

CONTINUUMONITORING VAN NITRAAT IN WATERLOPEN (MET DE TRIOS NICO+-SENSOR) EINDRAPPORT

Final



CLIENT	Click or tap here to enter text.
DATE	February 2024
REPORT NR.	Click or tap here to enter text.
COMPANY	Fluves NV
AUTHORS	Roukaerts A., De Vleeschouwer N., Gobeyn S.

DOCUMENT IDENTIFICATION

Title:	Continu monitoring van nitraat in waterlopen (met de TriOS NICO+-sensor) eindrapport		
Client:	Click or tap here to enter text.	Depotnummer:	D/2024/6871/013
Keywords (3-5):			
Text (p.)	/	Annex (p.): /	/
Confidential:	<input type="checkbox"/> Yes	Exception:	<input type="checkbox"/> Client
			<input type="checkbox"/> Internal
		Released from: February 2024	<input type="checkbox"/> Other:
	<input checked="" type="checkbox"/> No	<input checked="" type="checkbox"/> Online available	
<p>© Copyright Fluves NV, 2023 Unless explicitly stated otherwise, all rights including those in copyright in the content of this document are owned or controlled by Fluves NV. Except as otherwise expressly permitted under copyright law or by Fluves NV, the content of this document may not be copied, reproduced, republished, downloaded, posted, broadcast or transmitted in any way without the written permission of Fluves NV.</p>			
Report Nr. Click or tap here to enter text.			

APPROVAL

AUTHORS	REVISOR	PROJECT MANAGEMENT	CEO
Roukaerts, A. De Vleeschouwer, N. Gobeyn, S.	Roukaerts, A. De Vleeschouwer, N. Gobeyn, S.	Roukaerts A.	Van Hoestenbergh T.

CONTENTS

1.	Locaties	5
1.1.	De Blankaart, Diksmuide	5
1.2.	Boterpotstraat, Diksmuide	7
1.3.	Rode Kruisstraat, Hoeilaart	7
1.4.	Smeysberg, Huldenberg	9
1.5.	Eygenstraat, Neerijse	10
1.6.	Dijkstraat, Aartselaar	11
1.7.	Mastboomstraat, Aartselaar	12
1.8.	Cleydaellaan, Aartselaar	13
1.9.	Nieuwenhovestraat, Hulste	14
1.10.	Diksmuidsesteenweg, Roeselare	15
1.11.	Cortonstraat, Staden	16
1.12.	Waterstraat, Izegem	17
1.13.	Zilverbergstraat, Roeselare	18
1.14.	Lolliestraat, Moorslede	19
2.	Hardware	20
2.1.	Sensor technology	20
2.2.	Defecten	21
2.3.	Onderhoud van de Nico+ sonde	24
3.	Data	26
3.1.	Introductie	26
3.2.	Exploratie	26
3.2.1.	<i>De Blankaart, Diksmuide</i>	<i>26</i>
3.2.2.	<i>Boterpotstraat, Diksmuide</i>	<i>27</i>
3.2.3.	<i>Rode Kruisstraat, Hoeilaart</i>	<i>29</i>
3.2.4.	<i>Smeysberg, Huldenberg</i>	<i>30</i>
3.2.5.	<i>Eygenstraat, Neerijse</i>	<i>31</i>
3.2.6.	<i>Dijkstraat, Aartselaar</i>	<i>32</i>
3.2.7.	<i>Mastboomstraat, Aartselaar</i>	<i>33</i>
3.2.8.	<i>Cleydaellaan, Aartselaar</i>	<i>34</i>
3.2.9.	<i>Nieuwenhovenstraat, Hulste</i>	<i>35</i>
3.2.10.	<i>Diksmuidesteenvweg, Roeselare</i>	<i>36</i>
3.2.11.	<i>Cortonstraat, Staden</i>	<i>37</i>
3.2.12.	<i>Waterstraat, Izegem</i>	<i>37</i>
3.2.13.	<i>Zilverbergstraat, Roeselare</i>	<i>39</i>
3.2.14.	<i>Lolliestraat, Moorslede</i>	<i>40</i>
3.3.	Specifieke observaties	41
3.3.1.	<i>Dagelijkse cyclus</i>	<i>41</i>
3.3.2.	<i>Invloed neerslag op Nitraat en turbiditeitsmetingen</i>	<i>42</i>
3.3.3.	<i>Vergelijking turbiditeitsmetingen mps/NICO- TriOS</i>	<i>43</i>
3.3.4.	<i>Nitraatmetingen in hetzelfde waterlooptracé</i>	<i>45</i>
3.3.5.	<i>Plotse concentratiedalingen</i>	<i>47</i>

3.3.6.	<i>Relatie mps waterkwaliteitsmetingen en nico+ nitraattijdreeksen</i>	48
3.4.	Evaluatie adhv schepstalen	53
3.5.	Verwerking	54
3.5.1.	<i>Introductie</i>	54
3.5.2.	<i>Methode</i>	54
3.5.3.	<i>Resultaten</i>	55
4.	Discussie	58
4.1.	Hardware	58
4.2.	Locaties	58
4.3.	Data	59
5.	Appendix	61
5.1.	Troubleshooting	61
5.2.	Onderhoud logboek	63

1. LOCATIES

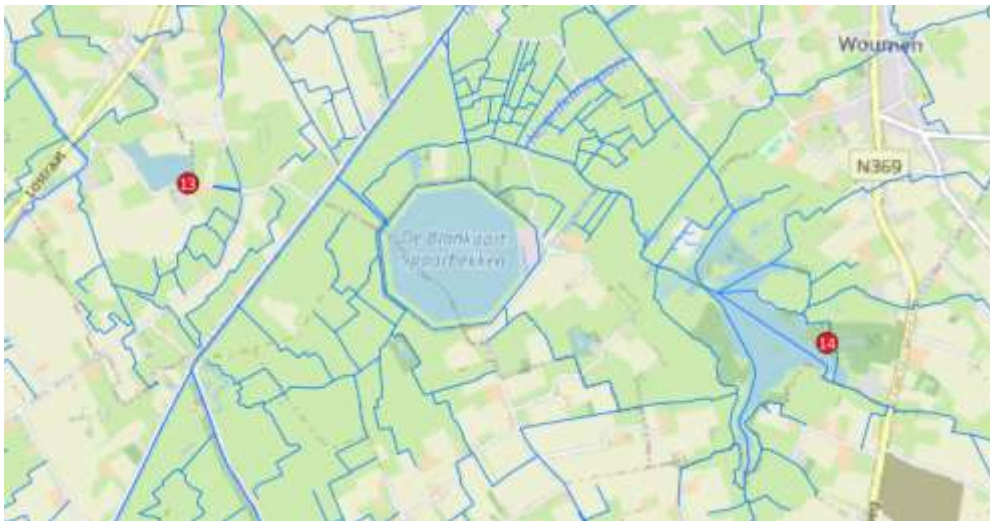
Van de 14 locaties zijn er twee door de Watergroep geselecteerd voor monitoring van drinkwater wingebeden de Blankaart en Nieuwkapelle Put. Door de VMM zijn er 9 locaties geselecteerd op basis van een lijst met prioritare gebieden (Mandel en Ijse). Drie locaties zijn door Fluves voorgesteld (Grote Struisbeek) omdat er voor deze waterloop reeds peilsensoren en een digital twin model waren opgezet. Installatie van de meetposten werd uitgevoerd door de VMM. Opvolging van de meetposten (onderhoud, aanpassingen, opvolging) werd uitgevoerd door Fluves. Hieronder worden de 14 locaties kort besproken vanuit praktisch oogpunt en eventuele aandachtspunten naar de toekomst toe voor gebruik van de NICO+ sensoren.

Logger	Logger SN	Sonde SN	Locatie	Waterlichaam	Latitude	Longitude
ydoc 0001	110615710	76200027	Dijkstraat, Aartselaar	Grote Struisbeek	51.147991	4.394302
ydoc 0002	110524527	76200020 → 76200025	Mastboomstraat, Aartselaar	Grote Struisbeek	51.147452	4.384840
ydoc 0003	110615619	76200026	Smeysberg, Huldenberg	Ijse	50.790140	4.592929
ydoc 0004	110524297	7620001E	Rode Kruisstraat, Hoeilaart	Ijse	50.766565	4.471252
ydoc 0005	110615623	76200022	Eygenstraat, Neerijse	Ijse	50.820292	4.636507
ydoc 0006	110586725	76200023	Cleydaellaan, Aartselaar	Grote Struisbeek	51.137134	4.362913
ydoc 0007	110615984	7620001F	Nieuwenhovestraat, Hulste	Hulstebeek	50.904736	3.308572
ydoc 0008	110615896	7620001D	Diksmuidsesteenweg, Roeselare	Mandel	50.954159	3.089853
ydoc 0009	110615127	76200025	Cortonstraat, Staden	Mandel	50.927344	3.045141
ydoc 0010	110620367	76200028	Lolliestraat, Moorslede	Collievijverbeek	50.917865	3.072404
ydoc 0011	110621497	76200029	Waterstraat, Izegem	Bosbeek	50.905496	3.216523
ydoc 0012	110618729	76200024	Zilverbergstraat, Roeselare	Babillebeek	50.924960	3.094668
ydoc 0013	110615871	7620001C	Boterpotstraat, Diksmuide	Nieuwkapelle Put	50.992031	2.804928
ydoc 0014	110615797	7620002A	De Blankaart, Diksmuide	Blankaart	50.983678	2.865942

1.1. DE BLANKAART, DIKSMUIDE

De opstelling is geïnstalleerd in het domein De Blankaart, langs het boothuis. Bereikbaar op 500m van de parking via het voetpad rechts langs het kasteel. Er is een geringe waterdiepte met daaronder een dikke laag organische modder. Het organische slib hangt bij onderhoud over de hele sonde en in de zomerperiode zijn de metingen minder stabiel gebleken. Een maandelijks onderhoud is bij deze locatie nodig voor een goed datakwaliteit. Een locatie met iets meer waterdiepte had problemen met organisch slib mogelijk kunnen beperken.

Continu monitoring van nitraat in waterlopen (met de TriOS NICO+-sensor)



Figuur 1: YDOC0013 en YDOC0014 in respectievelijk Nieuwkapelle Put en De Blankaart



Figuur 2: Installatie van Nico+ nitraatsonde in De Blankaart, rechts de sonde bij een onderhoud

1.2. BOTERPOTSTRAAT, DIKSMUIDE

De opstelling staat vlak langs het waterwinningspunt van De Watergroep. Deze locatie heeft voldoende waterdiepte en doorgaans weinig organische deeltjes in het water. Er waren hier geen technische problemen en de sonde heeft een goede meetreeks opgeleverd.

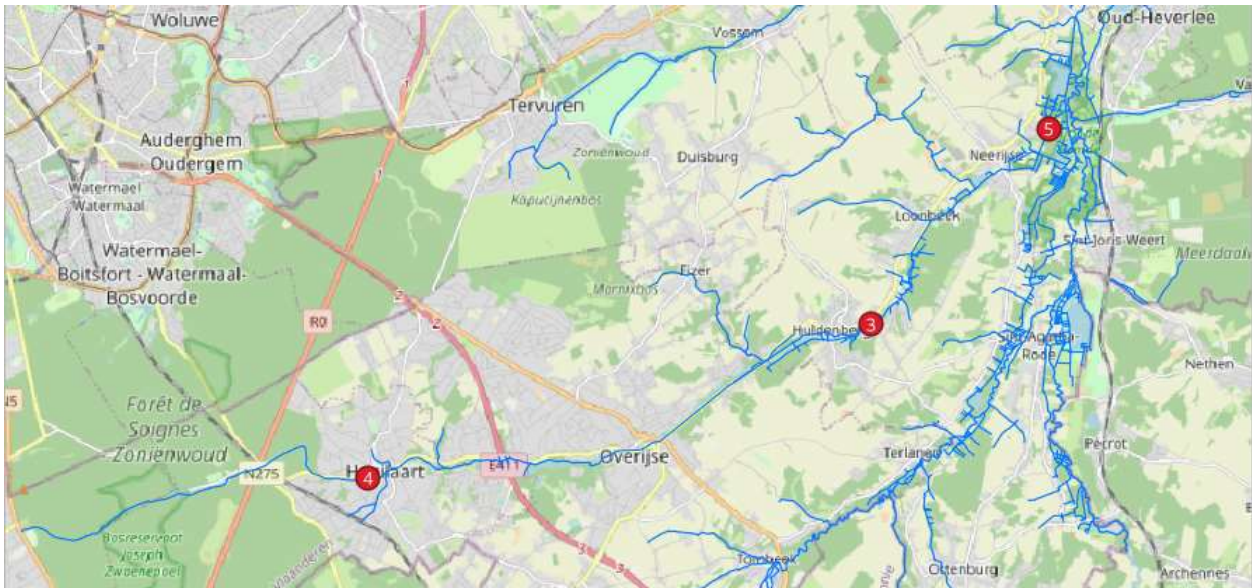


Figuur 3: Installatie van Nico+ nitraatsonde in Nieuwkapelle Put

1.3. RODE KRUISSTRAAT, HOEILAART

De opstelling staat in de bovenloop van de IJse met een zeer beperkt debiet. Er is een lage maar stabiele en dus voldoende waterdiepte. In droge periodes is er vaak geen stroming en soms veel plantengroei aan het wateroppervlak. Kleinere takken en planten blijven soms aan de sonde hangen maar dit heeft niet voor problemen met de wisser gezorgd. Kort na de installatie is de interne lamp referentie van de sonde naar nul gezakt. Dit lijkt te wijzen op een probleem met de uitlijning van de optische onderdelen in de sonde. Het is niet uit te sluiten dat dit door een externe impact op de sonde is gebeurd. Aangezien de sonde gemakkelijk toegankelijk is, is deze mogelijk door derden uit het water gehaald en onzacht teruggeplaatst. De geproduceerde dataset vertoont vreemde sprongen en door de slechte interne referentiemeting wordt de

data als onbetrouwbaar beschouwd. Op zich is dit een geschikte locatie voor metingen met de NICO+ sonde maar de toegankelijkheid en locatie in een park maken de locatie gevoelig voor schade door derden.



Figuur 4: YDOC0004, YDOC0003 en YDOC0005 in respectievelijk Hoeilaart (4), Huldenberg (3) en Neerijse (5)



Figuur 5: Installatie van Nico+ nitraatsonde in de bovenloop van de IJse in Hoeilaart.

1.4. SMEYSBERG, HULDENBERG

Deze locatie heeft voldoende waterdiepte en geen problemen met de sediment of modder. Af en toe zijn er grotere takken en planten die aan de sonde blijven hangen. Algemeen beschouwd is dit een geschikte locatie voor metingen met een NICO+ sonde en dit wordt bevestigd door de goede meetdata. Wel is er risico op takken die de sonde of wisser kunnen raken.



Figuur 6: Installatie van Nico+ nitraatsonde in de IJse in Huldenberg

1.5. EYGENSTRAAT, NEERIJSE

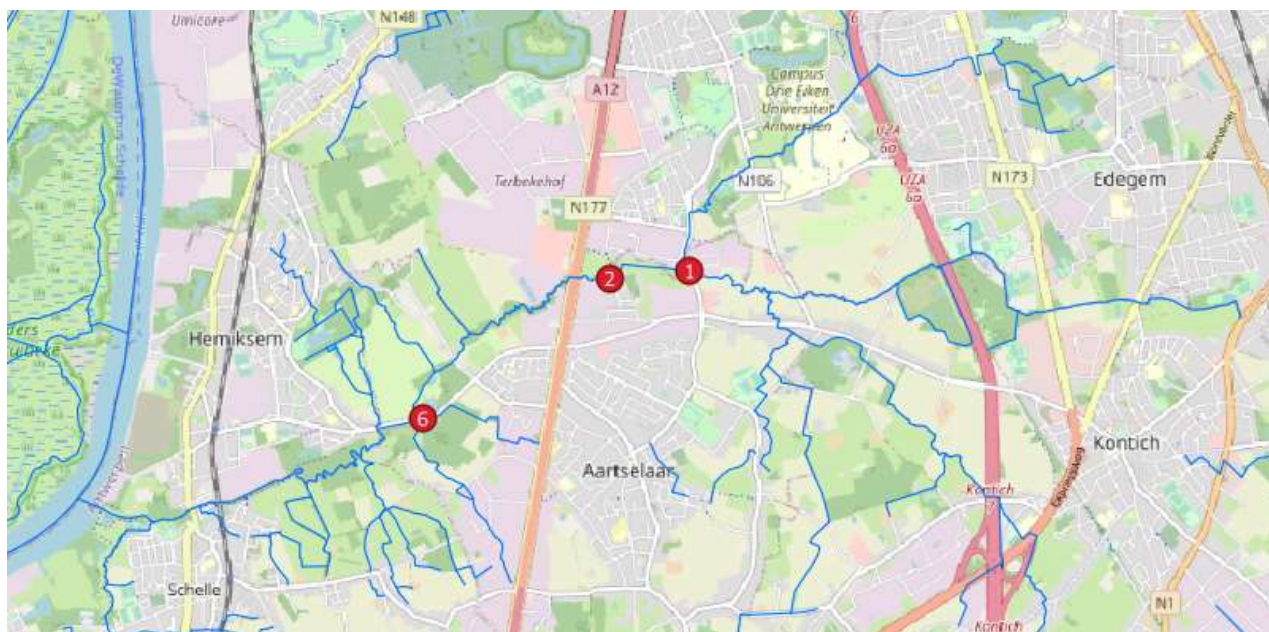
Deze locatie heeft een beperkte waterdiepte maar voldoende stabiel om de metingen niet te beïnvloeden. De wisser van deze sonde bleek bij onderhoud begin augustus defect. De exacte oorzaak hiervan is niet duidelijk maar mogelijk is de correcte werking verstoord door een tak die de wisser blokkeerde. Deze locatie is geschikt voor de NICO+ sonde maar mogelijk was het beter de sonde minder centraal in de waterloop te plaatsen.



