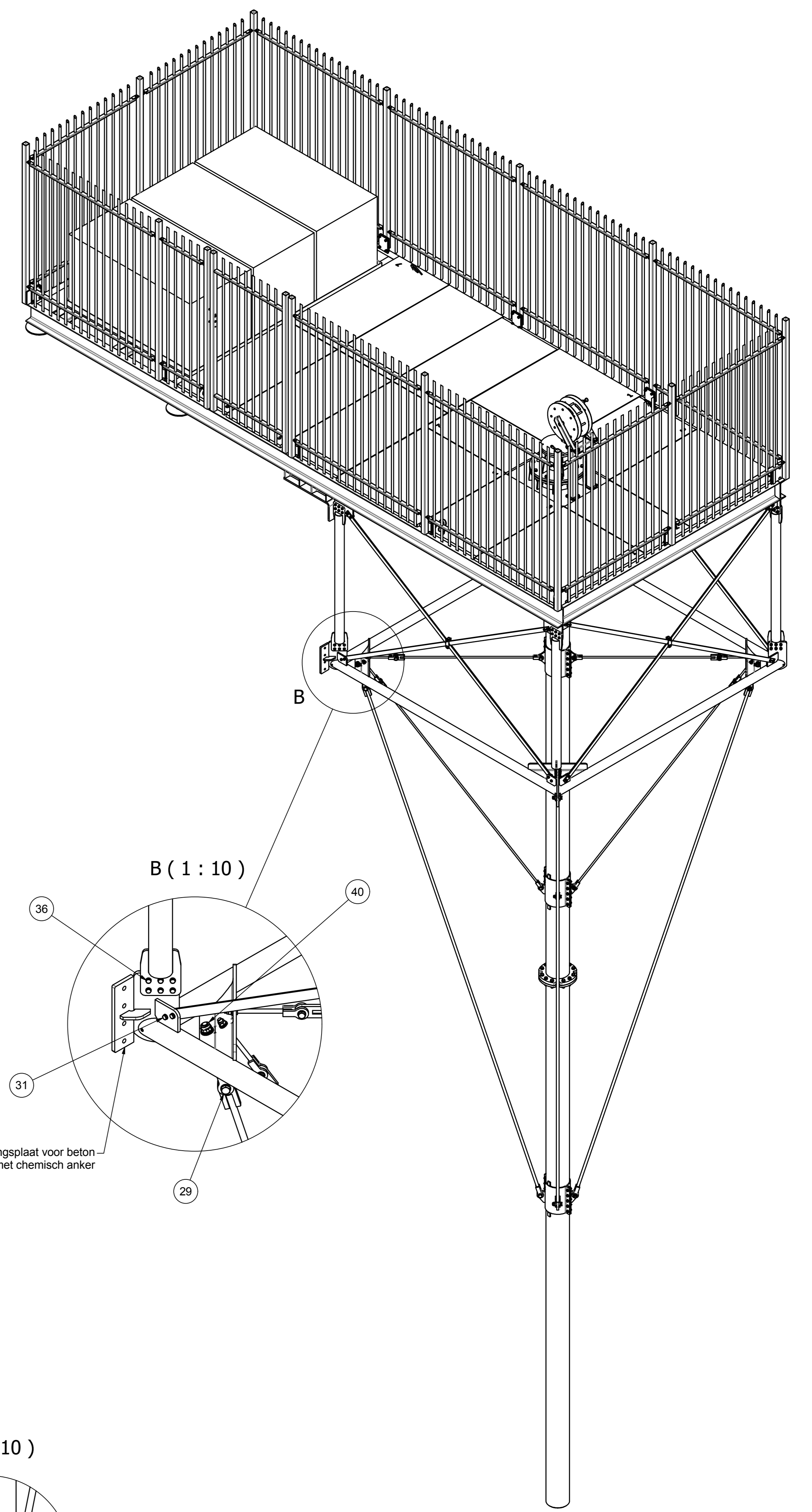
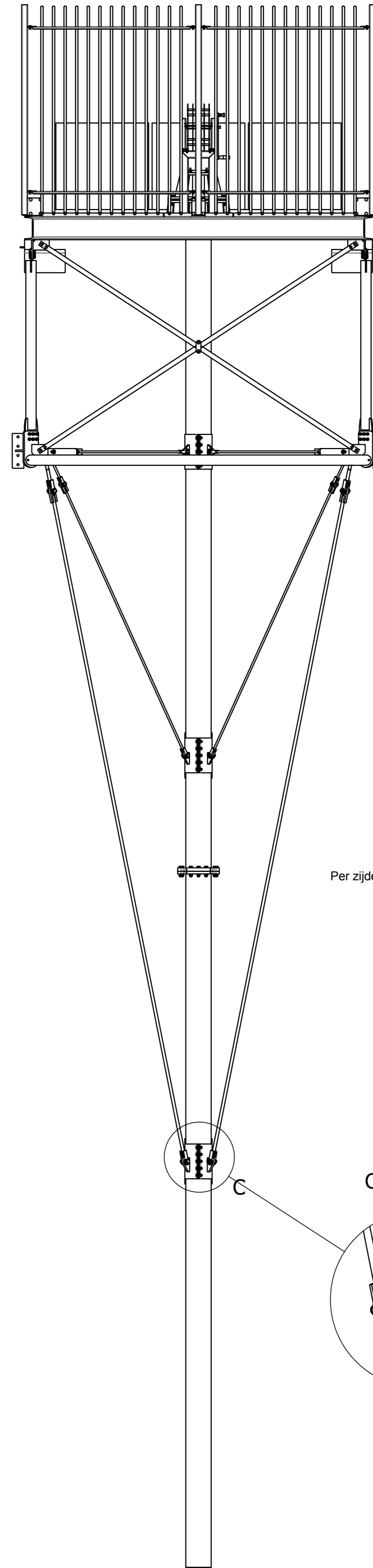
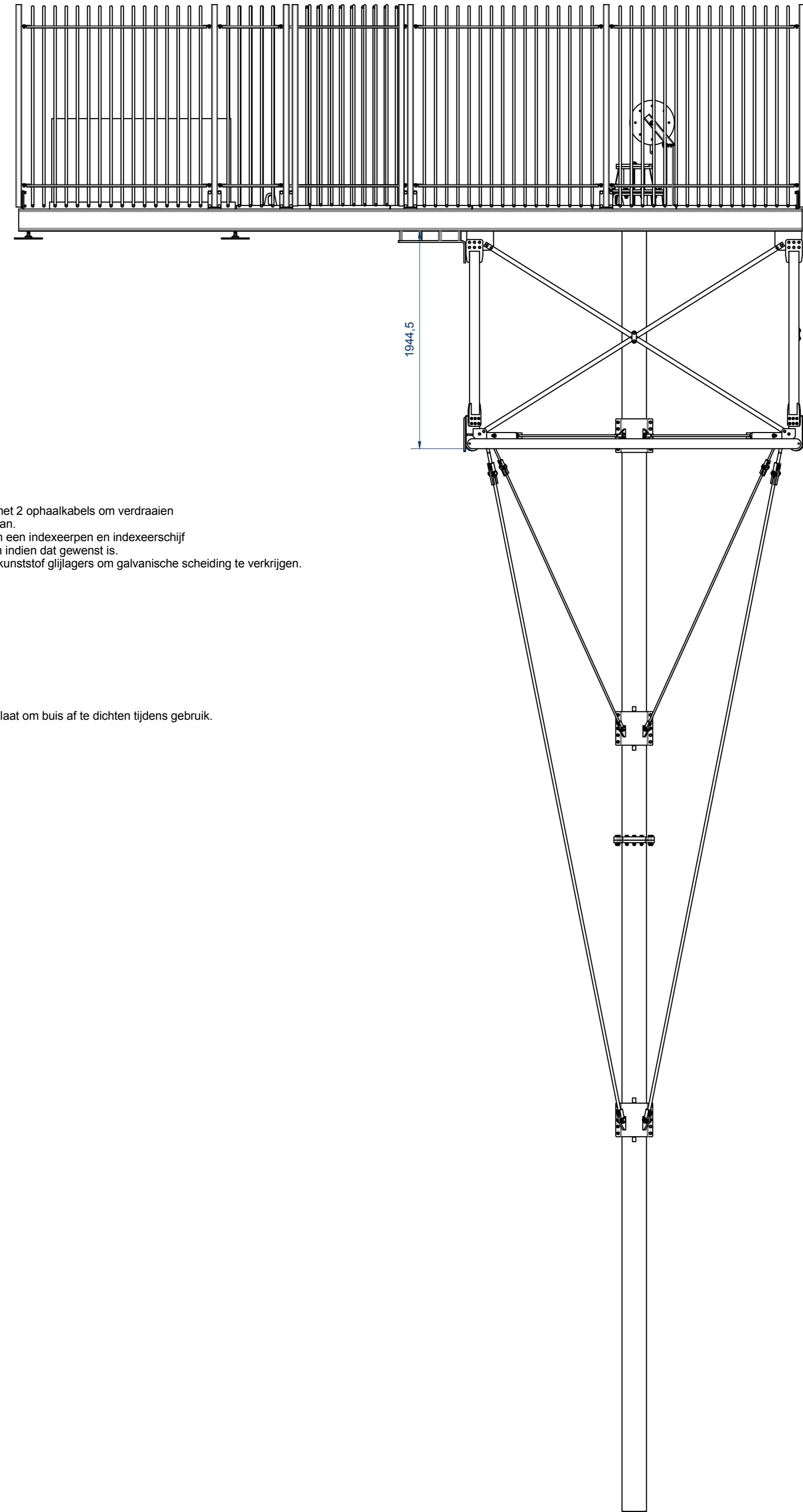
A (1 : 10)