Figuur 7: Installatie van Nico+ nitraatsonde in de IJse in Neerijse

1.6. DIJKSTRAAT, AARTSELAAR

Deze locatie heeft een beperkte waterdiepte met een betonnen bodem waardoor de sonde meer horizontaal moet liggen. De lange ketting is wel niet ideaal omdat de sonde zo veel vrijer kan bewegen, dit is waarschijnlijk niet aangewezen voor waterlopen met turbulenter water. Een regelmatig onderhoud en nazicht van de wisser is wel nodig aangezien we hier hoge turbiditeit hadden in de zomerperiode. Op deze locatie zijn ook peilmetingen (Smartends, Fluves) gebeurd en multiparameters (Aquatrol, VMM) geplaatst.



Figuur 8: YDOC0001, YDOC0002 en YDOC0006 in respectievelijk de Dijkstraat (1), Mastboomstraat (2) en Cleydaellaan (6) in Aartselaar



Figuur 9: Installatie van Nico+ nitraatsonde in de Grote Struisbeek ter hoogte van de Dijkstraat in Aartselaar

1.7. MASTBOOMSTRAAT, AARTSELAAR

Deze locatie heeft een zeer beperkte waterdiepte en een zanderige bodem. De zanderige bodem voorkomt wel dat de sonde diep wegzakt. Er is ook veel plantengroei in het water die regelmatig rond de sonde blijft hangen. De sonde is hier wat verplaatst zodat deze in een iets dieper gedeelte van de beek hangt. Dit is een uitdagende locatie om correct met een NICO+ sonde te bemeten zonder ingrijpendere installatiewerken te doen. Bijtschade aan de kabel heeft er daarna ook voor gezorgd deze sonde is vervangen. Op deze locatie zijn ook peilmetingen (Smartends, Fluves) gebeurd en multiparameters (Aquatrol, VMM) geplaatst.



Figuur 10: Installatie van Nico+ nitraatsonde in de Grote Struisbeek ter hoogte van de Mastboomstraat in Aartselaar.. Rechts de sonde bij een onderhoud. Op deze locatie blijven er veel platen aan de sonde hangen.

1.8. CLEYDAELLAAN, AARTSELAAR

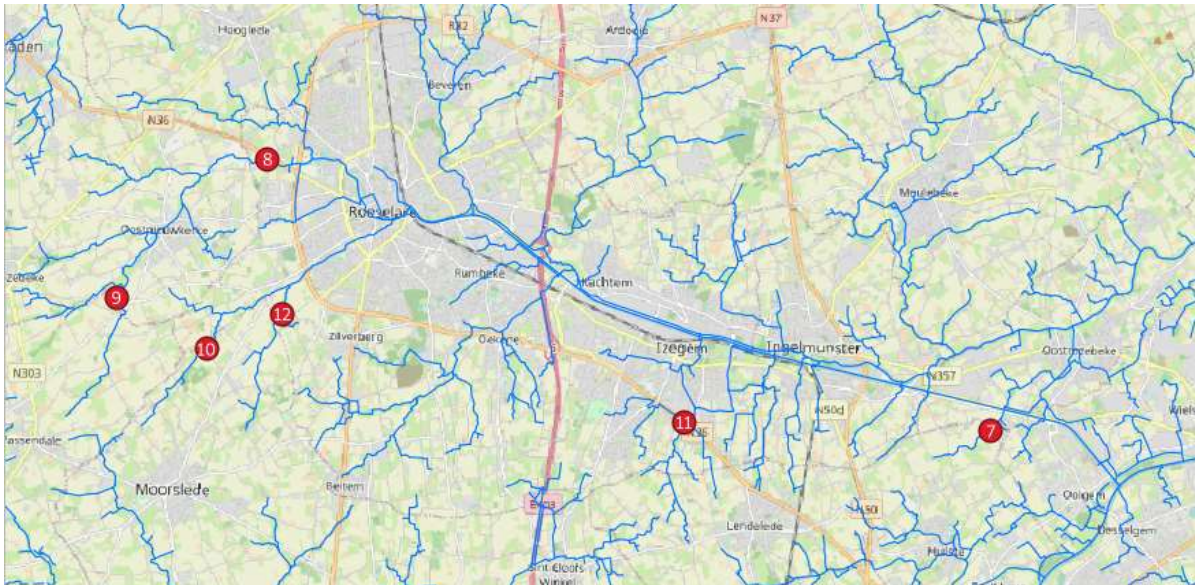
Deze locatie heeft voldoende waterdiepte en geen problemen met de sediment of modder. Af en toe zijn er grotere takken en planten die aan de sonde blijven hangen maar zonder noemenswaardige problemen. Een regelmatig onderhoud en nazicht van de wissel is wel nodig aangezien we hier hoge turbiditeit hadden in de zomerperiode. Op deze locatie zijn ook peilmetingen (Smartends, Fluves) gebeurd en multiparameters (Aquatrol, VMM) geplaatst.



Figuur 11: Installatie van Nico+ niraatsonde in de Grote Struisbeek ter hoogte van de Cleydaellaan in Aartselaar

1.9. NIEUWENHOVESTRAAT, HULSTE

Locatie met beperkte waterdiepte, veel modder op de bodem en een laag debiet. Bij onderhoud bleek de sonde en meetopening vol slijk te hangen. De sonde is nu zo gehangen dat de meetopening niet meer in de modder wegzakt. Door een periode in het sediment te liggen kan het zijn dat er kleine beschadigingen zijn aan de vensters in de meetopening. In perioden met voldoende water kan hier gemeten worden als de sonde op een correcte diepte hangt. Deze locatie is waarschijnlijk wel op de limiet wat er praktisch haalbaar is van meten met de NICO+ sonde in kleine waterlopen.



Figuur 12: YDOC0007 in de Nieuwenhovestraat in Hulste (7). YDOC0008 in de Diksmuidsesteenweg in Roeselare (8). YDOC0009 in de Cortonstraat in Staden (9). YDOC0010 in de Lolliestraat in Moorslede (10). YDOC0011 in de Waterstraat in Izegem (11) en de YDOC0012 in de Zilverbergstraat in Roeselare (12).



Figuur 13: Installatie van Nico+ nitraatsonde in de Hulstebeek in Hulste.

1.10. DIKSMUIDSESTEENWEG, ROESELARE

Deze locatie heeft een voldoende waterdiepte maar wel een diepe sedimentlaag die bestaat uit zware zwarte modder. De sonde is iets hoger gehangen omdat de meetopening volledig in het slib hing. Na deze aanpassing is deze locatie goed te bemeten met de NICO+ sonde, al kan de waterdiepte mogelijk problematisch worden in langdurig droge periodes. Door een periode in het sediment te liggen kan het zijn dat er kleine beschadigingen zijn aan de vensters in de meetopening.



Figuur 14: Installatie van Nico+ nitraatsonde in de Mandel in Roeselare.

1.1.1. CORTONSTRAAT, STADEN

Deze locatie heeft een zeer beperkte waterdiepte met een diepe sedimentlaag die bestaat uit zware modder. De wissers zat geblokkeerd in de meetopening door de zware modder. De ketting was ingekort zodat de sonde niet kan wegzakken, zie foto. Deze locatie is op de limiet van wat er praktisch haalbaar is met de NICO+ sonde. De opstelling is echter niet operationeel geraakt omdat de sonde zijn firmware en configuratie was verloren door een defecte interne batterij. Door in de modder te liggen heeft de wissers ook de vensters van de meetopening gekrast waardoor deze vervangen moesten worden. Dit toont het belang van het correct positioneren van de sonde en een regelmatig onderhoud met vervanging van de wissers om bijkomende kosten te vermijden.



Figuur 15: Installatie van Nico+ nitraatsonde in de Mandel in Staden.

1.12. WATERSTRAAT, IZEGEM

Locatie met beperkte waterdiepte en veel modder op de bodem. De Sonde is verhangen zodat de meetopening niet in de modder wegzakt. Omdat er veel takken verzamelen tegen het rooster is de sonde opnieuw verhangen zodat deze hierachter zit. Dit maakt de opstelling wel gevoeliger voor slechte metingen bij een lagere waterstand. Deze locatie is niet ideaal om met een NICO+ sonde te bemeten zonder meer ingrijpende installatiewerken. De takken die zich ophopen en het regelmatig verwijderen hiervan stellen de sonde ook bloot aan schade aan lenzen of wisser. De dataset va deze locatie heeft echter niet geleden onder de moeilijke setting.



Figuur 16: Installatie van Nico+ nitraatsonde in de Bosbeek in Izegem voor en na de aanpassing van de kettinglengte.

1.13. ZILVERBERGSTRAAT, ROESELARE

Locatie met beperkte waterdiepte en veel modder op de bodem. De ketting was hier te lang waardoor de sonde volledig in het sediment was weggezakt, zie foto's voor en na ingreep. De sonde is nu zo gehangen dat de meetopening minder in het sediment kan wegzakken en de metingen kan beïnvloeden. De eerste helft van de meetperiode is er echter geen betrouwbare data verzamelt. Na aanpassing van de installatie is hier wel goede data verzamelt. Door een periode in het sediment te liggen kan het zijn dat er kleine beschadigingen zijn aan de vensters in de meetopening.



Figuur 17: Installatie van Nico+ nitraatsonde in de Babillebeek in Roeselare voor en na aanpassing van de kettinglengte.

1.14. LOLLIESTRAAT, MOORSLEDE

De sonde hangt hier correct boven het sediment gedurende de meetperiode is er voldoende waterdiepte geweest. Net langs de sonde is een sedimentbank maar deze heeft geen impact gehad op de data kwaliteit. Het gewicht van de sonde hing hier wel initieel op de kabels in plaats van de ketting, dit is aangepast. Deze locatie heeft data van goede kwaliteit opgeleverd zonder technische problemen.



Figuur 18: Installatie van Nico+ nitraatsonde in de Coliievijverbeek in Moorslede.

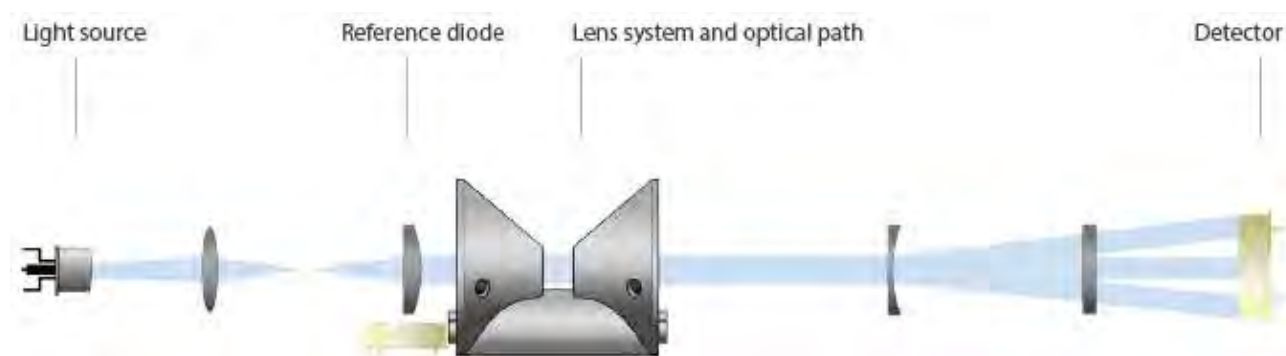
2. HARDWARE

2.1. SENSOR TECHNOLOGY

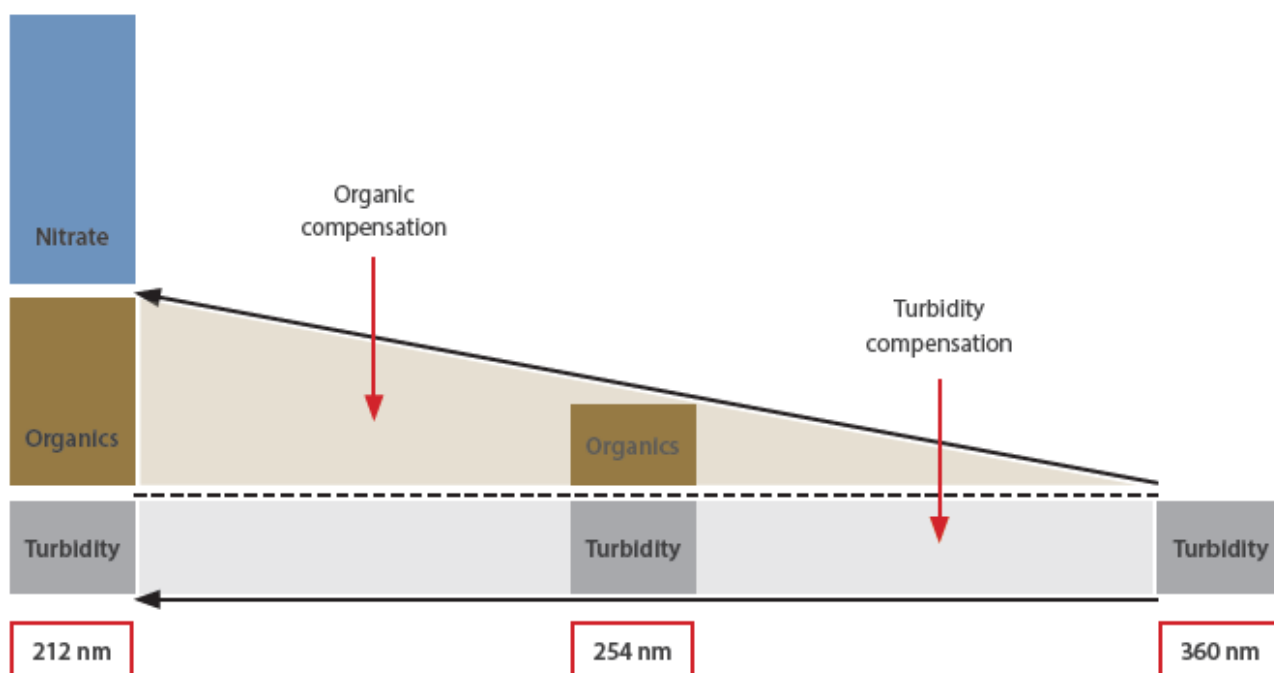
De NICO+ sonde van TriOS gebruikt UV-VIS technologie om nitraat concentraties te bepalen. De interne lamp waarvan de intensiteit wordt gemeten door de referentie diode (RefD) stuurt licht door een meetopening waarvan de afstand kan aangepast worden. Voor de huidige opstellingen werd een padlengte van 1 mm gebruikt omwille van de hogere nitraat concentraties en turbiditeit die kan worden verwacht in waterlopen. Daarna wordt de lichtintensiteit gemeten voor drie golflengtes in het UV-VIS gebied (212 nm, 254 nm en 360 nm) en wordt de absorptie gemeten (zie schema in Figuur 20). De absorptie van de drie golflengtes wordt verschillend beïnvloed door turbiditeit, organische componenten en nitraat waaruit vervolgens deze parameters kunnen worden afgeleid.



Figuur 19: Foto van de NICO+ sonde met centraal de meetopening met wissel.



Figuur 20: Tekening van de interne optica van de TriOS NICO+ sonde.



Figuur 21: Schema met de impact van turbiditeit, organische componenten en nitraat op de drie golflengtes die door de Nico+ sonde worden gemeten.

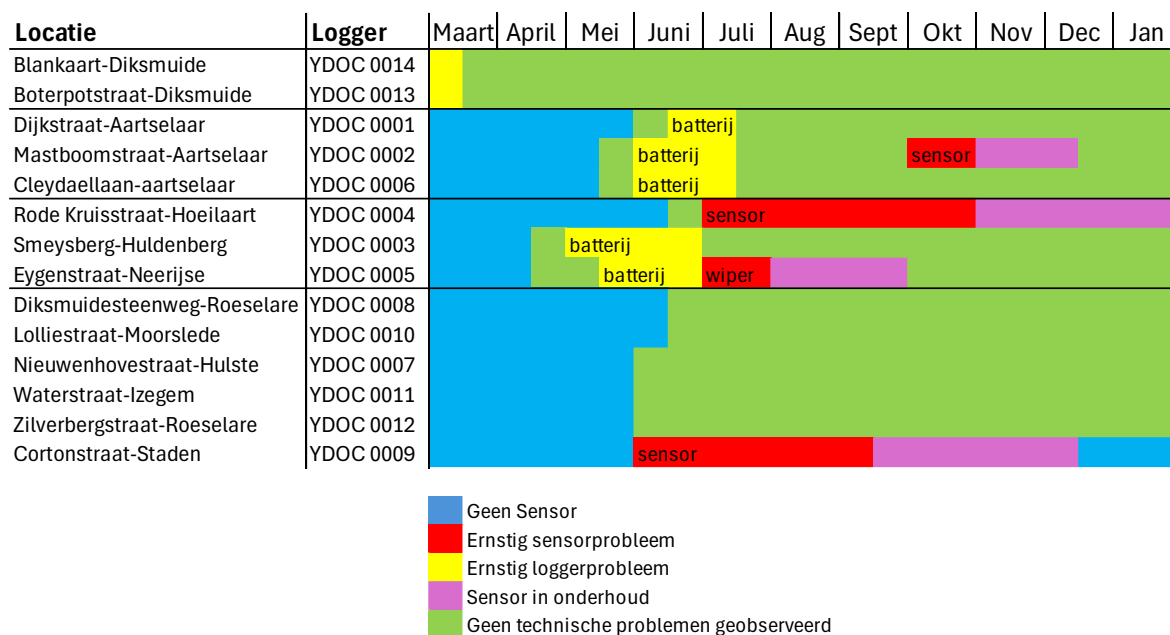
Voor correcte metingen moet er voldoende licht bij de detector geraken. Een correcte keuze van de pad lengte is hierbij cruciaal zodat niet al het licht wordt geabsorbeerd. Indien dit niet het geval is, bijvoorbeeld omdat de sonde te diep in het slib hangt, wordt de data onbetrouwbaar.

- **RefA** is de licht intensiteit bij 212 nm en moet altijd boven **150** zijn.
- **RefB** is de licht intensiteit bij 254 nm en moet altijd boven **150** zijn.
- **RefC** is de licht intensiteit bij 360 nm en moet altijd boven **150** zijn.
- **RefD** is een interne referentie voor de lamp intensiteit en moet altijd boven **13000** zijn.

2.2. DEFECTEN

Gedurende het project zijn er een aantal hardware problemen naar voren gekomen bij een aantal van de meetposten. Sommige meer ernstige defecten hebben geleid tot dataverlies of slechte data en zijn samengevat in onderstaande overzichtsfiguur (Figuur 22). Meer inhoudelijke info over de oorzaak van het defect is samengevat in de onderstaande tabel. Bij serieuzere hardware defecten zijn sommige meetposten voor langere tijd niet bemeaten omdat de sonde is teruggestuurd naar de leverancier voor nazicht. Ook zijn enkele sommige problemen pas na langere tijd vastgesteld waardoor er geen of slechte data werd verzameld. Deze periodes kunnen gereduceerd worden met een aantal ingrepen zoals online monitoring en automatische alarmering op basis van de binnenkomende meetdata, reserve stock van hardware en regelmatig onderhoud. Ook het beter leren kennen van de sondes en problemen herkennen draagt hiertoe bij. De hieronder opgelijste problemen (Tabel 1) zijn daar nuttig voor en zullen beschikbaar worden gemaakt in een 'troubleshooting' document. Ook de manuele labeling die werd toegepast op de data en die is samengevat in Figuur 23 is hiervoor relevant. De observaties (Tabel 2) die aanleiding geven tot een slechter datakwaliteitslabel kunnen dienen voor latere automatische labeling.

Continu monitoring van nitraat in waterlopen (met de TriOS NICO+-sensor)



Figuur 22: Overzicht van ernstige hardware defecten die hebben geleid tot dataverlies of slechte data.

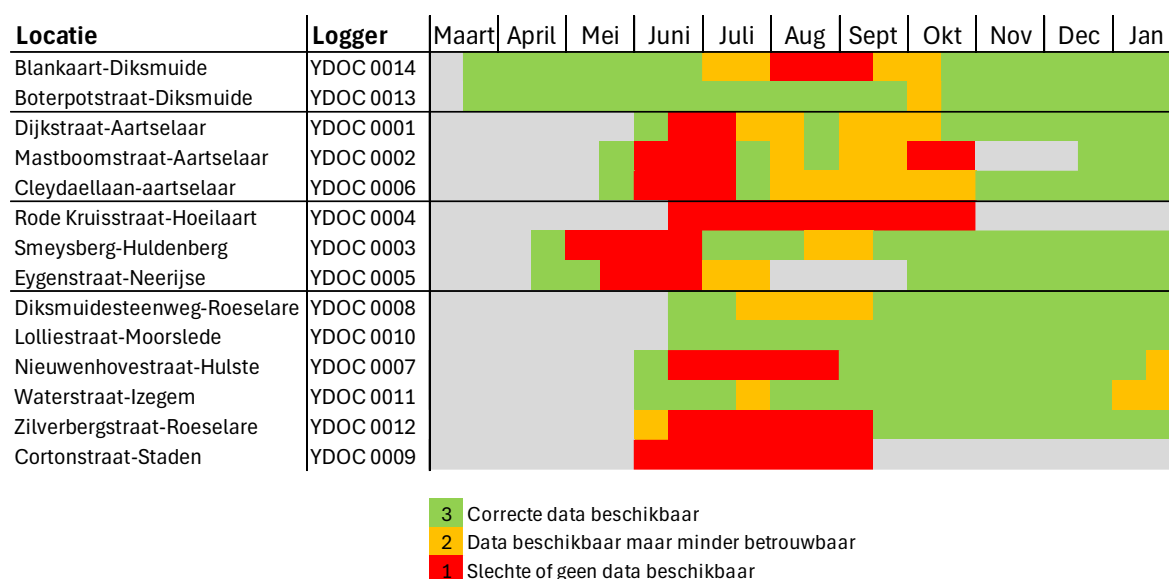
Tabel 1: lijst met ernstige hardware defecten met hun oorzaak en oplossing.

Toestel	Periode	Oorzaak en oplossing
YDOC 00013 YDOC 00014	14/02/2023 17/03/2023	Probleem met de configuratie van de logger. Opgelost bij het eerste onderhoud.
Nico+ 76200025 Cortonstraat, Staden	12/09/2023 21/12/2023	Sonde gaf geen metingen omdat deze sonde zijn firmware verloren was door een defecte interne batterij. Teruggestuurd naar TriOS voor herstelling. Na herstel is deze sonde teruggeplaatst in de Mastboomstraat, Aartselaar.
Nico+ 76200025 Cortonstraat, Staden	12/09/2023 21/12/2023	Beschadigde lenzen door sediment in de meetopening en wisser actie. Lenzen vervangen bij nazicht door TriOS.
Nico+ 7620001E Rode Kruisstraat, Hoeilaart	22/11/2023 -	De RefD waarde is sinds midden juni naar nul gezakt waardoor de metingen niet meer betrouwbaar zijn. Deze sonde is van het terrein gehaald voor nazicht door TriOS.
Nico+ 76200020 Mastboomstraat, Aartselaar	06/11/2023 -	Deze sonde heeft een beschadiging aan de kabel door knaagdieren waardoor water in de sonde is geraakt. Geen data sinds 29 Sept. Deze sonde is van het terrein gehaald voor nazicht door TriOS. Door de interne schade moet deze sonde als verloren worden beschouwd.
Wisser W55 V2 06700112 Eygenstraat, Neerijse	03/08/2023 30/11/2023	De wisser is 360° omwentelingen beginnen maken en daardoor kapot gedraaid tegen de beschermkoker. Oorzaak volgens TriOS door een extern voorwerp. Teruggestuurd naar TriOS voor herstelling.
YDOC 0001 YDOC 0002 YDOC 0003 YDOC 0004 YDOC 0005 YDOC 0006	16/06/2023 10/07/2023	Foutieve aansluiting van zonnepaneel input (18-24V) aan externe 12V accu waardoor de kleine batterij in de koffer niet opgeladen werd. Het systeem viel hierdoor zonder stroom. Heraansluiting van de zonnepaneel kabeltjes in de koffer aan de 12V voeding input. Bij YDOC0004 kon een uitval vermeden worden.

Een reeks kleinere problemen die te maken hebben met de positionering van de sonde en de locatie, hebben soms geleid tot minder betrouwbare of slechte data. Voor elke locatie is de datakwaliteit geëvalueerd en gelabeld in drie categorieën:

1. Slechte data of geen data beschikbaar
2. Data is beschikbaar maar voorzichtigheid is geboden
3. Correcte data is beschikbaar

De evaluatie van de data is gebaseerd op observaties van het terrein en analyse van de data (nitraat, turbiditeit) en ruwe meetgegevens van de sonde (RefA, RefB, RefC en RefD). De Signal Quality Index (SQI) is ook een output variabele van de NICO+ sonde maar dit bleek een onbetrouwbare voorspeller van de datakwaliteit. Deze evaluatie is een deels subjectieve interpretatie naar best vermogen. In onderstaande tabel zijn de observaties en waarschijnlijke oorzaken opgelijst voor de verschillende locaties.



Figuur 23: Overzicht met voor elke locatie een halfmaandelijkse evaluatie van de datakwaliteit voor de gehele meetperiode met goede data (groen), minder betrouwbare data (oranje) en onbetrouwbare of geen data (rood).

Tabel 2: Lijst van kleinere problemen die geleid hebben tot minder betrouwbare of slechte data met info over de observatie die aanleiding gaven tot de inschatting, de mogelijke oorzaken en de bijpassende oplossingen.

Locatie	Periode	Observatie / Oorzaak / Oplossing
YDOC 0014/ 7620002A Blankaart, Diksmuide	Juli - Okt	Dataobservatie: Juli: Verspringende nitraat conc; Aug-Okt: Nitraat is 0, turbiditeit heel hoog; Wisser versleten, te lage onderhoudsfrequentie, veel dun organisch slib in het water
YDOC 0013/ 7620001C Boterpotstraat, Diksmuide	Okt	Dataobservatie: Enkele pieken in turbiditeit en nitraat Oorzaak onbekend en mogelijk correcte metingen Data voorzichtig interpreteren
YDOC 0001/ 76200027 Dijkstraat, Aartselaar	Aug - Okt	Dataobservatie: Veel drift, RefA, RefB en RefC laag of sterk variabel Veel slib in water of wisser probleem Data voorzichtig interpreteren

Continu monitoring van nitraat in waterlopen (met de TriOS NICO+-sensor)

YDOC 0002/ 76200020 Mastboomstraat, Aartselaar	Start tot 16/06/2023	Terreinobservatie: Zeer geringe waterdiepte in de zomer en zanderig sediment dat de lenzen kan beschadigen.
YDOC 0002/ 76200020 Mastboomstraat, Aartselaar	Aug - Sept	Dataobservatie: Veel drift en hoge turbiditeit, RefA, RefB and RefC laag of sterk variabel Veel slib in water, sensor te diep in slib of wisser probleem Data voorzichtig interpreteren
YDOC 0006/ 76200023 Cleydaellaan, Aartselaar	16/08/2023	Terreinobservatie: Beschermkoker rond de sonde was verdwenen bij onderhoud. Andere koker teruggeplaatst.
YDOC 0006/ 76200023 Cleydaellaan, Aartselaar	Aug - Okt	Dataobservatie: veel drift, RefA, RefB en RefC laag of sterk variabel Veel slib in water of wisser probleem Data voorzichtig interpreteren
YDOC 0003/ 76200026 Smeysberg, Huldenberg	Aug - Sept	Dataobservatie: Veel drift en hoge turbiditeit, RefA, RefB en RefC lager Sensor vuil of door vis in beschermkoker
YDOC 0005/ 76200022 Eygenstraat, Neerijse	Juli	Dataobservatie: Veel drift en hoge turbiditeit, RefA, RefB en RefC laag of sterk variabel Veel slib in water of begin van het ernstige wisser defect
YDOC 0008/ 7620001D Diksmuidsesteenweg, Roeselare	Start tot 12/09/2023	Terreinobservatie: Zeer geringe waterdiepte met modderige bodem. De sonde heeft een tijd in de modder gehangen en beschadiging van lenzen is mogelijk. Dataobservatie: Turbiditeit is 0, RefA, RefB en RefC laag, veel slib, sensor hangt te laag
YDOC 0007/ 7620001F Nieuwenhovestraat, Hulste	Start tot 12/09/2023	Terreinobservatie: Beperkt watervolume met veel organisch vuil en plantenresten in het water. De sonde is wat beter gehangen maar het is niet duidelijk of de sonde echt in sediment heeft gehangen. Dataobservatie: Juni-Aug: nitraat en turbiditeit zijn 0, RefA, RefB en RefC zijn ook 0 Veel slib, sensor hangt te laag
YDOC 0011/ 76200029 Waterstraat, Izegem	Start tot 12/09/2023	Terreinobservatie: Zeer geringe waterdiepte met modderige bodem. De sonde heeft een tijd in de modder gehangen en beschadiging van lenzen is mogelijk. Dataobservatie: Juli: drift in turb; Jan: toegenomen turb Data voorzichtig interpreteren
YDOC 0012/ 76200024 Zilverbergstraat, Roeselare	Start tot 12/09/2023	Terreinobservatie: Zeer geringe waterdiepte met modderige bodem. De sonde heeft een tijd in de modder gehangen en beschadiging van lenzen is mogelijk. Dataobservatie: Juni-Aug: nitraat en turbiditeit zijn 0, RefA, RefB en RefC zijn ook 0 Data voorzichtig interpreteren
YDOC 0009/ 76200025 Cortonstraat, Staden	Start tot 12/09/2023	Terreinobservatie: Zeer geringe waterdiepte met modderige bodem. Schade aan lenzen vastgesteld door TriOS bij nazicht van de sonde. De lenzen zijn vervangen.

2.3. ONDERHOUD VAN DE NICO+ SONDE

De sonde bepaald de nitraatconcentratie d.m.v. optische meettechniek. Voor correcte metingen is het dus belangrijk dat de meetopening proper blijft. De wissers borstelen voor elke meting automatisch driemaal de meetcel maar een regelmatig manueel onderhoud is noodzakelijk om enerzijds de wisser te vervangen en de vensters van de meetopening grondig te reinigen. TriOS adviseert het maandelijks vervangen van de wisser en 6-maandelijks het vervangen van de wisseras. Een wisser in modder of met beschadiging door ouderdom kan de vensters van de meetcel beschadigen en tot hogere kosten leiden.

Details voor het onderhoud zijn terug te vinden in het document: **Onderhoudsinstructies_TriOS-NICOplus_v2.pdf**

1. Zorgen dat de wisser niet actief is tijdens het onderhoud
 - Logger in pauze zetten of wisser kabel loskoppelen
2. Wisserblad voorzichtig verwijderen van de wisseras
3. Sonde schoonvegen en afspoelen
4. Meetcel goed spoelen met proper water en schoonvegen met een propere, zachte en natte doek
 - Vermijd zand en slib in de meetopening
5. Meetcel schoonvegen met propere doek en enkele druppels aceton
6. Meetcel goed spoelen met proper water
7. Nieuw wisserblad plaatsen
 - Zorgen dat het wisserblad goed uitlijnt met de meetopening
8. Beschermkoker schoonvegen en spoelen
9. Beschermkoker terugplaatsen

Het volledige onderhoud van de sonde duurt doorgaans 15 min.

Aangezien de relatie tussen nitraatconcentraties en lichtabsorptie van 212 nm onveranderlijk is, en de lampveroudering meegenomen wordt door de interne referentie, is herkalibreren van de toestellen doorgaans niet nodig. Deze relatie is doorgaans ook onafhankelijk van de locatie, wel kunnen er locatie-specifieke interferenties (organische componenten, saliniteit) aanwezig zijn die een locatie-specifieke correctie vragen. Meer details zijn terug te vinden in de manual. Een jaarlijks grondig onderhoud en nazicht waarbij de staat van de meetcel vensters wordt geëvalueerd lijkt aangewezen om de datakwaliteit te waarborgen. Een testmeting met demi water en een nitraat standaard (10 mg/L) lijkt hierbij ook aangewezen.

3. DATA

3.1. INTRODUCTIE

Het doel van deze sectie is om de verzamelde data te visualiseren, te analyseren en een aanzet geven tot mogelijk verwerking. Het startpunt voor deze analyse is Figuur 23, waarin er een overzicht te zien is van alle data in functie van de tijd/locatie met als eigenschap een kwaliteitsindex (goed, minder betrouwbaar, slecht of geen data). Het is belangrijk om te vermelden dat deze manueel toegekende kwaliteitsindex voortkomt uit de oplijsting van de hardware defecten (Figuur 22) en een eerste visualisatie van de data (zie volgende sectie). In de volgende sectie worden de visualisaties van de data getoond, terwijl in sectie 3.3 de data worden geanalyseerd. In sectie 3.4 worden de data geëvalueerd met behulp van schepstalen (cognos-rapportage, opgevraagd februari '24), en in sectie 3.5 worden verwerkingsalgoritmes voorgesteld om de kwaliteit van de data te verbeteren.