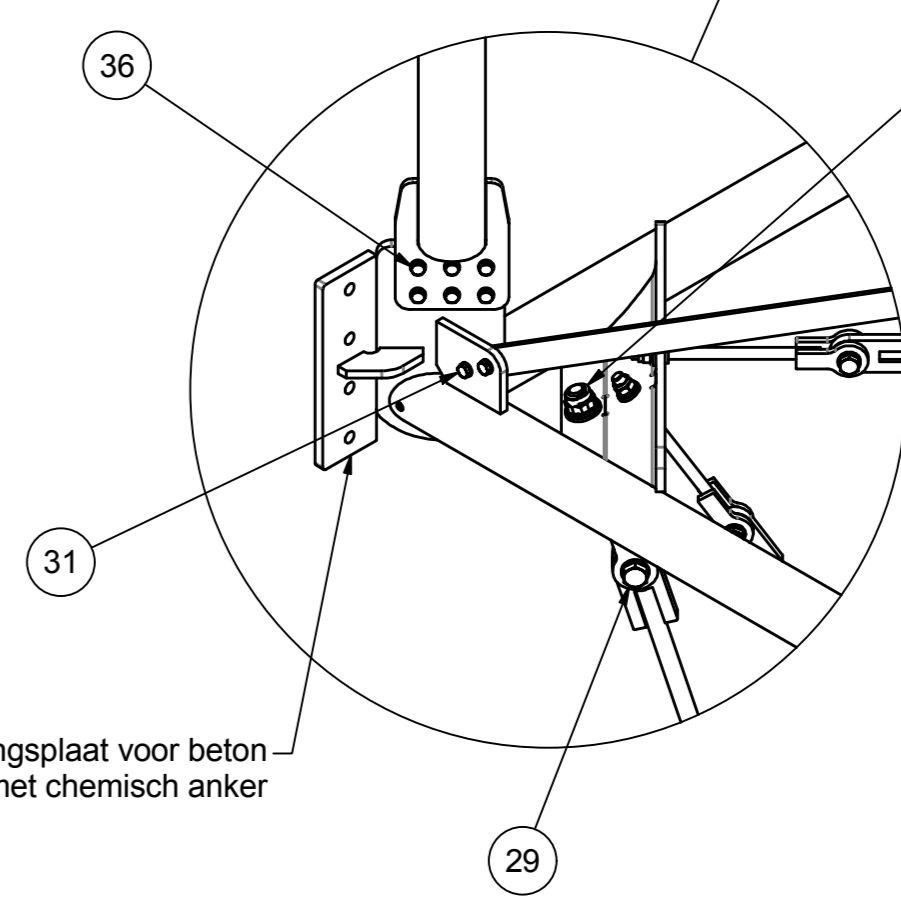
Liertrommel voor gebruik met 2 ophaalkabels om verdraaien van de pompel tegen te gaan.  
De trommel is voorzien van een indexeerpunten en indexeerschijf om het geheel te blokkeren indien dat gewenst is.  
De trommel is gelagerd in kunststof glijlagers om galvanische scheiding te verkrijgen.

Kunststof plaat om buis af te dichten tijdens gebruik.

Hekken worden gemonteerd m.b.v. slotbouten en breekmoeren.

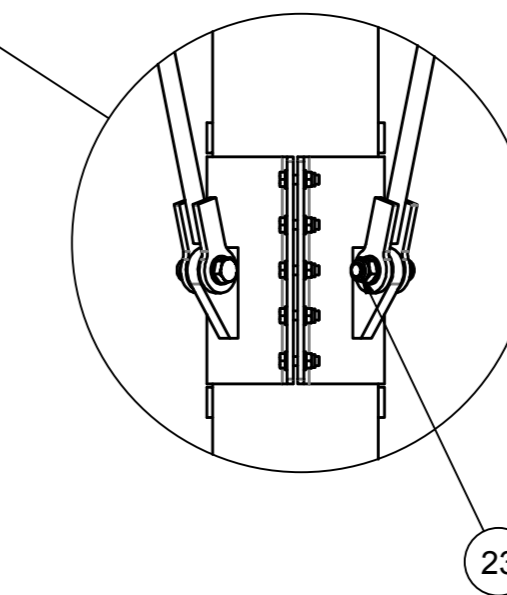


B (1 : 10)



Bevestigingsplaat voor beton  
Per zijde 4x M16 met chemisch anker

C (1 : 10)