3.2. EXPLORATIE

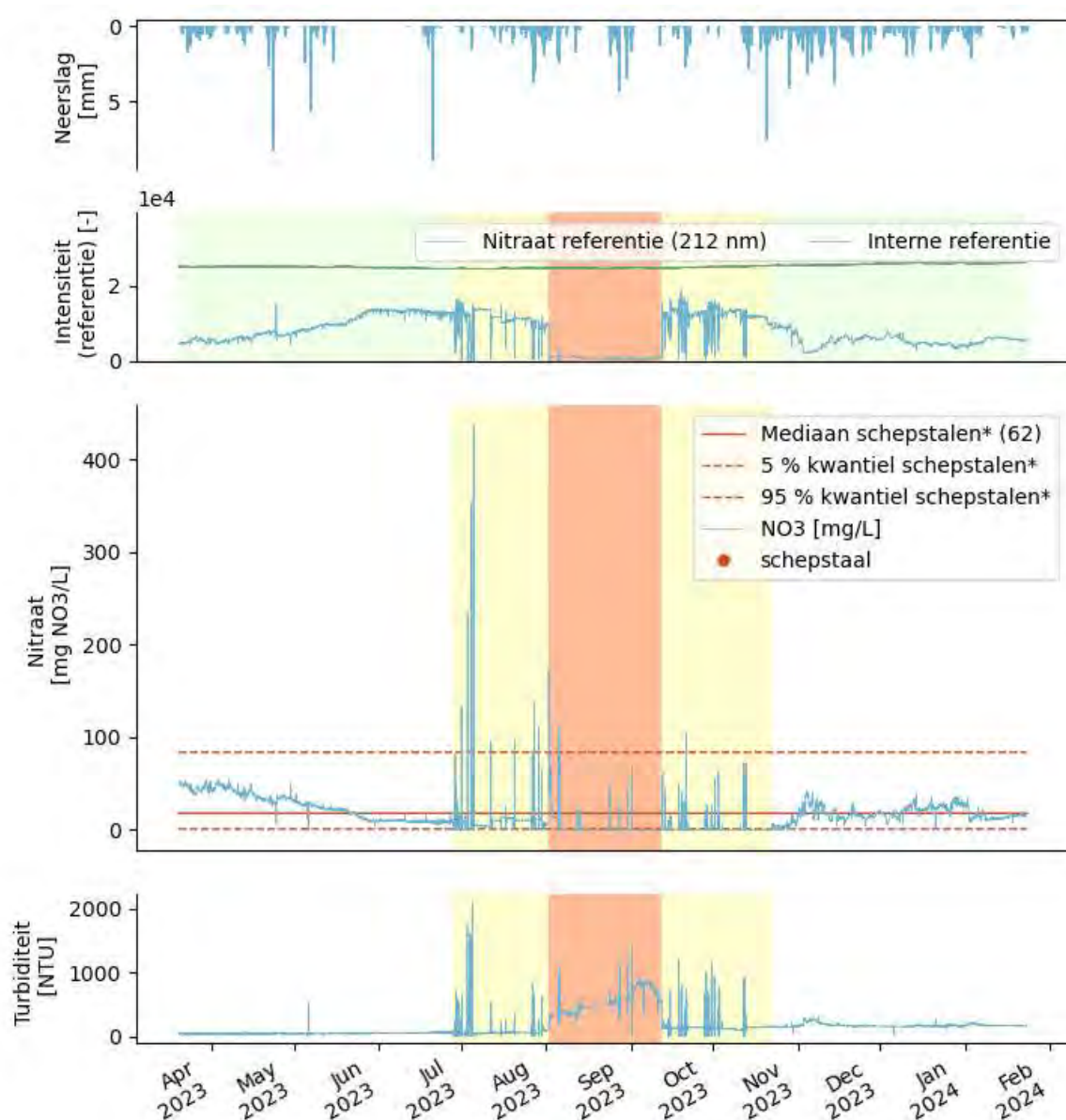
Voor de exploratie van de data werden volgende bronnen geraadpleegd:

- De data van de sonde
- De historische en actuele data van de schepstalen (cognos, via geoloket opgevraagd februari '24)
- Neerslagdata (opgehaald met <https://fluves.github.io/pywaterinfo/>)
- Voor de Grote Struisbeek: multiparametersondes en Smartends waterlevel sensoren

In Figuur 24 tot en met Figuur 36 zijn de data te zien per meetlocatie. In de bovenste plot is telkens de hoeveelheid neerslag van het dichtstbijzijnde VMM neerslag station te zien (mm), terwijl in de tweede plot de interne referentiewaarden (RefD) & intensiteit waarden bij 212 nm van de lamp te zien zijn. Hierop staat ook de kwaliteitsindex op afgebeeld (groen = goede data, oranje = minder betrouwbare data, rood = slechte of geen data, zie Figuur 23). Ten derde zijn de nitraatdata (mg NO₃/L) van de TriOS sensor te zien, samen met de mediaan (oranje) en 5%/95%-kwantielen (rood) voor nitraat gemeten in de schepstalen. Het is belangrijk om te vermelden dat de statistieken voor de schepstalen zijn bepaald op alle beschikbare data van schepstalen op die locatie. De individuele metingen (oranje punten) staan afgebeeld, indien er genomen zijn tijdens deze periode. In de vierde plot is de turbiditeit (NTU) gemeten tijdens de meetperiode met de NICO+ sonde te zien. Verder wordt er bij elke visualisatie een korte samenvatting geformuleerd.

3.2.1. DE BLANKAART, DIKSMUIDE

De meetopstelling in De Blankaart in Diksmuide werkt technisch correct zonder problemen. De waterdiepte is hier echter beperkt en er is een dikke laag organisch slib waar de sonde deels in hangt. In augustus en september heeft dit waarschijnlijk een impact gehad op de metingen waarbij al het licht werd geabsorbeerd. Een meetlocatie in De Blankaart met wat meer waterdiepte zodat de sonde verder boven de sedimentlaag kan hangen zou waarschijnlijk betere resultaten geven. Voor de winterperiode werd de sonde terug wat hoger gehangen waardoor het sediment minder problematisch was. Deze locatie toont een afname in nitraat concentratie in de lente en een toename in de herfst.

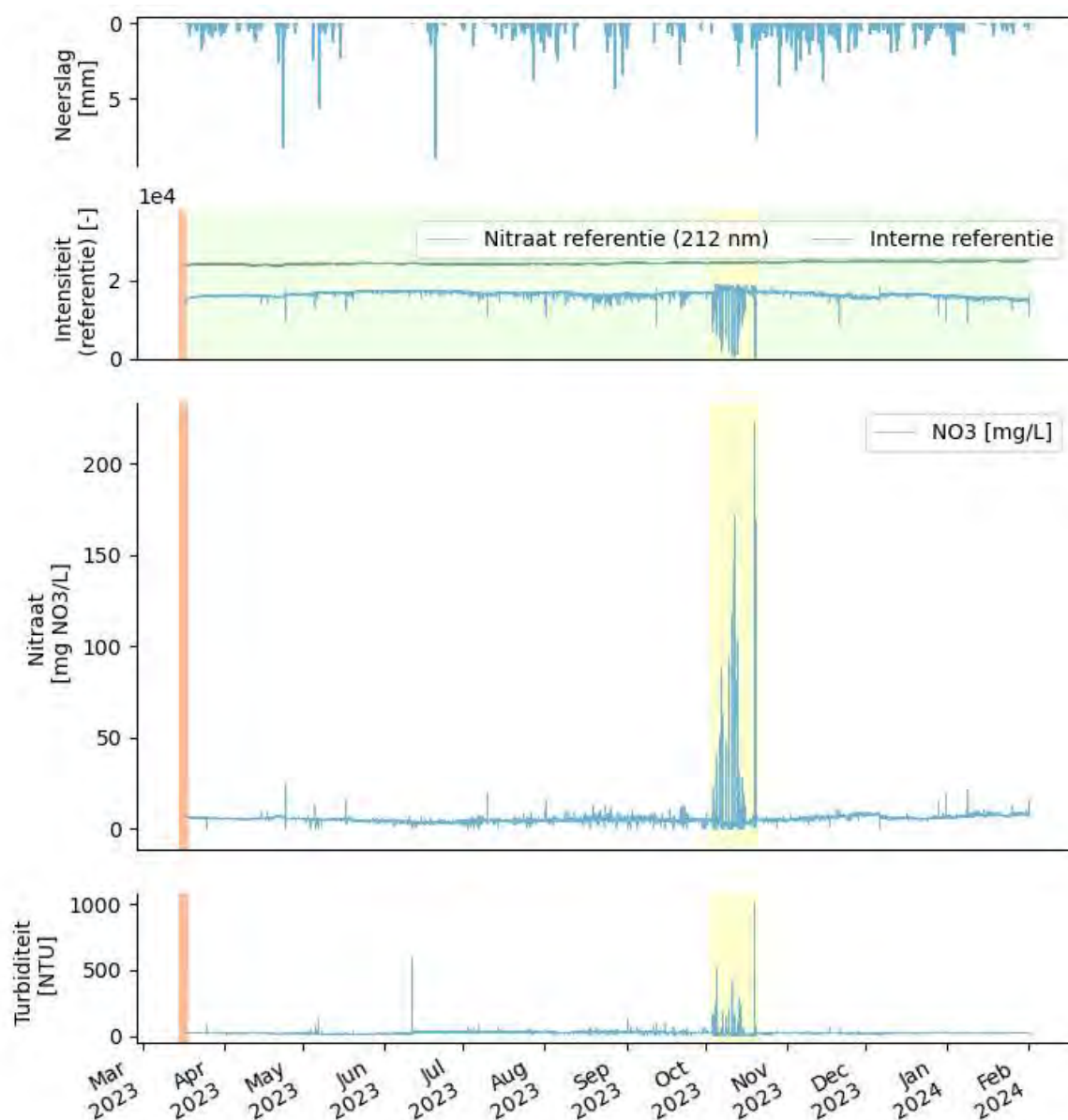


Figuur 24: Data van de Blankaart voor de volledige periode met **A (eerste plot)**. neerslag (mm), **B (tweede plot)**. lampintensiteit (RefD: interne lamp referentie; RefA: lamp intensiteit bij 212 nm) met achtergrondkleur (groen = goede data, oranje = minder betrouwbare data, rood = slechte of geen data), **C (derde plot)**. nitraat concentraties (mg NO₃ /L) gemeten met de NICO+ sonde en de mediaan (oranje, met aantal in legende) en 5%/95%-kwantielen (rood, bruin) voor nitraat gemeten in de schepstalen. Er zijn geen schepstalen genomen gedurende de meetperiode. **D. (vierde plot)** turbiditeit (NTU) gemeten met de NICO+ sonde. * statistieken voor de schepstalen zijn bepaald op alle beschikbare data van schepstalen op die locatie.

3.2.2. BOTERPOTSTRAAT, DIKSMUIDE

Deze locatie werkt technisch correct zonder problemen en ook de waterdiepte is voldoende. Verder geen opmerkingen of aandachtspunten. Er is een korte periode met meer variatie in de nitraat concentratie en turbiditeit. Een deel van de uitschieters die tijdens deze periode worden geregistreerd valt samen met neerslagevents, echter is dit geen consequente bevinding. Eventueel worden deze uitschieters veroorzaakt

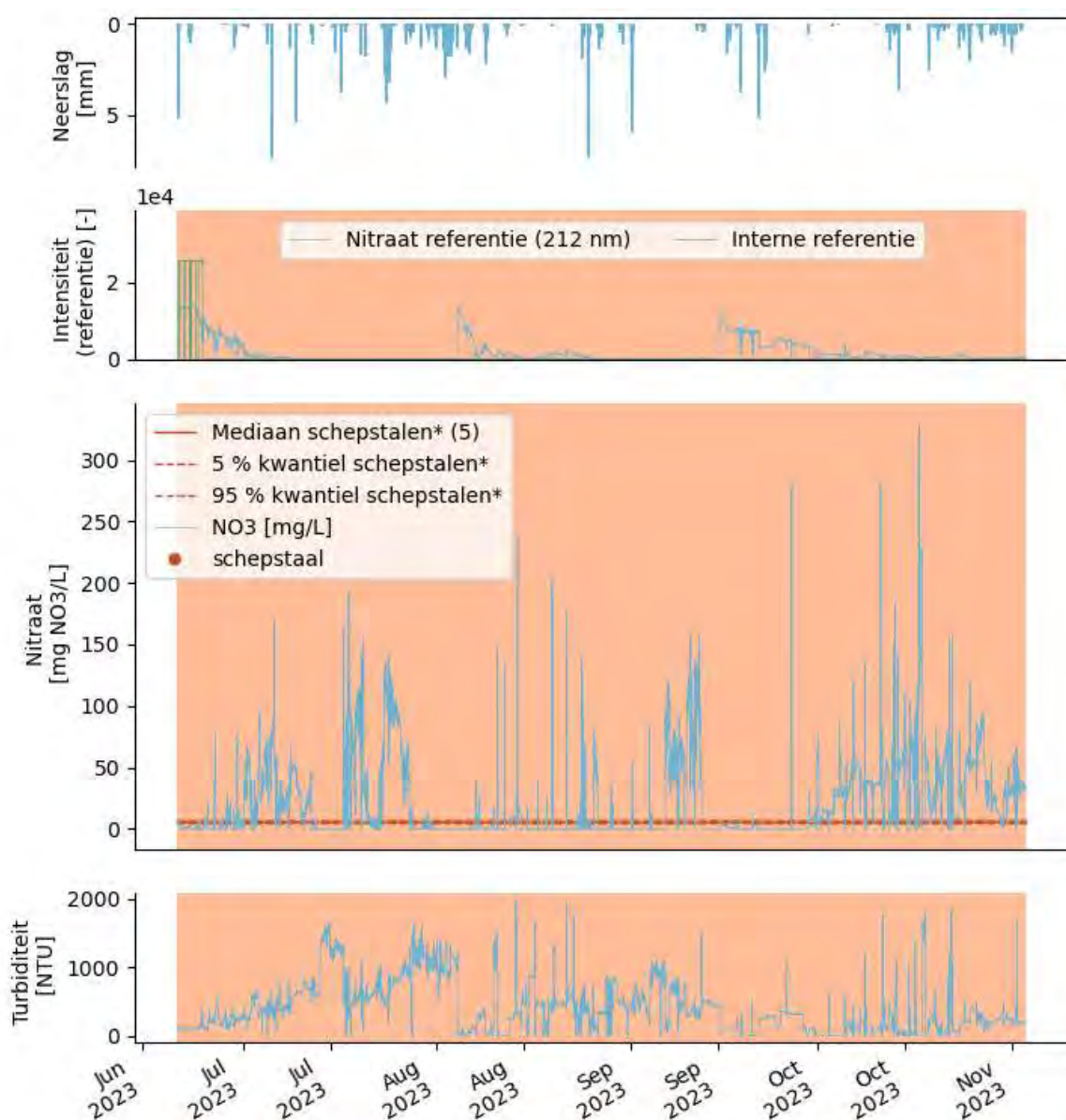
door plotse stroming, omwoeling van de bodem, etc. De beschikbare dataset laat uitsluitend hieromtrent echter niet toe. Buiten deze periode is er weinig variatie in de nitraatconcentraties.



Figuur 25: Data van de Boterpotstraat voor de volledige periode met **A (eerste plot)**. neerslag (mm), **B (tweede plot)**. lampintensiteit (RefD: interne lamp referentie; RefA: lamp intensiteit bij 212 nm) met achtergrondkleur (groen = goede data, oranje = minder betrouwbare data, rood = slechte of geen data), **C (derde plot)**. nitraat concentraties (mg NO₃/L) gemeten met de NICO+ sonde. Er zijn voor deze locatie geen schepstalen beschikbaar. **D. (vierde plot)** turbiditeit (NTU) gemeten met de NICO+ sonde.

3.2.3. RODE KRUISSTRAAT, HOEILAART

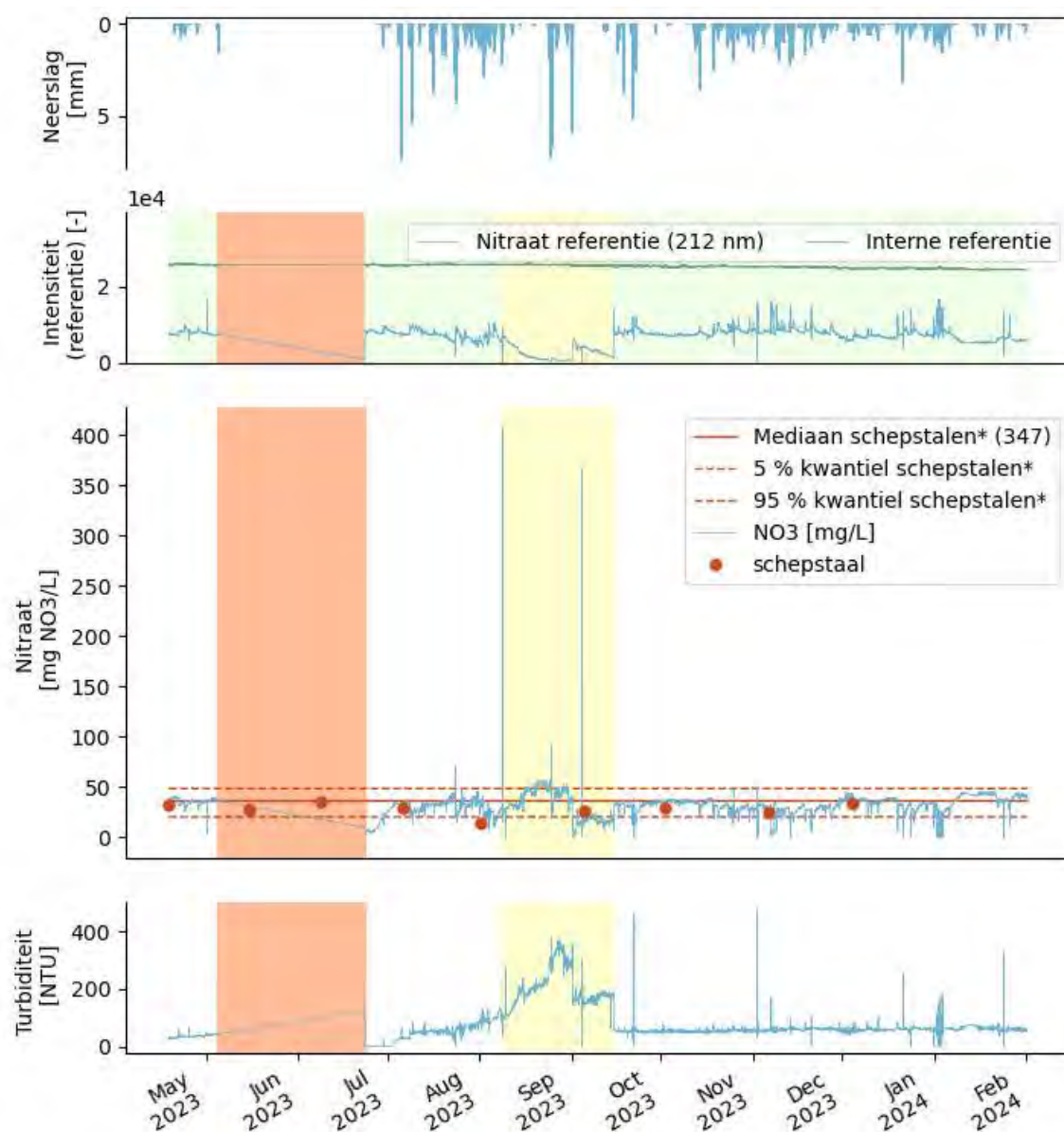
De interne lampreferentie is kort na installatie naar nul gezakt en ook de nitraat referentie was meestal zeer laag (2de plot Figuur 26). De data van deze locatie wordt niet betrouwbaar geacht. De sonde is terug gestuurd naar de fabrikant.