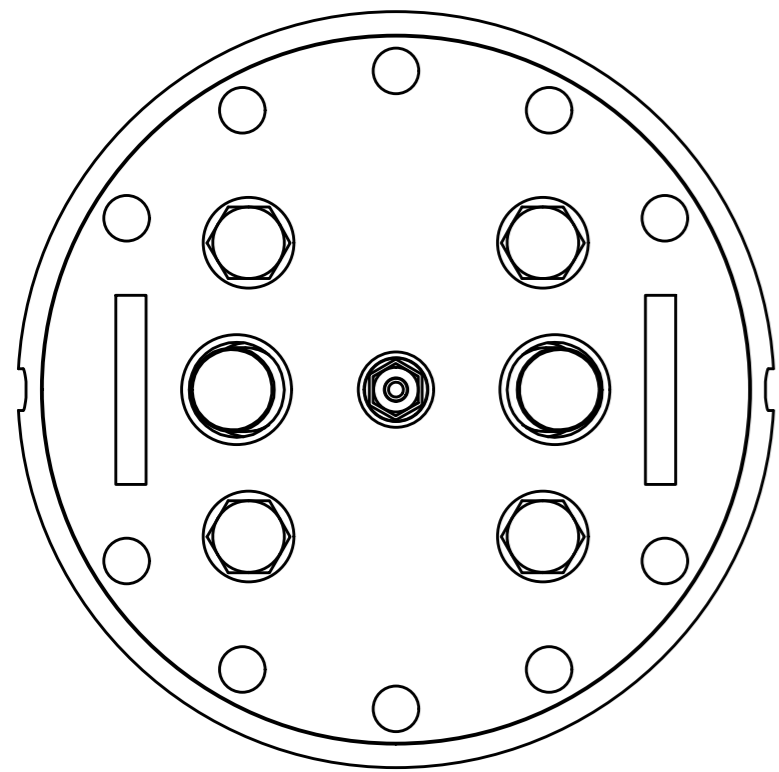


Nr.	Aantal	Benaming	Afmeting	Materiaal	Tekening Nummer	Rev.	Nr.	Aantal	Benaming	Afmeting	Materiaal	Tekening Nummer	Rev.
19	56	DIN 125-1A	M8	ST 140HV THVZ	Ring M8		41	5	DIN 125-1A	M24	RVS A4	Ring M24	
18	48	DIN 603	M8 x 25	ST 8.8 ELVZ	Slotbout M8 x 25		40	5	DIN 985	M24	RVS A4	Borgmoer M24	
17	52			S355	Abreekmoer M10	0	39	4	Voetplaat	10 mm	S235JR	1440-Z28	0
16	196	DIN 125-1A	M10	ST 140HV THVZ	Ring M10		38	10	DIN 125-1A	M16	PA6	Ring M16	
15	52	DIN 603	M10 x 35	ST 8.8 ELVZ	Slotbout M10 x 35		37	144	DIN 934	M10	ST 8.8 THVZ	Moer M10	
14	1	Bordes voorgemonteerd		1440-S074		0	36	24	DIN 931	M10 x 50	ST 8.8 THVZ	Zeskantbout M10 x 50	
13	4	Kraagbus	26 38 48 24 4	PA6	Kraagbus 26 mm	0	35	3	Kruisklem		1440-S076		0
12	8	Kraagbus	18 26 32 20 4	PA6	88061955 N	0	34	1	Deksels	20 mm	HMPPE-500	1440-223	0
11	4	Trekstang M20		1440-S067		0	33	1	Ophaallier		1440-S075		0
10	4	Tuistang lang		1440-S066		0	32	8	DIN 933	M8 x 25	ST 8.8 THVZ	Zeskantbout M8 x 25	
9	4	Tuistang kort		1440-S065		0	31	48	DIN 931	M10 x 45	ST 8.8 THVZ	Zeskantbout M10 x 45	
8	8	Trekstang M16		1440-S064		0	30	22	DIN 931	M16 x 80	RVS A4	Zeskantbout M16 x 80	
7	4	Trekstang horizontaal		1440-S063		0	29	8	DIN 931	M20 x 75	RVS A4	Zeskantbout M20 x 75	
6	2	Klemstuk boven		1440-S068		0	28	10	DIN 985	M12	RVS A4	Borgmoer M12	
5	1	Dompel		1440-S037		0	27	10	DIN 931	M12 x 45	RVS A4	Zeskantbout M12 x 45	
4	1	Sam. meetbuis boven		1440-S031		0	26	20	DIN 125-1A	M12	RVS A4	Ring M12	
3	1	Scheidingsring	10 mm	HMPPE-1000		0	25	16	DIN 125-1A	M20	RVS A4	Zeskantbout M16 x 60	
2	1	Sam. meetbuis onder		1440-S025		0	24	8	DIN 985	M20	RVS A4	Borgmoer M20	
1	3	Dominoblok	1600 x 800 x 800	Beton	1440-998	0	23	16	DIN 125-1A	M16 x 60	RVS A4	Zeskantbout M16 x 60	
							22	47	DIN 985	M16	RVS A4	Borgmoer M16	
							21	85	DIN 125-1A	M16	RVS A4	Ring M16	
							20	48		S355	Abreekmoer M8		0

Aantal uitvoeren	Uitgangsmateriaal	Afmeting	Materiaal
1			
Benaming	Gekend: W.J. Poppe	Datum: 15-4-2019	
Meetbordes Brouwersdam	Aangepast door: W.J. Poppe	Datum: 02-5-2019	
Ontwerpnummer	Gewicht: NA	Maatstaf: mm	
201462	Status: 0	Schaal: 1 : 25	
	Status: WorkInProgress	Revisie: 0	
		Vandende Machinebouw B.V. Waalburg 4 4454 PA Borssele Tel: 0113 35 15 55 E-mail: info@vande.nl www.vandendemachinebouw.nl	
		Tenzij Anders Aangegeven M1111 1:0 mm OPWERKING: 3.2 um HEDEN 4 30'	

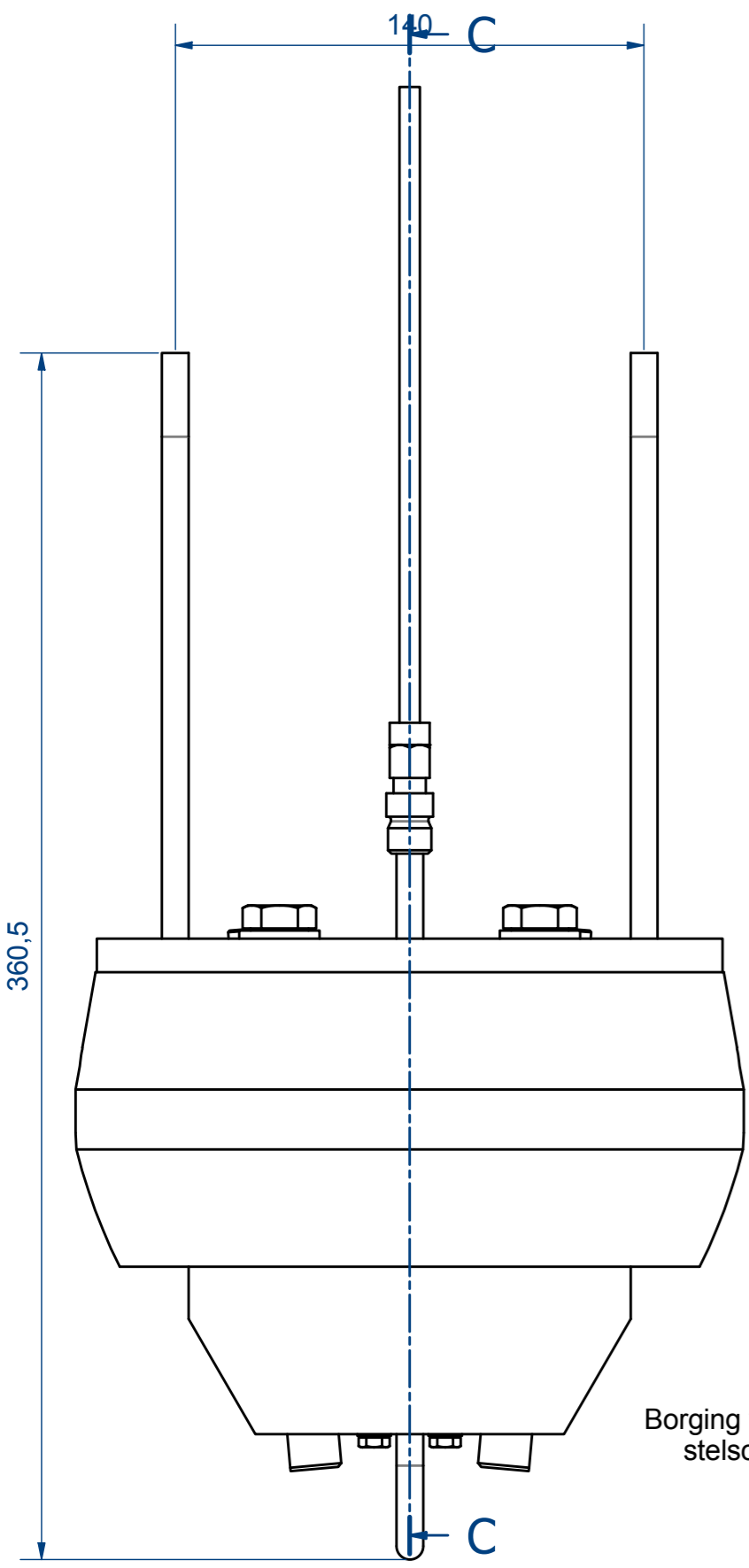
# C Dompel

REVISIE TABEL		
REV	OMSCHRIJVING	DATUM
1	Sensoren 5° schuin geplaatst	21-6-2019
2	Wijzigingen doorgevoerd n.a.v. 25-6-2019	26-6-2019
3	Bevestiging monsterbuis met inserts en bouten	28-6-2019



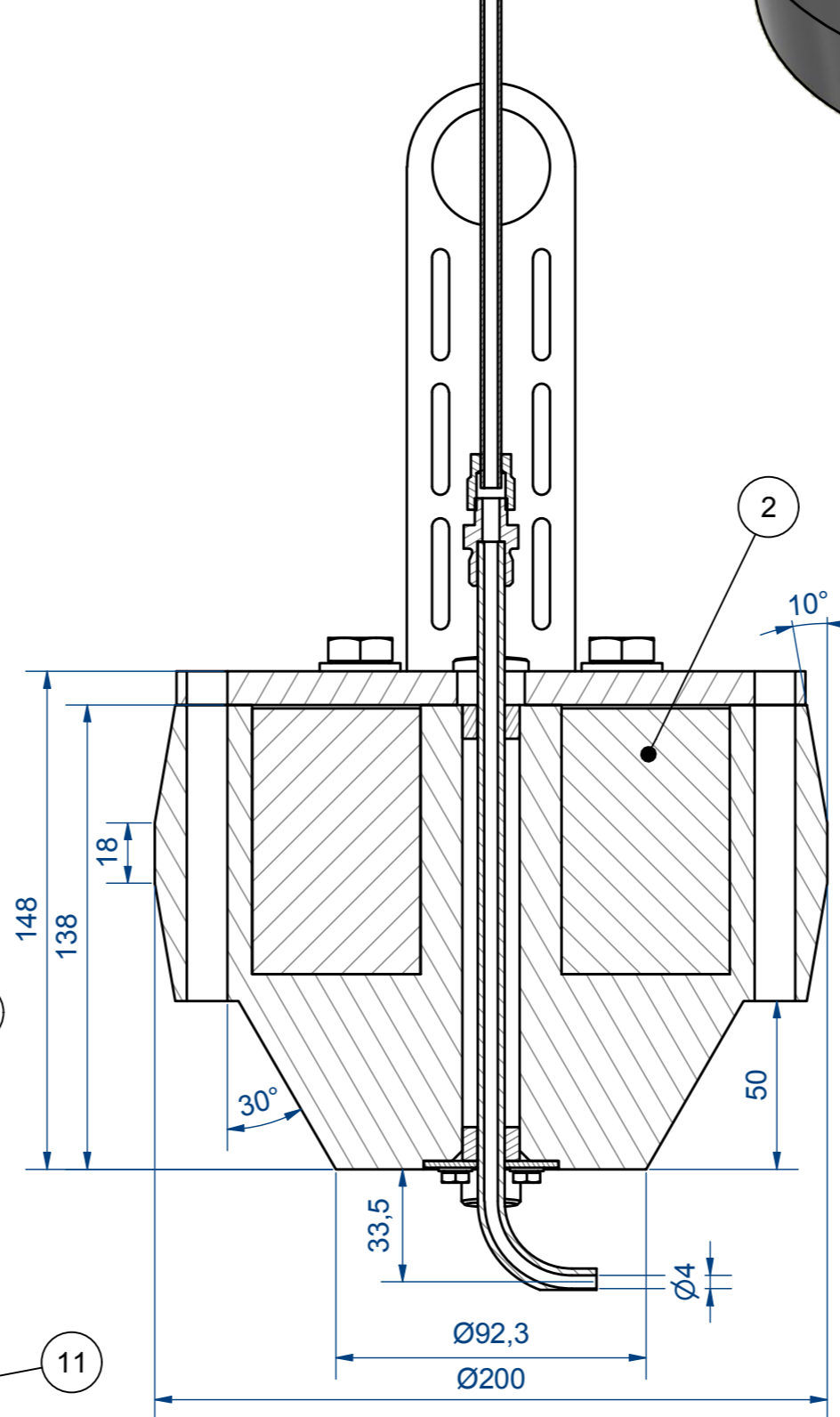
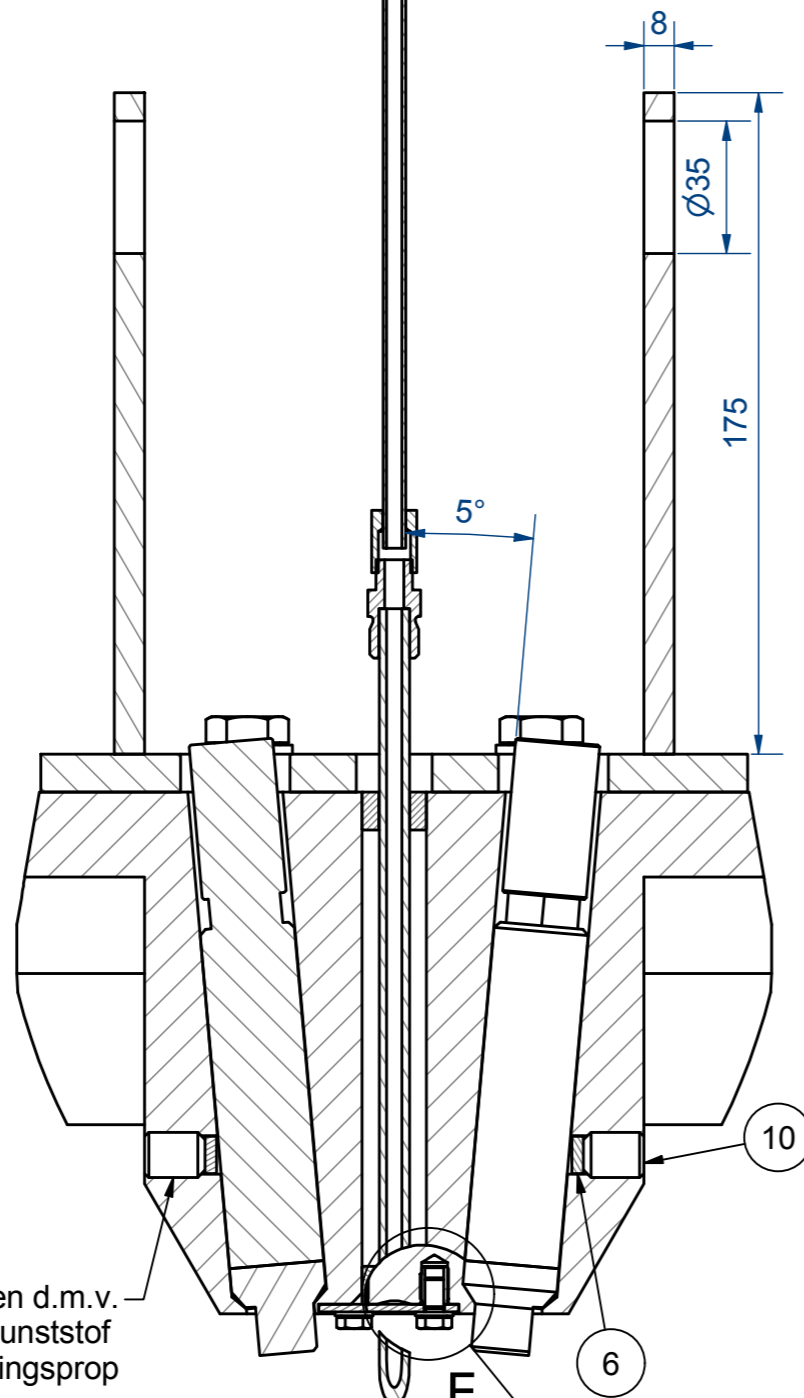
Hijspaat met mogelijkheid om kabels aan te binden t.b.v. trektoelasting.

Koppeling waterdicht verpakt met lijmkrimpkous en eventueel vulkaniserende tape.