Figuur 26: Data van de IJse (rode kruisstraat) voor de volledige periode met **A (eerste plot)**, neerslag (mm), **B (tweede plot)**, lampintensiteit (RefD: interne lamp referentie; RefA: lamp intensiteit bij 212 nm) met achtergrondkleur (rood = slechte of geen data), **C (derde plot)**, nitraat concentraties (mg NO₃/L) gemeten met de NICO+ sonde en de mediaan (oranje, met aantal in legende) en 5%/95%-kwantielen (rood, bruin) voor nitraat gemeten in de schepstalen. Er zijn geen schepstalen genomen gedurende de meetperiode. **D. (vierde plot)** turbiditeit (NTU) gemeten met de NICO+ sonde. * statistieken voor de schepstalen zijn bepaald op alle beschikbare data van schepstalen op die locatie.

3.2.4. SMEYSBERG, HULDENBERG

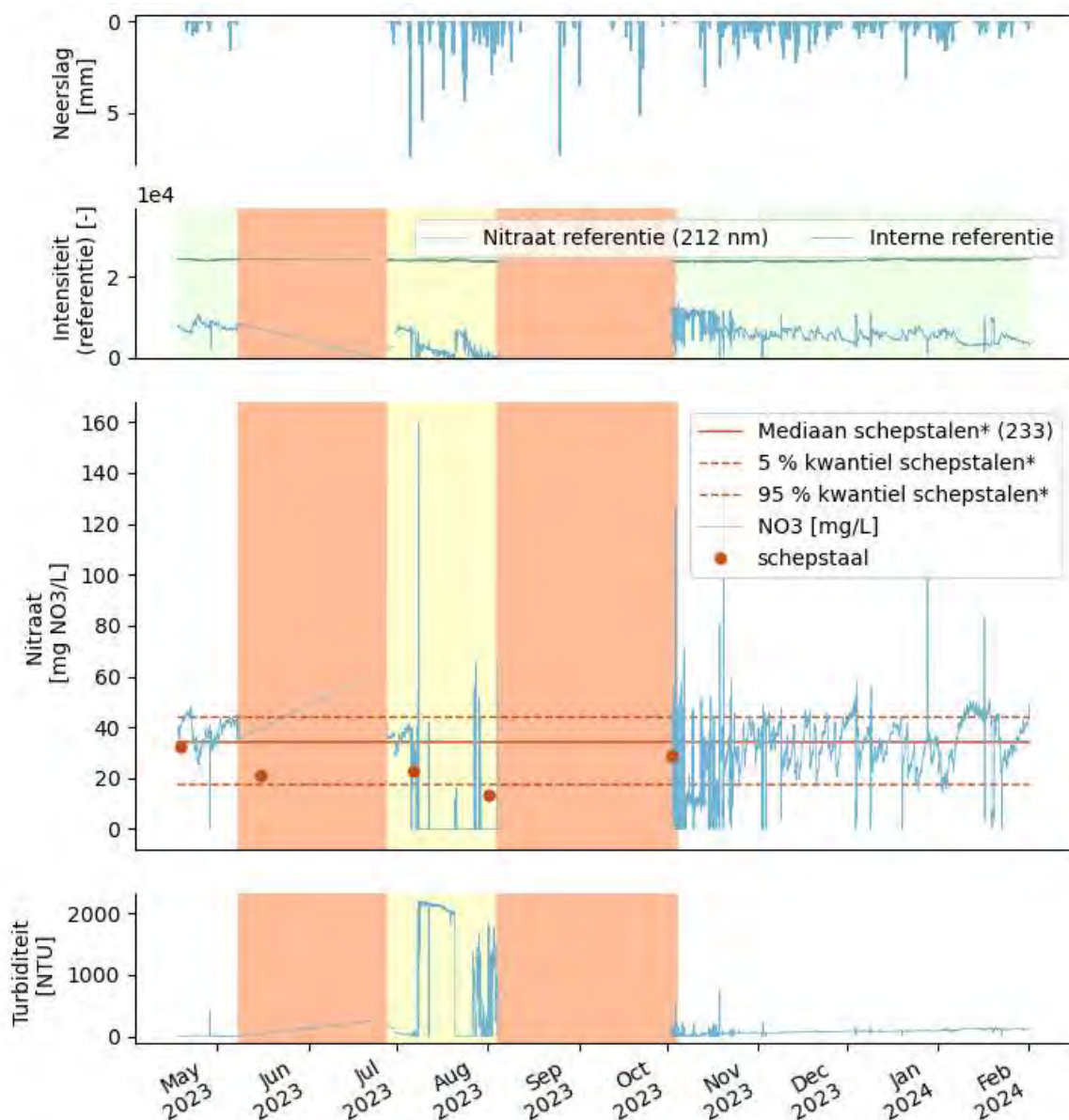
Deze locatie had weinig technische problemen en heeft goede data opgeleverd. In augustus was de turbiditeit hoger en was de licht intensiteit bij 212 nm laag. Mogelijk was de meetopening in deze periode vuil. Half september werden bij een onderhoud ook twee visjes in de beschermkoker gevonden wat de minder goede metingen ook kan verklaren. De data van schepstalen komt goed overeen met de continue meetreeks.



Figuur 27: Data van de IJse (smeysberg) voor de volledige periode met **A (eerste plot)**. neerslag (mm), **B (tweede plot)**. lampintensiteit (RefD: interne lamp referentie; RefA: lamp intensiteit bij 212 nm) met achtergrondkleur (groen = goede data, oranje = minder betrouwbare data, rood = slechte of geen data), **C (derde plot)**. nitraat concentraties (mg NO₃/L) gemeten met de NICO+ sonde (blauw), de mediaan (rood, met aantal in legende) en 5%/95%-kwantielen (rode stippellijn) voor nitraat gemeten over alle historische schepstalen. Individuele schepstalen gedurende de meetperiode (rode bollen). **D. (vierde plot)** turbiditeit (NTU) gemeten met de NICO+ sonde. * statistieken voor de schepstalen zijn bepaald op alle beschikbare data van schepstalen op die locatie.

3.2.5. EYGENSTRAAT, NEERIJSE

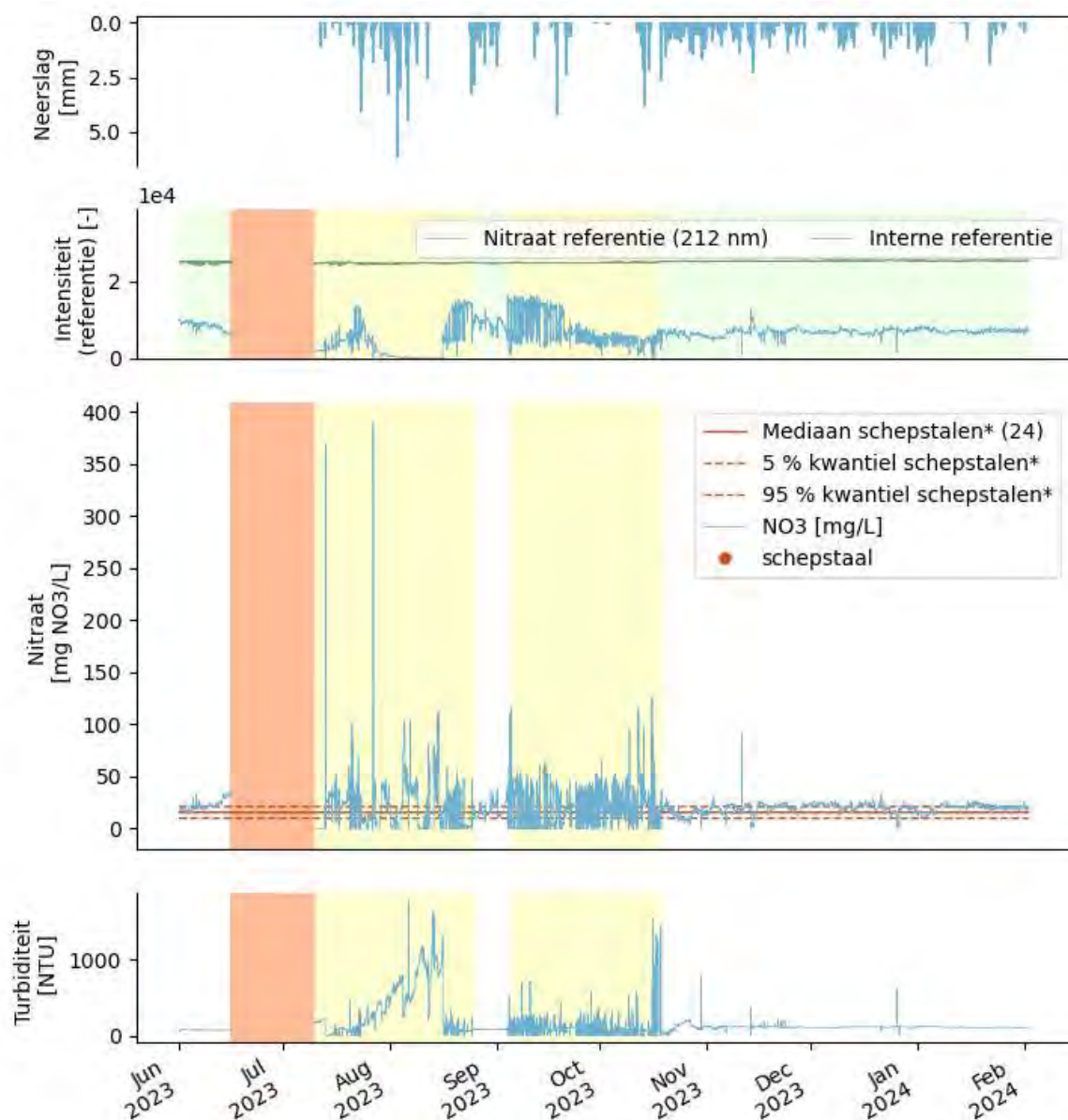
Deze locatie had initieel technische problemen met een defecte wisser en slechte data, en dit waarschijnlijk sinds begin juli toen nitraat data naar 0 mg/L zakte en de turbiditeit plots hoog was. Deze sonde is meegenomen voor nazicht van de wisser. Na herstelling van de wisser heeft de sonde wel correct gemeten, in die periode zijn er echter geen schepstalen meer genomen. De continue data valt wel mooi binnen de 5%/95% kwantielen van de schepstalen.



Figuur 28: Data van de IJse (eygenstraat) voor de volledige periode met **A (eerste plot)**, neerslag (mm), **B (tweede plot)**, lampintensiteit (RefD: interne lamp referentie; RefA: lamp intensiteit bij 212 nm) met achtergrondkleur (groen = goede data, oranje = minder betrouwbare data, rood = slechte of geen data), **C (derde plot)**, nitraat concentraties (mg NO₃/L) gemeten met de NICO+ sonde (blauw), de mediaan (rood, met aantal in legende) en 5%/95%-kwantielen (rode stippellijn) voor nitraat gemeten over alle historische schepstalen. Individuele schepstalen gedurende de meetperiode (rode bollen). **D. (vierde plot)** turbiditeit (NTU) gemeten met de NICO+ sonde. * statistieken voor de schepstalen zijn bepaald op alle beschikbare data van schepstalen op die locatie.

3.2.6. DIJKSTRAAT, AARTSELAAR

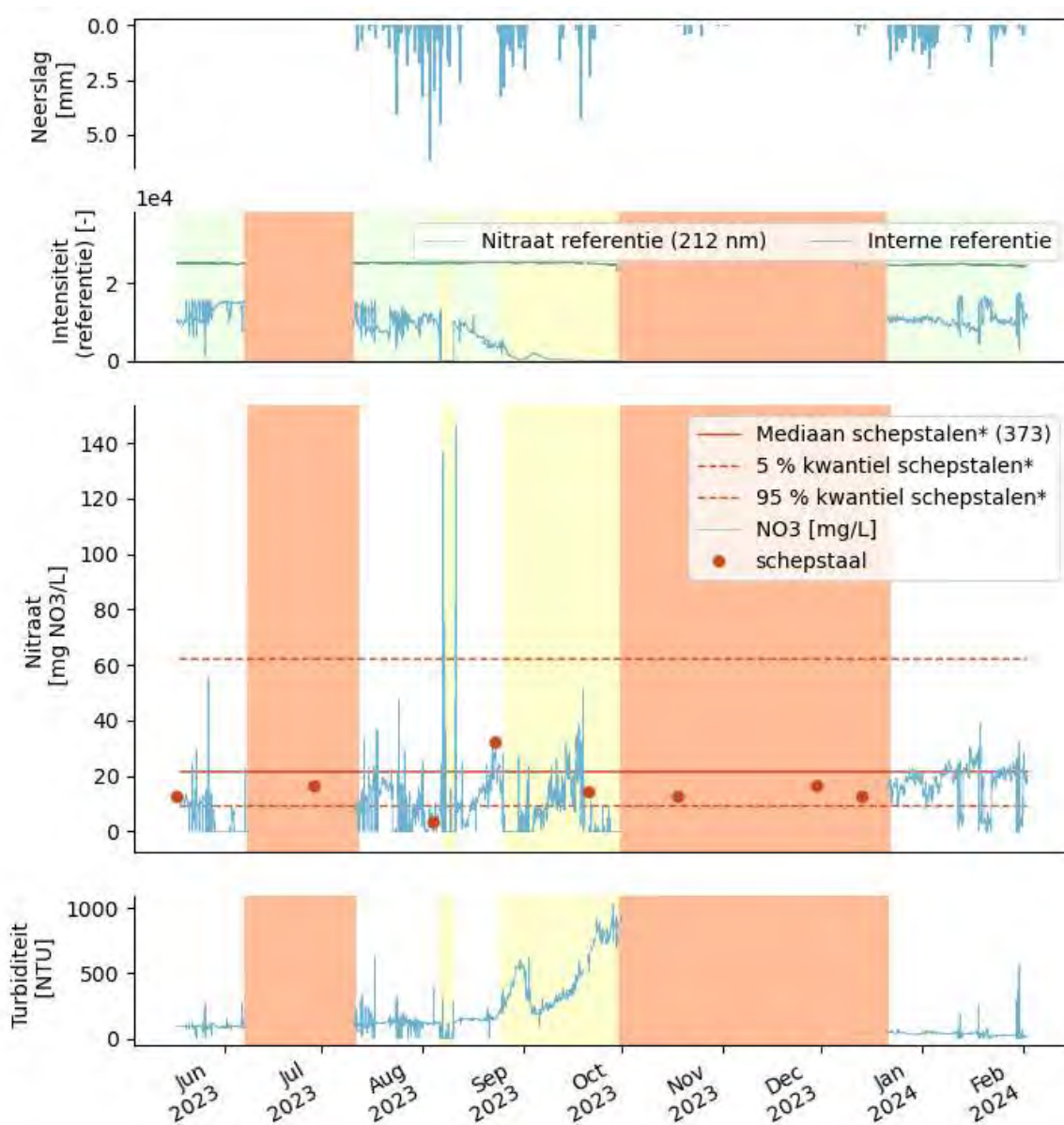
In de zomer en najaar is er op deze locatie veel variatie in de nitraat concentratie. Dit kan wijzen op een wisser probleem maar werd wel vastgesteld voor de drie locaties op de Grote Struisbeek. Vanaf half oktober zijn de metingen stabiel. Er zijn geen schepstalen van tijdens de meetperiode en de continue data ligt wat hoger dan de mediaan van historische schepstalen. De huidige nitraatconcentratie ligt dus hoger dan in het verleden.



Figuur 29: Data van de Grote Struisbeek (dijkstraat) voor de volledige periode met **A (bovenste plot)**, neerslag (mm), **B (tweede plot)**, lampintensiteit (RefD: interne lamp referentie; RefA: lamp intensiteit bij 212 nm) met achtergrondkleur (groen = goede data, oranje = minder betrouwbare data, rood = slechte of geen data), **C (derde plot)**, nitraat concentraties (mg NO₃ /L) gemeten tijdens de meetperiode met de NICO+ sonde en de mediaan (oranje, met aantal in legende) en 5%/95%-kwantielen (rood, bruin) voor nitraat gemeten in de schepstalen. Er zijn geen schepstalen genomen gedurende de meetperiode. **D. (vierde plot)** turbiditeit (NTU) gemeten tijdens de meetperiode met de NICO+ sonde. * = Het is belangrijk om te vermelden dat de statistieken voor de schepstalen zijn bepaald op alle beschikbare data van schepstalen op die locatie.

3.2.7. MASTBOOMSTRAAT, AARTSELAAR

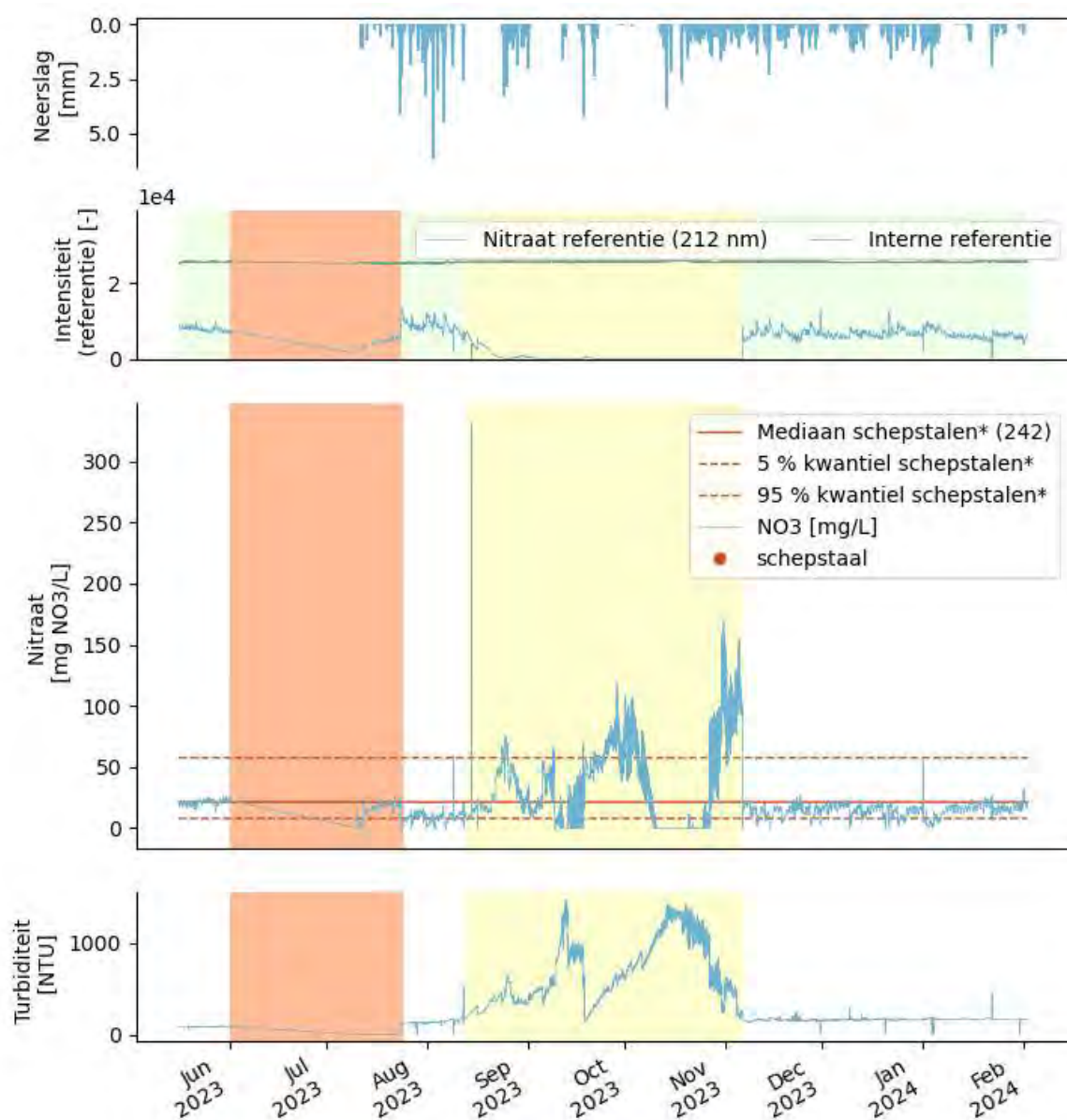
Door de geringe waterdiepte, plantengroei en schade door knaagdieren aan de kabel is de hoeveelheid betrouwbare data beperkt. De continue meetdata licht in lijn met zowel de historische schepstalen als de overlappende schepstalen gedurende de meetperiode.



Figuur 30: Data van de Grote Struisbeek (Mastboomstraat) voor de volledige periode met **A (eerste plot)**. neerslag (mm), **B (tweede plot)**. lampintensiteit (RefD: interne lamp referentie; RefA: lamp intensiteit bij 212 nm) met achtergrondkleur (groen = goede data, oranje = minder betrouwbare data, rood = slechte of geen data), **C (derde plot)**. nitraat concentraties (mg NO₃/L) gemeten met de NICO+ sonde (blauw), de mediaan (rood, met aantal in legende) en 5%/95%-kwantielen (rode stippellijn) voor nitraat gemeten over alle historische schepstalen. Individuele schepstalen gedurende de meetperiode (rode bollen). **D. (vierde plot)** turbiditeit (NTU) gemeten met de NICO+ sonde. * statistieken voor de schepstalen zijn bepaald op alle beschikbare data van schepstalen op die locatie.

3.2.8. CLEYDAELLAAN, AARTSELAAR

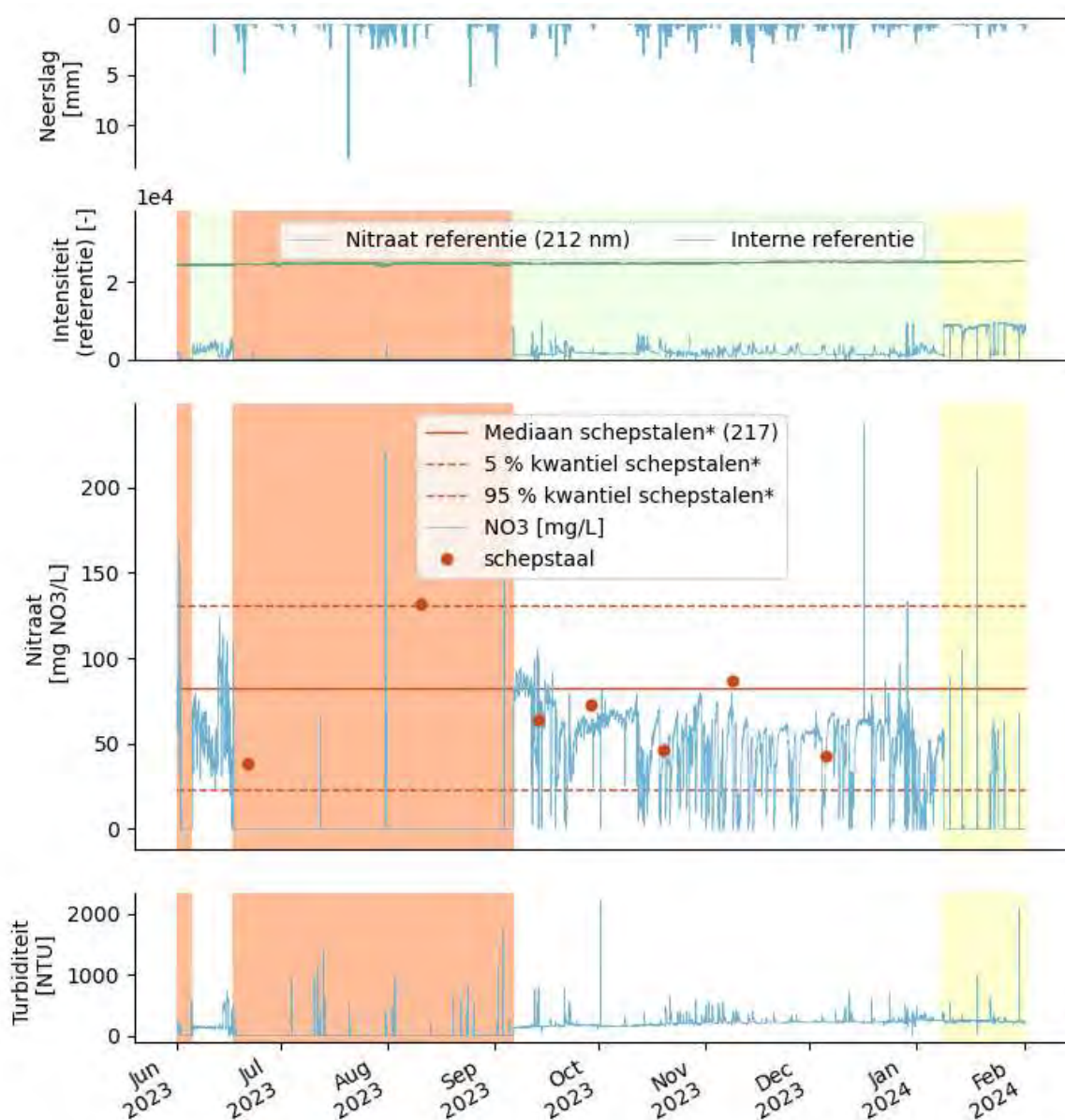
Net zoals voor de andere twee locaties op de Grote Struisbeek waren nitraat en turbiditeit hoog en onstabiel in de zomer en najaar. Het is onduidelijk of dit door een technisch probleem komt of effectief een correcte waarneming van de toestand is. De betrouwbare data ligt in de variatie van historische schepstalen maar iets lager dan de mediaan.



Figuur 31: Data van de Grote Struisbeek (Cleydaellaan) voor de volledige periode met **A (eerste plot)**, neerslag (mm), **B (tweede plot)**, lampintensiteit (RefD: interne lamp referentie; RefA: lamp intensiteit bij 212 nm) met achtergrondkleur (groen = goede data, oranje = minder betrouwbare data, rood = slechte of geen data), **C (derde plot)**, nitraat concentraties (mg NO₃/L) gemeten met de NICO+ sonde (blauw), de mediaan (rood, met aantal in legende) en 5%/95%-kwantielen (rode stippellijn) voor nitraat gemeten over alle historische schepstalen. Er zijn geen schepstalen genomen gedurende de meetperiode. **D. D. (vierde plot)** turbiditeit (NTU) gemeten met de NICO+ sonde. * statistieken voor de schepstalen zijn bepaald op alle beschikbare data van schepstalen op die locatie.

3.2.9. NIEUWENHOVENSTRAAT, HULSTE

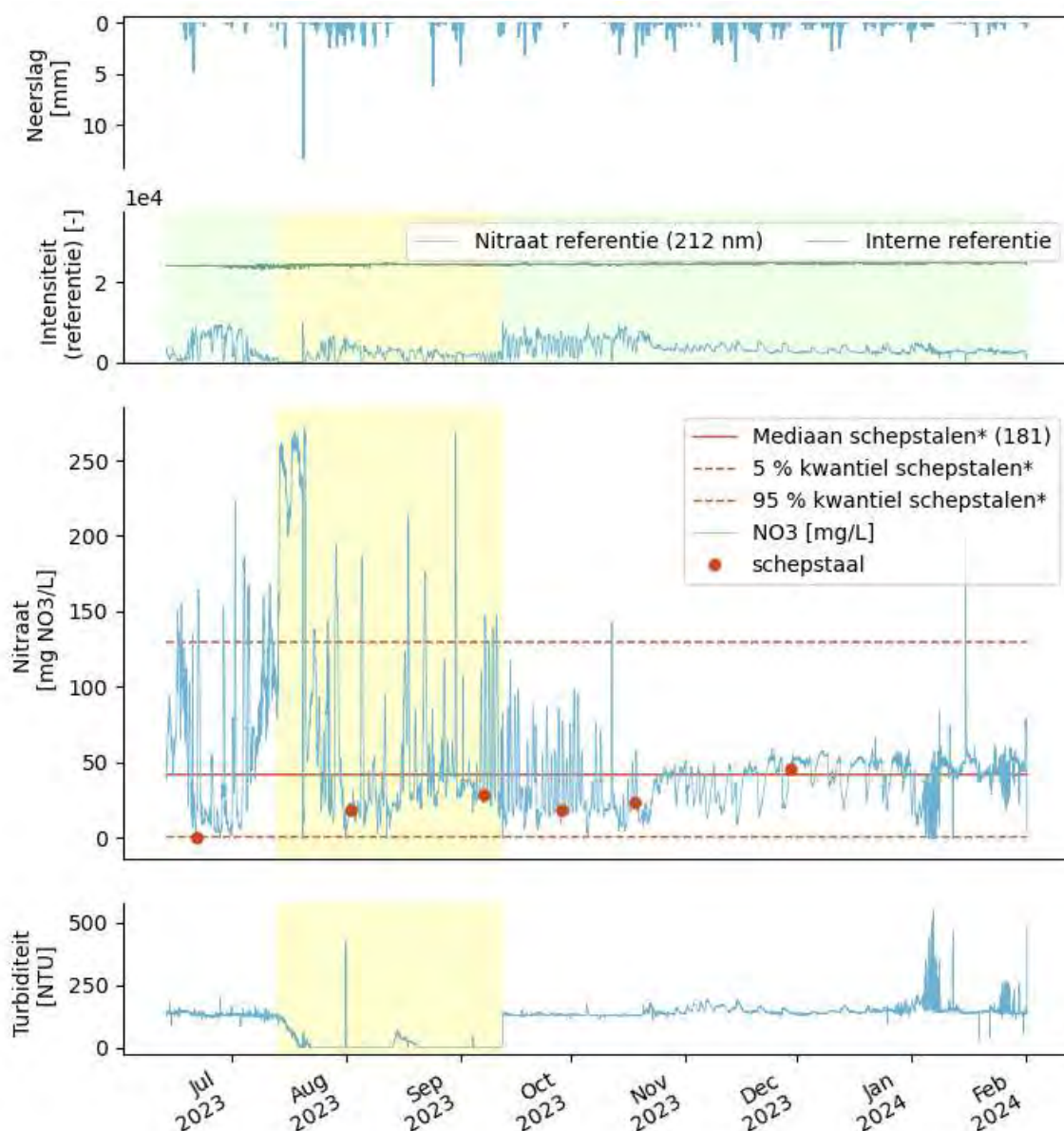
Deze locatie heeft een zeer beperkte waterdiepte met een dikke sedimentlaag waar de sonde in wegzakt. De zware modder blokkeerde al het licht waardoor er geen correcte metingen zijn in juli en augustus. Vanaf september is de sonde beter gepositioneerd en is de data betrouwbaar. De continue meetdata en de data van schepstalen (individuele en historische data) komen goed overeen.



Figuur 32: Data van de Nieuwenhovestraat voor de volledige periode met **A (eerste plot)**. neerslag (mm), **B (tweede plot)**. lampintensiteit (RefD: interne lamp referentie; RefA: lamp intensiteit bij 212 nm) met achtergrondkleur (groen = goede data, oranje = minder betrouwbare date, rood = slechte of geen data), **C (derde plot)**. nitraat concentraties (mg NO₃/L) gemeten met de NICO+ sonde (blauw), de mediaan (rood, met aantal in legende) en 5%/95%-kwantielen (rode stippellijn) voor nitraat gemeten over alle historische schepstalen. Individuele schepstalen gedurende de meetperiode (rode bollen). **D. (vierde plot)** turbiditeit (NTU) gemeten met de NICO+ sonde. * statistieken voor de schepstalen zijn bepaald op alle beschikbare data van schepstalen op die locatie.

3.2.10. DIKSMUIDESTEENWEG, ROESELARE

Deze opstelling werkt technisch correct zonder problemen. Deze locatie heeft een beperkte waterdiepte met redelijk veel sediment en de sonde heeft een tijdje iets te diep gehangen. De continue metingen komen zeer goed overeen met de data van schepstalen. De continue metingen tonen ook enkele pieken en dagelijkse cycli die niet met schepstalen gevat worden. In het najaar is het effect van herhaaldelijke regenval op nitraat concentraties zichtbaar waarbij deze verdund worden.



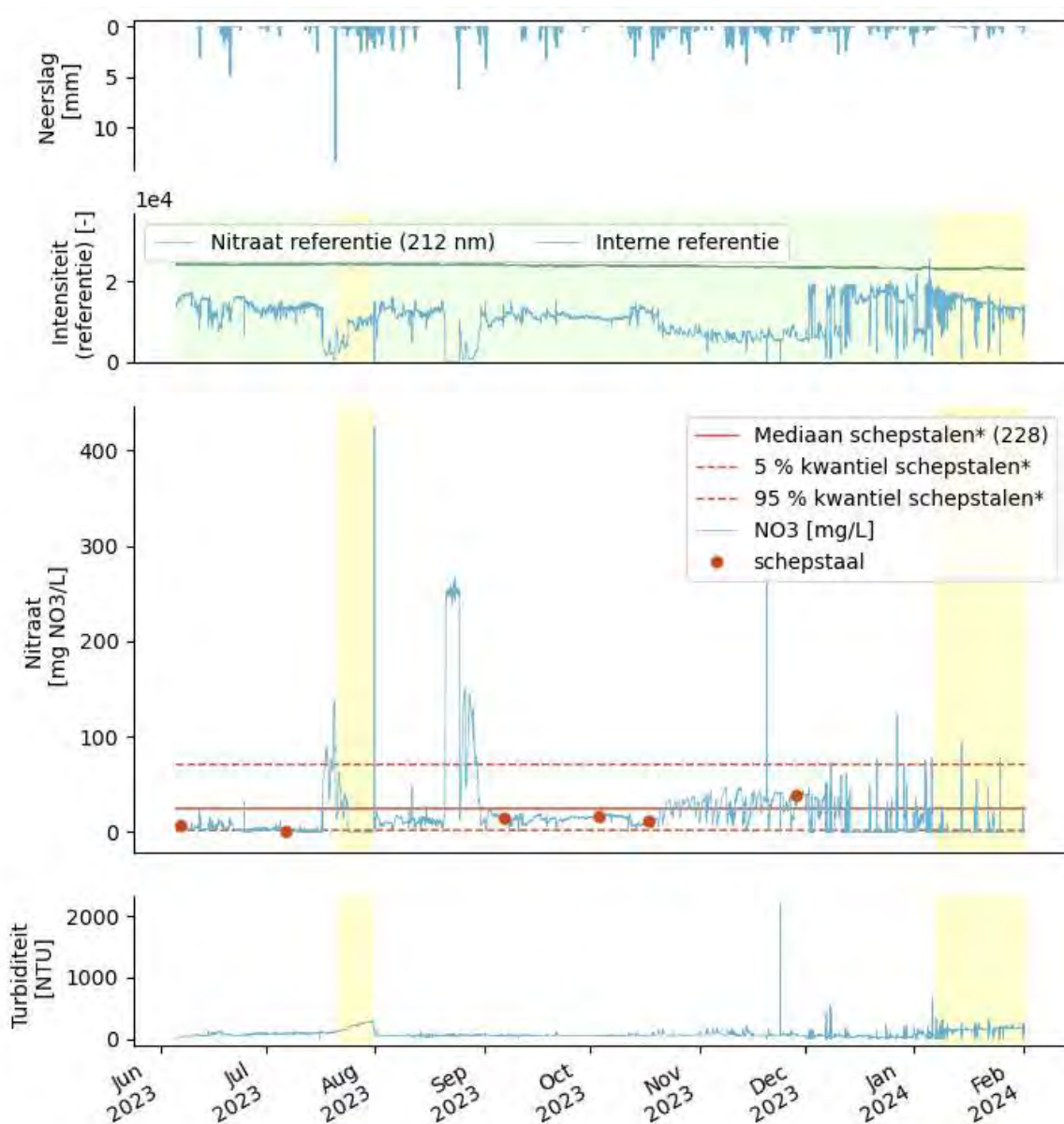
Figuur 33: Data van de Diksmuidesteenweg voor de volledige periode met **A (eerste plot)**, neerslag (mm), **B (tweede plot)**, lampintensiteit (RefD: interne lamp referentie; RefA: lamp intensiteit bij 212 nm) met achtergrondkleur (groen = goede data, oranje = minder betrouwbare data), **C (derde plot)**, nitraat concentraties (mg NO₃ /L) gemeten met de NICO+ sonde (blauw), de mediaan (rood, met aantal in legende) en 5%/95%-kwantielen (rode stippellijn) voor nitraat gemeten over alle historische schepstalen. Individuele schepstalen gedurende de meetperiode (rode bollen). **D. (vierde plot)** turbiditeit (NTU) gemeten met de NICO+ sonde. * statistieken voor de schepstalen zijn bepaald op alle beschikbare data van schepstalen op die locatie.