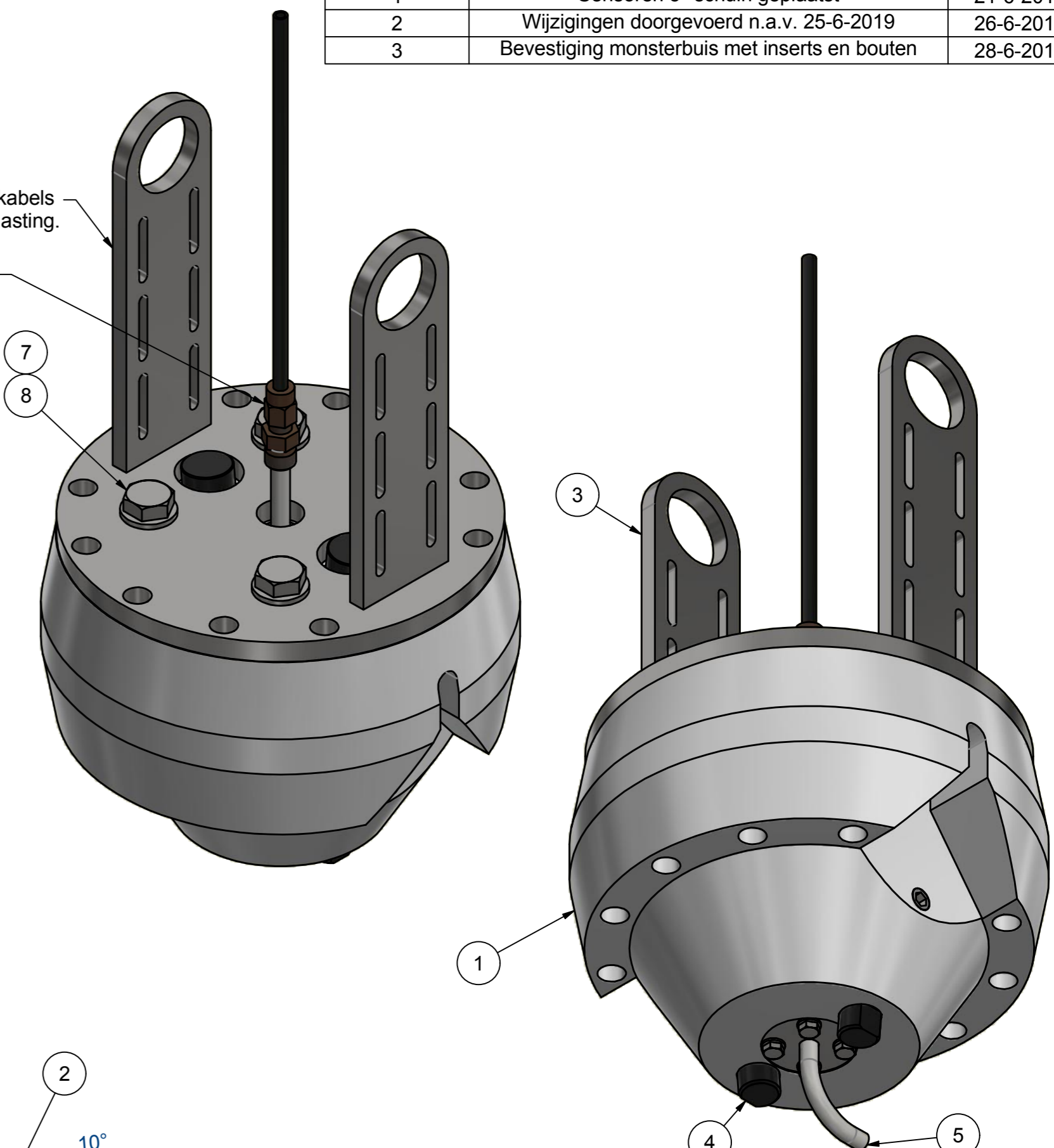
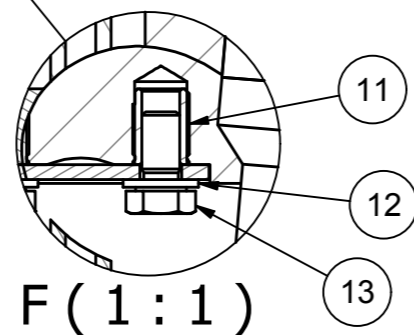
E-E (1:2)

C-C (1:2)



Borging van sensoren d.m.v. stelschroef met kunststof scheidingsprop

Monsterbuis wordt langs onderen gemonteerd en is na losdraaien flexibele slang weer te demonteren.



Nr.	Aantal	Benaming	Afmeting	Materiaal	Tekening Nummer	Rev.
13	4	DIN 933	M5 x 10	RVS A4	Zeskanttapbout M5 x 10	
12	4	DIN 125-1A	M5	RVS A4	Ring M5	
11	4	Insert	M5	RVS316	139217	0
10	2	DIN 916	M12 x 16	RVS A4	Stelschroef M12 x 16	
8	4	DIN 933	M12 x 35	RVS A4	Zeskanttapbout M12 x 35	
7	4	DIN 125-1A	M12	RVS A4	Ring M12	
6	2	Scheidingsprop	Lg 3	HMPE-500	1440-242	0
5	1	Verbindingsnippel monsterbuis			1440-S078	0
4	2	Troebelheidsensor	OBS-3+	Generic	OBS-3+	0
3	1	Topplaat dompel			1440-S038	0
2	2	Extra gewicht	Lg 79	RVS316	1440-144	0
1	1	Geleideprop	Lg 138	POM naturel	1440-142	0

Aantal uitvoeren: 1		Uitgangsmateriaal:		Afmeting:		Materiaal:	
Benaming: Dompel				Getekend: W.J. Poppe		Datum: 11-4-2019	
Aangepast door: W.J. Poppe				Datum: 28-6-2019			
Gewicht: N/A				Maateenheid: mm			
Bestemming: 1440-S030				Schaal: 1:2			
Kleur:				Status: WorkInProgress		Revisie: 3	
Tek. nr.: 1440-S037				Blad: 2/2			
		Vandenende Machinebouw B.V. Waalburg 4 4454 PA Borssele Tel. 0113 35 15 55 E-mail info@vdec.nl www.vandenendemachinebouw.nl				TENZIJ ANDERS AANGEGEVEN: MATEN ± 0.5mm OPPERVLAKTERUWHEID 3,2 um HOEKEN ± 30°	

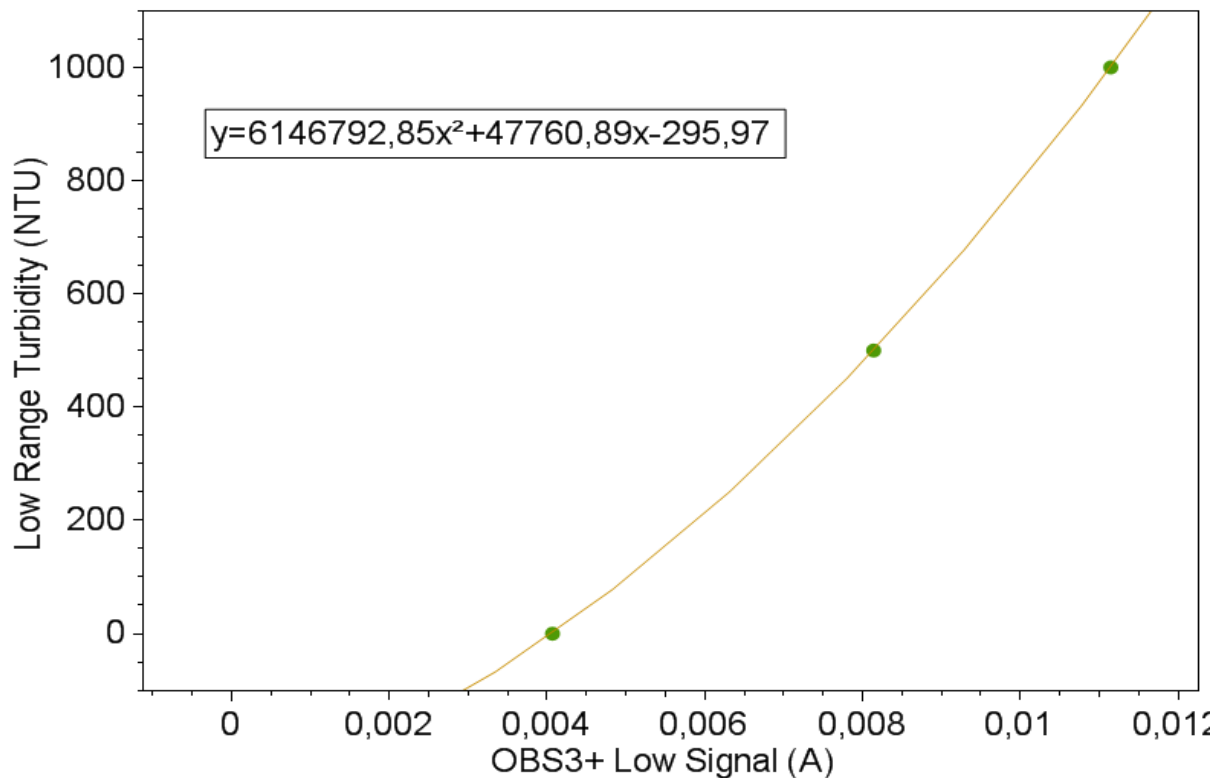
A2

D Kalibratie certificaat\_025165-Calibration  
Certificate S9078 CIB030512

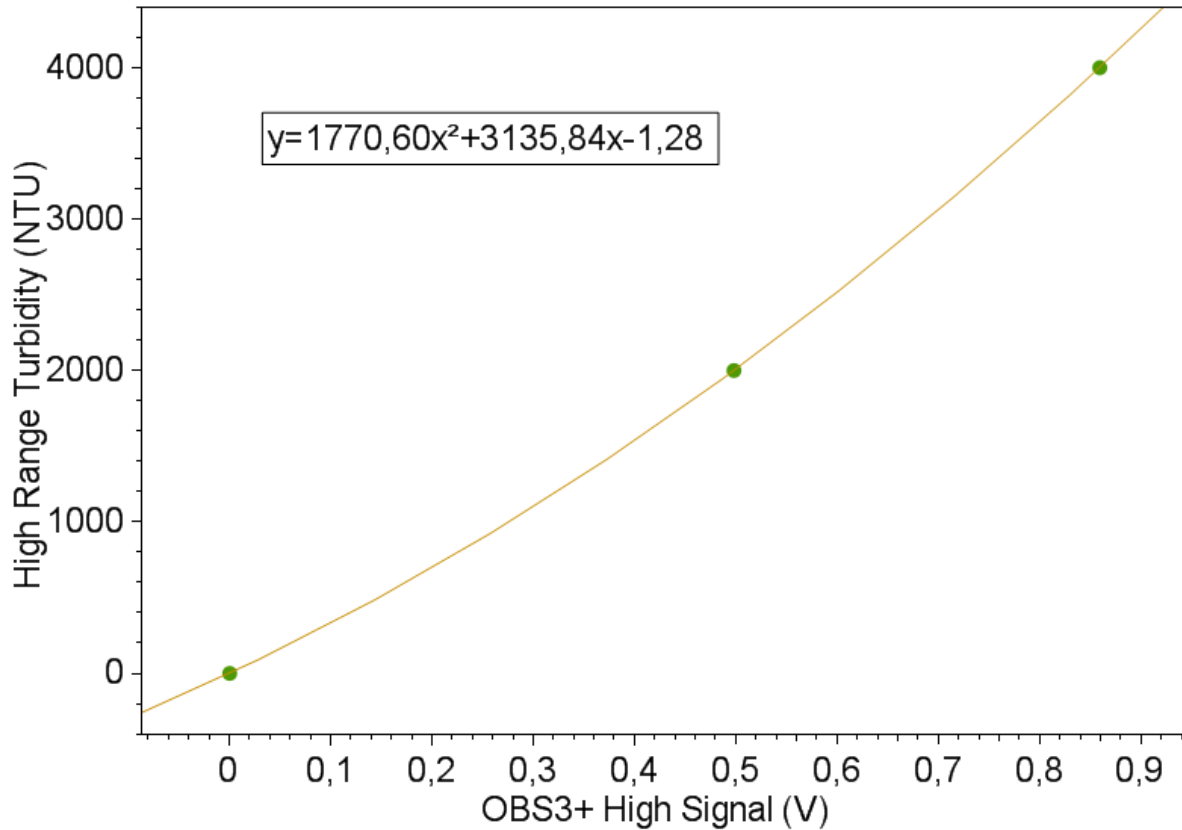
# Calibration Certificate

**Customer:** RWS **Date:** 05-08-2019  
**Sensor Type:** OBS-3+  
**Serial Number:** 9078  
**CIB-nr:** 030512  
**Nominal Range:** 1000/4000 NTU  
**Calibration Fluid:** Amco Clear  
**Measurement:** Fluke 8846A 6 ½ digit DMM S/N. 9572003

## OBS3+ SN - S9078



## OBS3+ SN - S9078



Date: 05-08-2019  
Performed by: Tharen

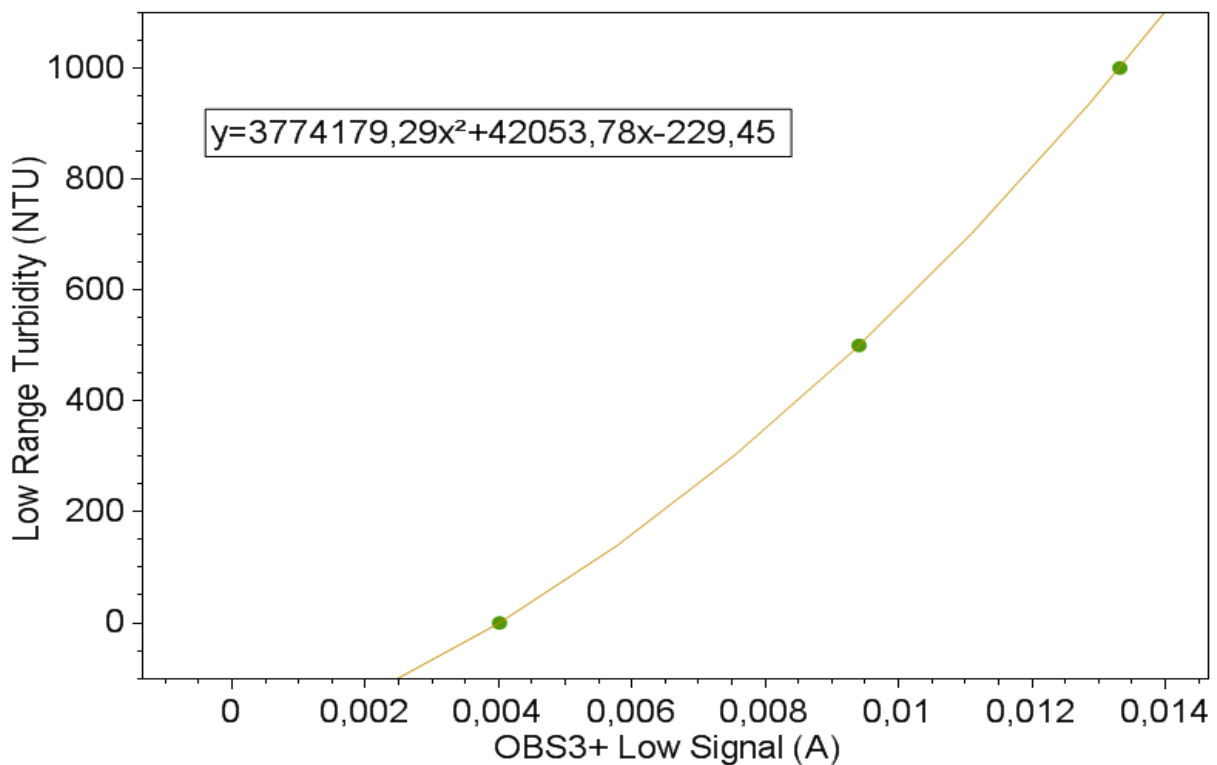
E Kalibratie certificaat\_025165-Calibration  
Certificate S9078 CIB030755