3.2.11. CORTONSTRAAT, STADEN

Door een technisch defect geeft deze sonde geen meetwaarden door aan de logger en dit sinds installatie. Na herstelling is deze in de Mastboomstraat teruggeplaatst om daar een zo volledig mogelijke meetreeks te hebben.

3.2.12. WATERSTRAAT, IZEGEM

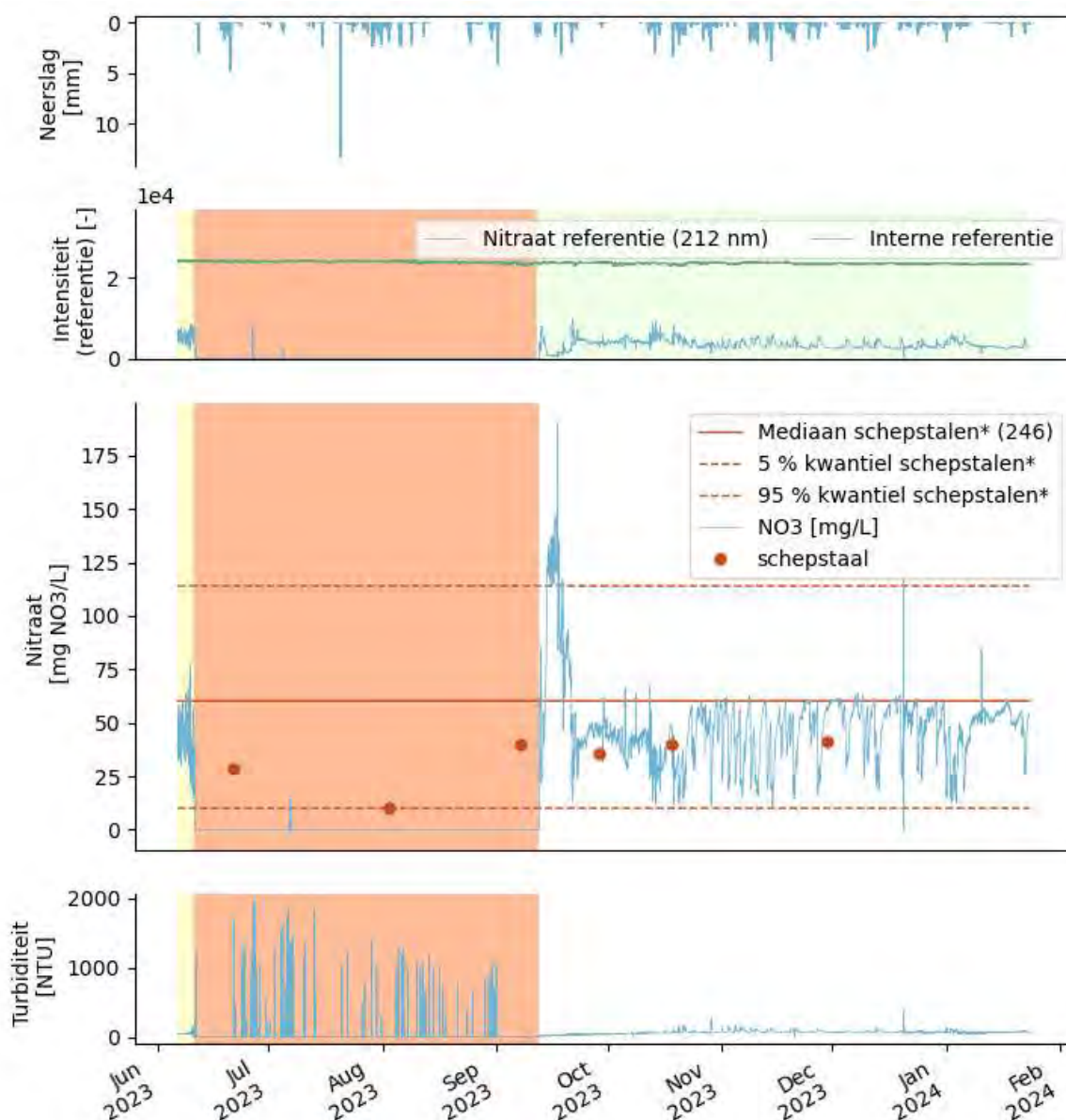
Deze opstelling werkt technisch correct zonder problemen. Deze locatie heeft een zeer beperkte waterdiepte met een sedimentlaag maar de metingen lijken hier niet sterk door beïnvloed. De continue metingen komen zeer goed overeen met de data van schepstalen. De continue metingen toont ook perioden van zeer hoge nitraat concentraties die helaas niet bemonsterd zijn met schepstalen. Bij een nitraatconcentraties van 250 mg/L wordt al het licht op golflengte 212 nm geabsorbeerd bij een pad lengte van 1 mm. De nitraat concentratie in augustus was dus mogelijk nog hoger dat vastgesteld door de NICO+ sonde.



Figuur 34: Data van de Waterstraat voor de volledige periode met **A (eerste plot)**. neerslag (mm), **B (tweede plot)**. lampintensiteit (RefD: interne lamp referentie; RefA: lamp intensiteit bij 212 nm) met achtergrondkleur (groen = goede data, oranje = minder betrouwbare data), **C (derde plot)**. nitraat concentraties (mg NO₃ /L) gemeten met de NICO+ sonde (blauw), de mediaan (rood, met aantal in legende) en 5%/95%-kwantielen (rode stippellijn) voor nitraat gemeten over alle historische schepstalen. Individuele schepstalen gedurende de meetperiode (rode bollen). **D. (vierde plot)** turbiditeit (NTU) gemeten met de NICO+ sonde. * statistieken voor de schepstalen zijn bepaald op alle beschikbare data van schepstalen op die locatie.

3.2.13. ZILVERBERGSTRAAT, ROESELARE

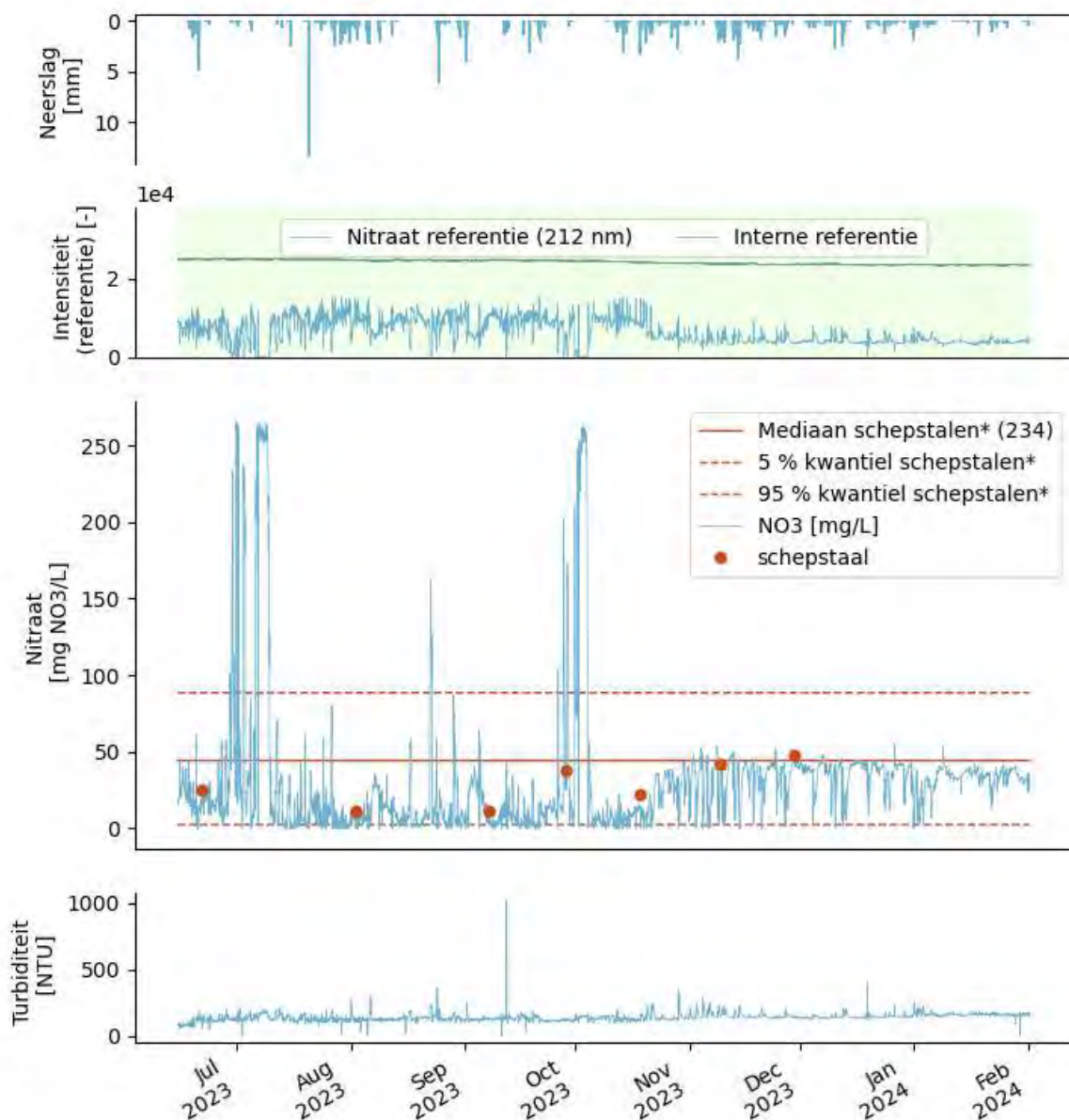
Bij installatie was de ketting waar de sonde aan hangt te lang waardoor de sonde in het sediment was weggezakt en modder al het licht blokkeert. De ketting van de sonde is vervolgens sterk ingekort waardoor de sonde niet meer kan wegzakken. Daarna zijn de metingen betrouwbaar en is er een goede overeenkomst met de data van schepstalen. De continue data ligt iets lager dan de mediaan van de schepstalen maar de veelvuldige neerslag in het najaar van 2023 speelt hier ook een rol.



Figuur 35: Data van de Zilverbergstraat voor de volledige periode met **A (eerste plot)**. neerslag (mm), **B (tweede plot)**. lampintensiteit (RefD: interne lamp referentie; RefA: lamp intensiteit bij 212 nm) met achtergrondkleur (groen = goede data, oranje = minder betrouwbare data, rood = slechte of geen data), **C (derde plot)**. nitraat concentraties (mg NO₃ /L) gemeten met de NICO+ sonde (blauw), de mediaan (rood, met aantal in legende) en 5%/95%-kwantielen (rode stippellijn) voor nitraat gemeten over alle historische schepstalen. Individuele schepstalen gedurende de meetperiode (rode bollen). **D. (vierde plot)** turbiditeit (NTU) gemeten met de NICO+ sonde. * statistieken voor de schepstalen zijn bepaald op alle beschikbare data van schepstalen op die locatie.

3.2.14. LOLLIESTRAAT, MOORSLEDE

Deze opstelling werkt technisch correct zonder problemen en heeft gedurende de volledige periode betrouwbare data opgeleverd. Er is hier ook een zeer goede overeenkomst tussen de continue data en de schepstalen. Enkele zeer hoge nitraatpieken zijn helaas niet gevat met schepstalen. Ook hier is bij 250 mg nitraat per liter al het licht geabsorbeerd en waren de nitraatpieken in juli en september mogelijk nog hoger.



Figuur 36: Data van de Lolliestraat voor de volledige periode met **A (eerste plot)**, neerslag (mm), **B (tweede plot)**, lampintensiteit (RefD: interne lamp referentie; RefA: lamp intensiteit bij 212 nm) met achtergrondkleur (groen = goede data), **C (derde plot)**, nitraat concentraties (mg NO₃/L) gemeten met de NICO+ sonde (blauw), de mediaan (rood, met aantal in legende) en 5%/95%-kwantielen (rode stippellijn) voor nitraat gemeten over alle historische schepstalen. Individuele schepstalen gedurende de meetperiode (rode bollen). **D. (vierde plot)** turbiditeit (NTU) gemeten met de NICO+ sonde. * statistieken voor de schepstalen zijn bepaald op alle beschikbare data van schepstalen op die locatie.

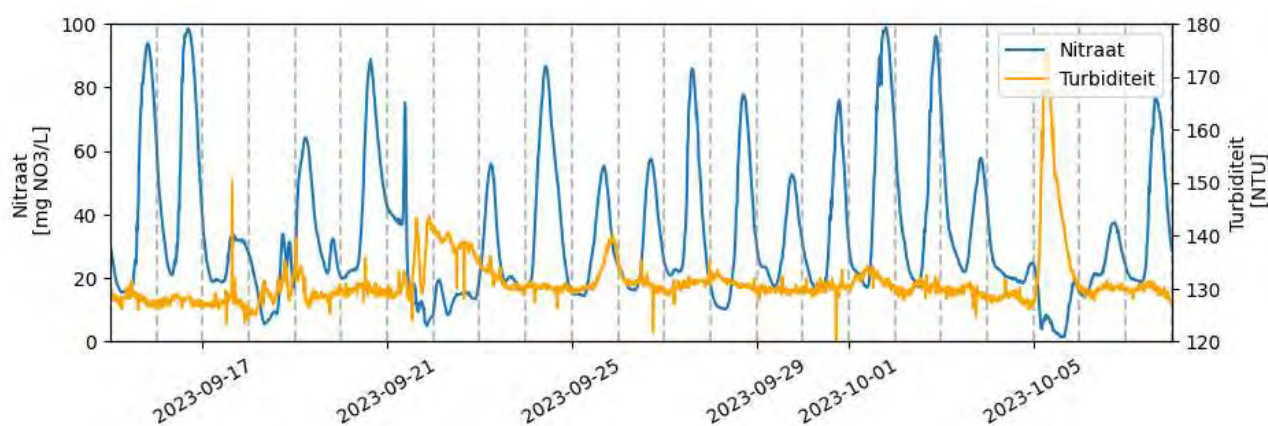
3.3. SPECIFIEKE OBSERVATIES

In deze sectie worden observaties besproken die opvielen in de data. Het betreffen in sommige gevallen fenomenen/verbanden die zich niet limiteren tot 1 locatie maar niet voor elke locatie worden uitgelicht.

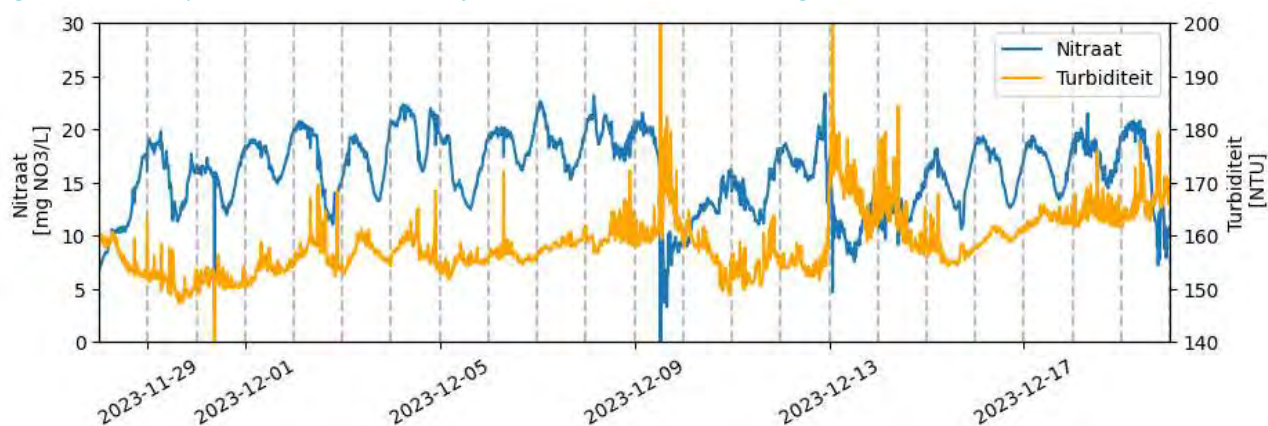
3.3.1. DAGELIJKSE CYCLUS

Op een aantal locaties werd een duidelijk diurnaal patroon waargenomen in de continue nitraatsdata. In Figuur 37 en Figuur 38 wordt dit geïllustreerd voor de meetlocatie aan de Diksmuidesteenweg te Roeselare en de Cleydaellaan te Aartselaar. In Diksmuidesteenweg Roeselare kunnen dit tijdens een bepaalde periode aanzienlijke schommelingen betreffen (>60 mg NO₃/L). Bovendien is de timing van de schommelingen variabel doorheen de tijd. In de turbiditeitsdata wordt een dergelijk diurnaal patroon niet waargenomen. In Cleydaellaan Aartselaar zijn de schommelingen dan weer eerder beperkt (<20 mg NO₃/L) en is de timing veel constanter. Bovendien komt het diurnaal patroon hier ook licht tot uiting in de turbiditeitsdata.