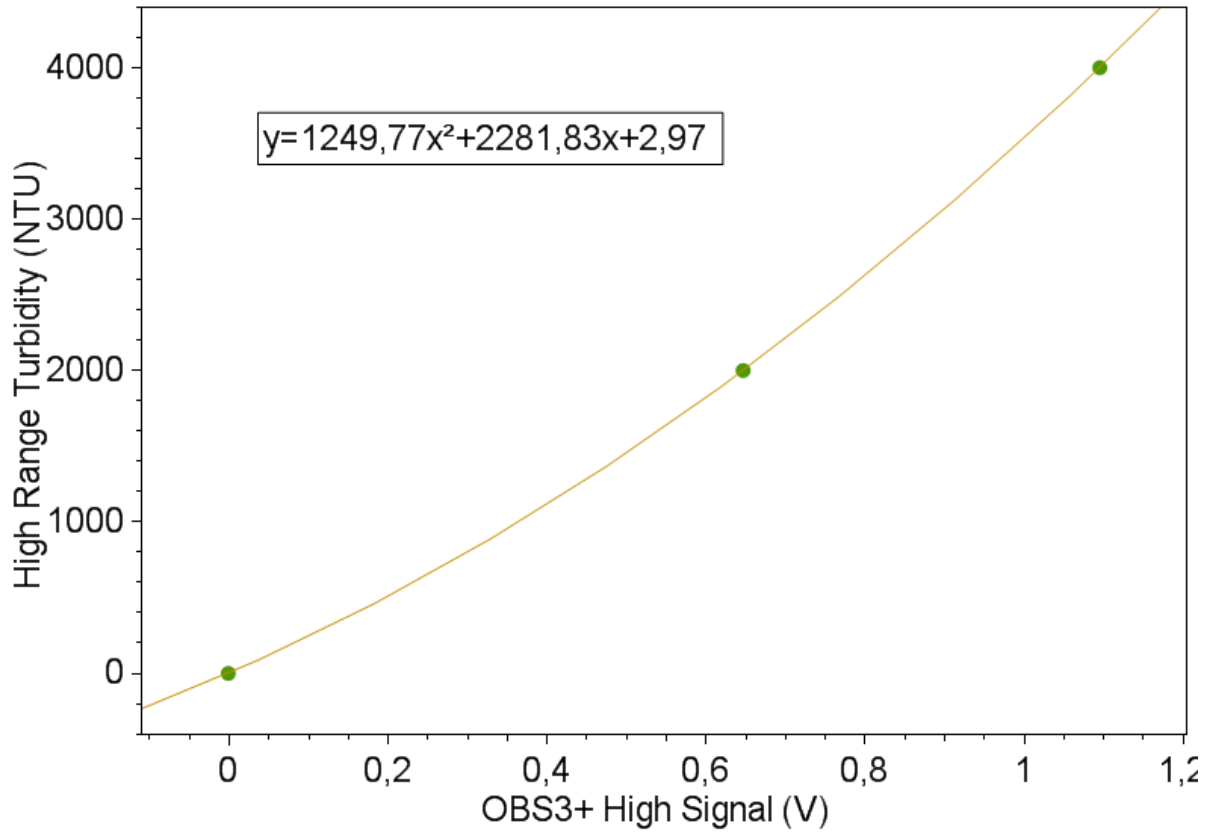
# Calibration Certificate

**Customer:** RWS **Date:** 05-08-2019  
**Sensor Type:** OBS-3+  
**Serial Number:** 9273  
**CIB-nr:** 030755  
**Nominal Range:** 1000/4000 NTU  
**Calibration Fluid:** Amco Clear  
**Measurement:** Fluke 8846A 6 ½ digit DMM S/N. 9572003

## OBS3+ SN - S9273



## OBS3+ SN - S9273



Date: 05-08-2019  
Performed by: Tharen

## F Code foutmeldingen sensor

Tabel 56 Mogelijke waarden voor het kwaliteitskenmerk

Waarde	Kenmerk	Omschrijving
Oorspronkelijke waarnemingen		
1	ontbrekend	waarneming met ontbrekende waarde
2	ADCP twijfelachtig / GPS pas	Waarneming met twijfelachtige waarde
3	onbepaald	waarneming met onbepaalde waarde
10	goed	waarneming met goede waarde
Resultaat momentane verwerking :		
11	momentaan ontbrekend	waarneming met ontbrekende waarde
13	momentaan onbepaald	waarneming met onbepaalde waarde
19	momentaan afgekeurd	waarneming met afgekeurde waarde
22	momentaan twijfelachtig	waarneming met twijfelachtige waarde
24	momentaan ongevalideerd	waarneming met ongevalideerde waarde
28	momentane bijgissing	bijgissing
30	momentaan goedgekeurd	waarneming met goedgekeurde waarde
Resultaat tijdvenster verwerking :		
31	tijdvenster ontbrekend	waarneming met ontbrekende waarde
33	tijdvenster onbepaald	waarneming met onbepaalde waarde
39	tijdvenster afgekeurd	waarneming met afgekeurde waarde
42	tijdvenster twijfelachtig	waarneming met twijfelachtige waarde
44	tijdvenster ongevalideerd	waarneming met ongevalideerde waarde
48	tijdvenster bijgissing	bijgissing
50	tijdvenster goedgekeurd	waarneming met goedgekeurde waarde
Resultaat visueel valideren :		
51	visueel ontbrekend	waarneming met ontbrekende waarde
53	visueel onbepaald	waarneming met onbepaalde waarde
59	visueel afgekeurd	waarneming met afgekeurde waarde
62	visueel twijfelachtig	waarneming met twijfelachtige waarde
68	visuele bijgissing	bijgissing
70	visueel goedgekeurd	waarneming met goedgekeurde waarde

## Opmerkingen:

- Het kwaliteitskenmerk van een berekende waarde komt overeen met 'momentaan ontbrekend' indien de berekening(en) geen waarde hebben opgeleverd.
- Het kwaliteitskenmerk van een berekende waarde komt overeen met 'momentaan goedgekeurd' indien de berekening(en) een waarde hebben opgeleverd.
- Als er een tijdvenster of visuele bijgissing gemaakt wordt van een tijdstip waarvan geen waarneming in de database aanwezig is, dan wordt er een waarneming met kwaliteitskenmerk tijdvenster/visueel ontbrekend in de database toegevoegd.
- Het kwaliteitskenmerk van een bijgissing geeft aan dat het een bijgissing is (en dus geen waarneming), en naar aanleiding van welke validatie van de waarneming (momentaan, tijdvenster of visueel) de bijgissing werd gemaakt.

## 4.2.2.4 Additioneel kenmerk

Naast het kwaliteitskenmerk beheert Validatie nog een additioneel kenmerk van waarnemingen en bijgissingen, dat verdere informatie over het kwaliteitskenmerk bevat. Mogelijke waarden voor het additioneel kenmerk worden in Tabel 57 gegeven.

- Het bericht bestaat uit één of meerdere waarden die verschillende fysische grootheden kunnen representeren.

In het standaard SESAM-uitgangsbericht worden de waarden gehanteerd volgens Tabel 4.

**Tabel 4 SESAM uitgangsbericht definitie**

Waarde		Betekenis:
Status	TDDDD	
' '	-9999 / +9999	"goede" meetwaarde
'A'	-9989 / +9989	service-schakelaar bediend en een meetwaarde
	+9999	code: sensorfout
	+9997	code: sensor niet aangesloten of niet geïnstalleerd
	+9995	code: geen signaal uit sensor (MAX-SENS-GAP)
	+9993	code: aantal "droge" elektroden te groot
	+9990	code: fout in verwerking (aantallen-check / grenswaarde-check)
'B'	-9999 / +9999	batterijspanning laag en goede meetwaarde
'C'	-9999 / +9999	combinatie van status 'A' en 'B'
'I'	0000	Sensor: Laadstroomregelaar heeft energietoevoer uitgeschakeld

### 2.2.2 SESAM-ingangsbericht

Inwinning en Verwerking kan naar een SESAM een vraag sturen om een SESAM-bericht. Dit vraagbericht bevat geen informatie op een identificatie van het type interface-bericht na. Dit type bericht wordt in de eerste generatie SESAM's nog niet op genomen.

Voor het SESAM-ingangsbericht geldt het volgende:

- Het SESAM-ingangsbericht bevat een ASCII-karakter.
- Het standaard SESAM-ingangsbericht bestaat uit één waarde van 1 karakter.
- Het formaat van elke waarde is V. De betekenis van dit karakter is: V (vraag).

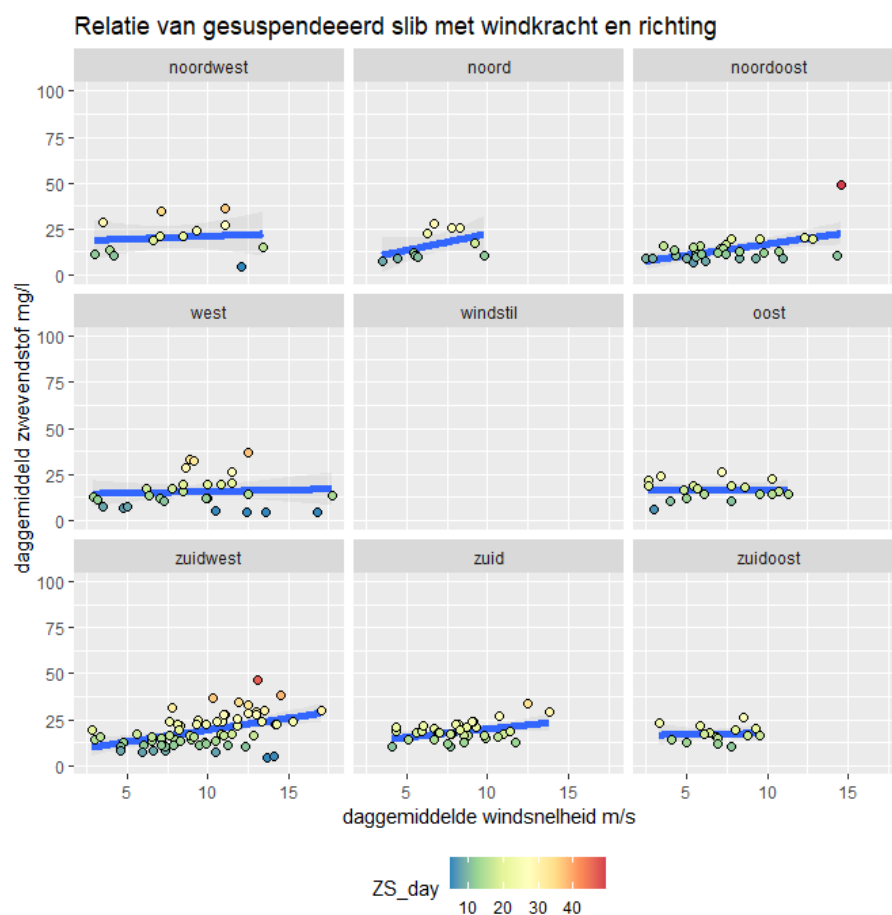
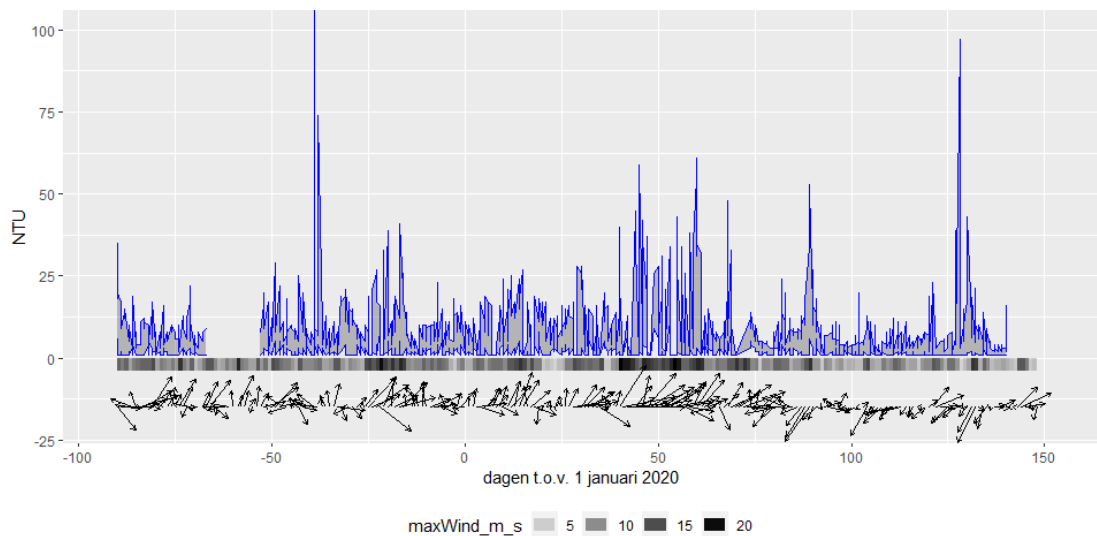
### 2.2.3 SESAM-besturingsbericht voor BSESAM

Door middel van een BSESAM dienen één of meerdere apparaten (sensoren, kleppen, relais) aan- en uitgeschakeld respectievelijk geopend en gesloten te kunnen worden. De BSESAM heeft één of meer uitgangcontacten, die deze aan- en uitschakelacties bewerkstelligen. De BSESAM wordt, vanuit Inwinning en Verwerking, aangestuurd met een besturingsbericht, waarin is aangegeven welk(e) contact(en) moeten worden omgezet.

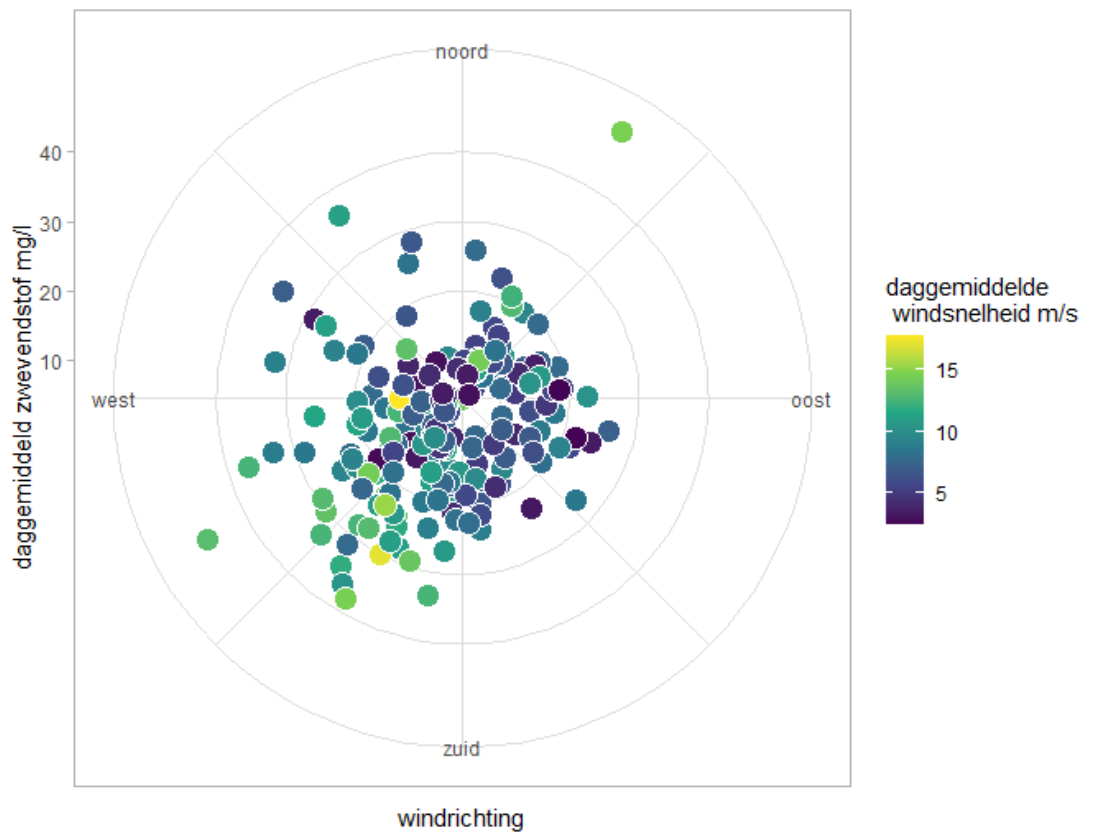
Voor het SESAM-besturingsbericht geldt het volgende:

- Het SESAM-besturingsbericht bevat uitsluitend ASCII-karakters.
- Het SESAM-besturingsbericht bestaat uit één of meer waarden van 3 karakters elk. Het afgegeven bericht wordt voorafgegaan door een identificatie van het type bericht (B). De algemene vorm van het bericht is B{AAO}n.

# G Troebelheid en relatie met windsterkte en richting



Figuur 7.1 Daggemiddelde zwevende stof (ZW) gehalten (mg/l) in relatie tot daggemiddelde windsnelheid (m/s) uitgesplitst per windrichting.



Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme oplossingen voor mens, milieu en maatschappij.

**Deltares**