De onderliggende processen die de driver zijn van dergelijke diurnale schommelingen lijken met de beschikbare data binnen dit project moeilijk te pinpointen. Verder onderzoek is hieromtrent nodig.



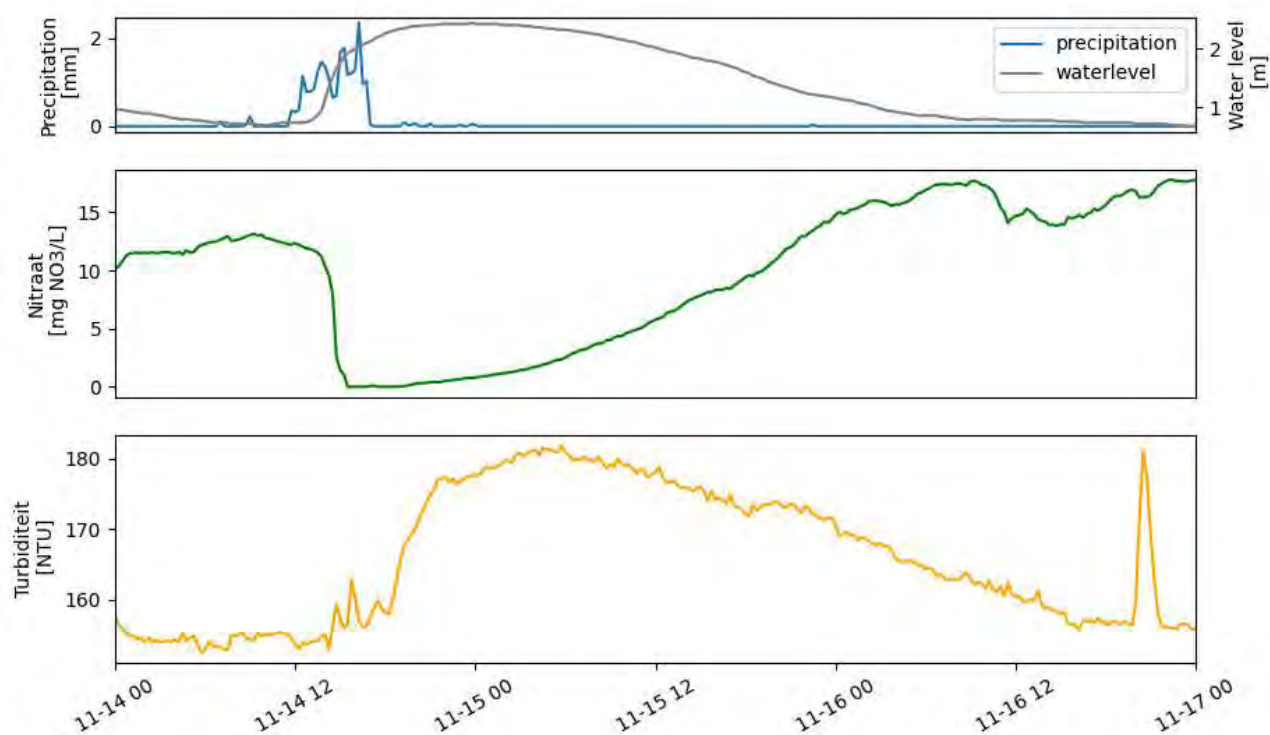
Figuur 37: diurnaal patroon in continue nitraattijdreeks, locatie Diksmuidesteenweg te Roeselare



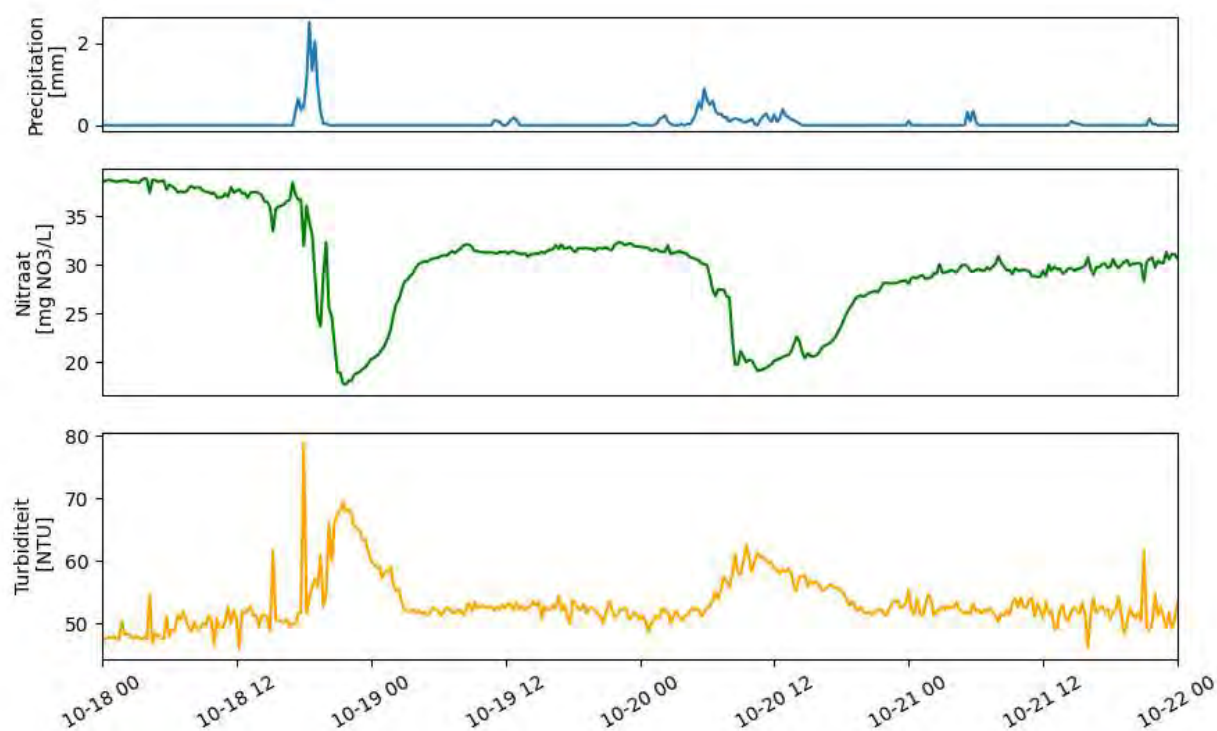
Figuur 38: diurnaal patroon in continue nitraattijdreeks, locatie Cleydaellaan te Aartselaar

3.3.2. INVLOED NEERSLAG OP NITRAAT EN TURBIDITEITSMETINGEN

Neerslag heeft bij een aantal locaties een zeer bepalende invloed op de gemeten nitraat concentraties en turbiditeit. Als voorbeelden wordt hier gefocust op de Cleydaellaan te Aartselaar en de Smeysberg te Huldenberg (zie respectievelijk Figuur 39 en Figuur 40). In beide locaties heeft het neerslagevent een duidelijk verdunningseffect op nitraat. Daarentegen wordt een steiging van de turbiditeit waargenomen. Dit wordt veroorzaakt door troebele oppervlakkige afvoer. Voor de Cleydaellaan Aartselaar kan een duidelijke vertraging in het turbiditeit signaal worden waargenomen in tegenstelling tot wat geobserveerd wordt in Smeysberg Huldenberg. Hier vinden het nitraat-dal en de turbiditeit-piek quasi gelijktijdig plaats.



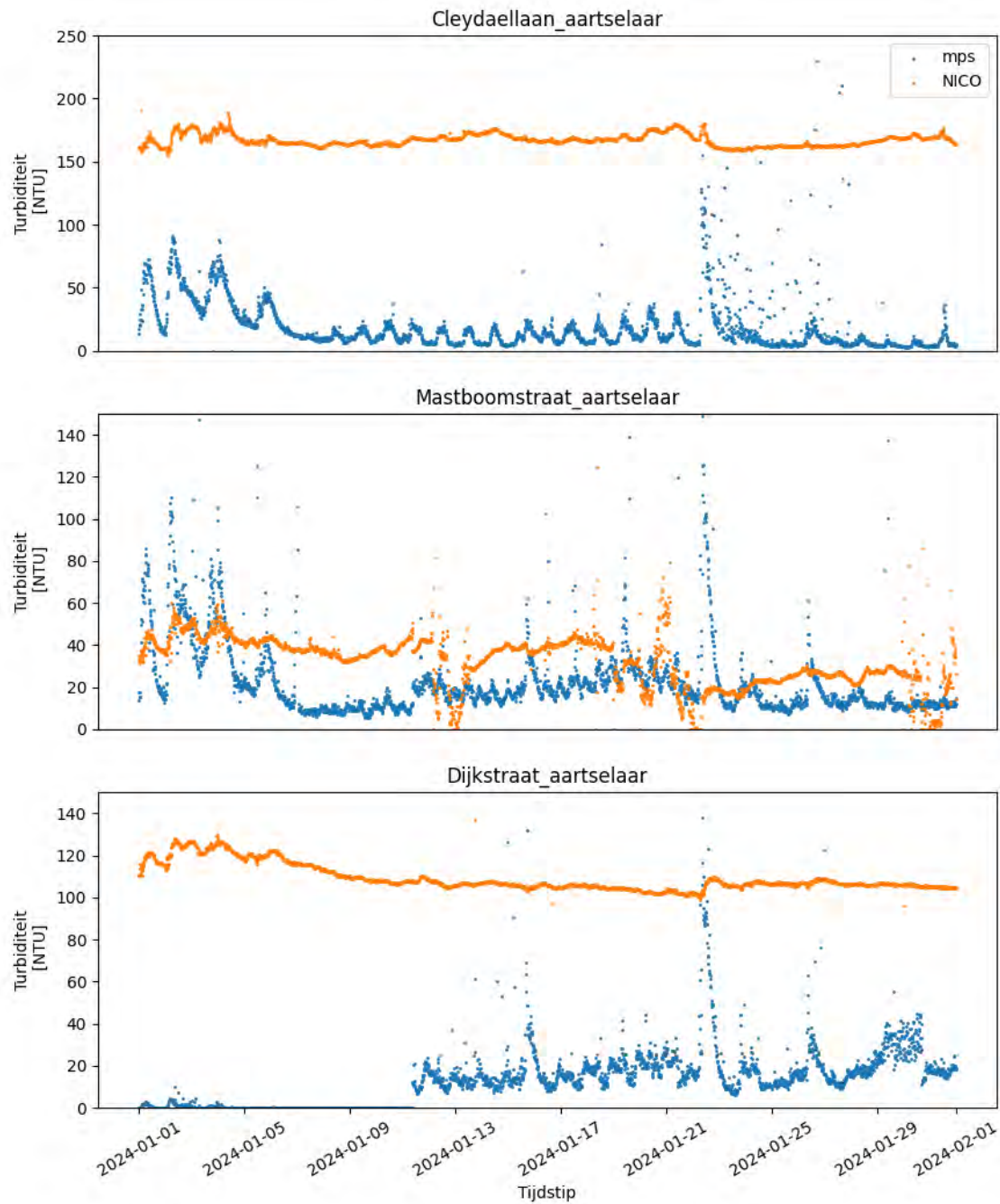
Figuur 39: invloed van neerslag op de continue nitraats- en turbiditeitsmetingen, locatie Cleydaellaan te Aartselaar



Figuur 40: invloed van neerslag op de continue nitraats- en turbiditeitsmetingen, locatie Smeysberg te Huldenberg

3.3.3. VERGELIJKING TURBIDITEITSMETINGEN MPS/NICO- TRIOS

Aan de Cleydaellaan, Mastboomstraat en Dijkstraat te Aartselaar werd gelijktijdig de turbiditeit gemeten met de multiparametersondes en NICO+ sensoren van TriOS. In Figuur 41 wordt een subselectie beide meetreeksen per meetlocatie uitgezet. Zowel een duidelijke bias als verschil in variabiliteit in NTU-waarden wordt bij alle 3 de meetlocaties waargenomen. Belangrijk is dat de turbiditeits metingen van de NICO+ gebeuren op basis van licht absorptie en niet, zoals standaard gebruikelijk is, op basis van lichtverstrooiing gemeten in een hoek van 90°.



Figuur 41: vergelijking van continue turbiditeitsmetingen uitgevoerd met de multiparametersondes (blauw) en met de NICO+-sensoren van TriOS (oranje), locatie stroomgebied Grote Struisbeek.

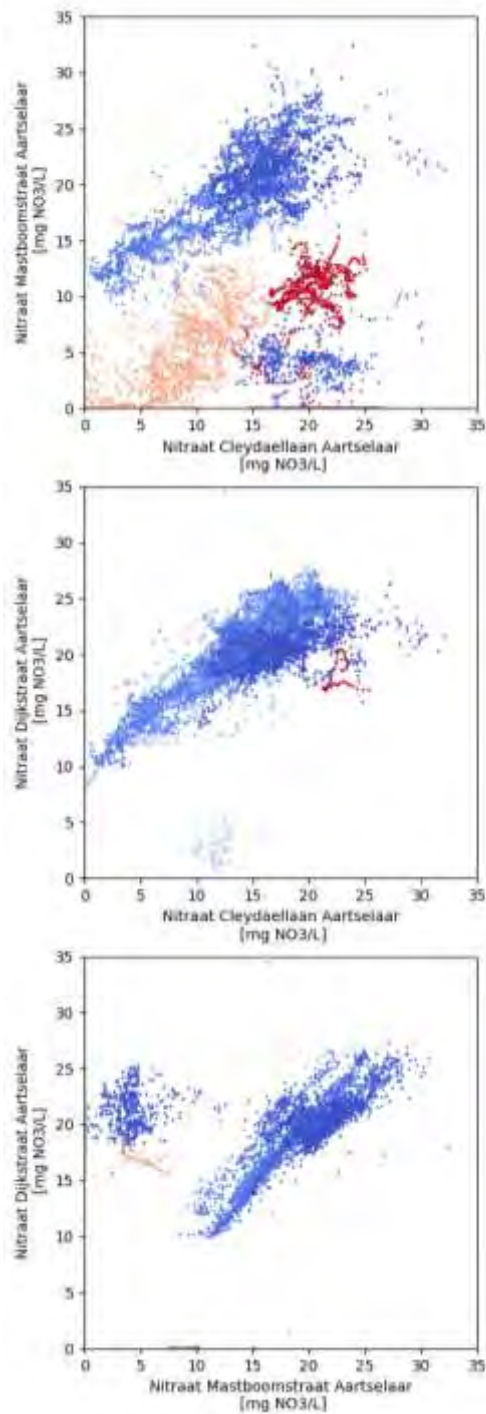
3.3.4. NITRAATMETINGEN IN HETZELFDE WATERLOOPTRACÉ

Zowel in de Grote Struisbeek als in de Ijse werden op meerdere locaties nitraat metingen op de hoofdloop uitgevoerd. Dit laat toe de tijdreeksen rechtstreeks met elkaar te vergelijken.

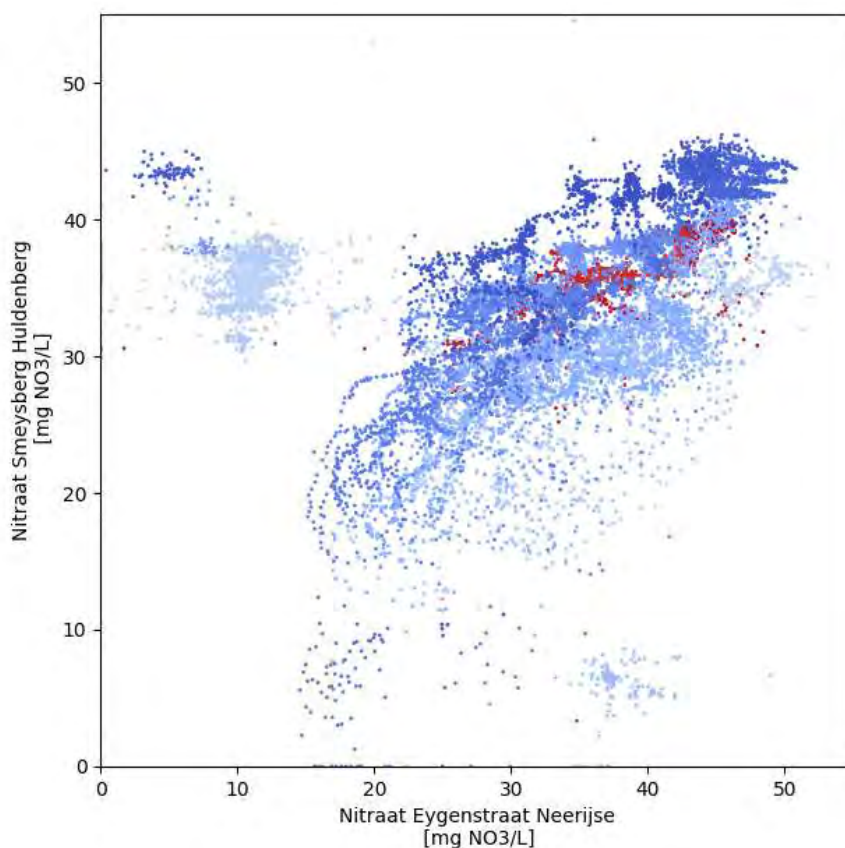
In Figuur 42 worden de metingen in de verschillende locaties aan de Grote Struisbeek onderling vergeleken in een scatterplot. In de Cleydaellaan en Mastboomstraat is kwalitatieve data beschikbaar in de droge zomerperiode aan de start van het project en de natte winterperiode aan het einde van het project. De relatie tussen de metingen blijkt duidelijk afhankelijk van de meetperiode. Over het algemeen lijkt er voor de 3 locaties een goede relatie te bestaan in de natte winterperiode. De Mastboomstraat en Dijkstraat liggen onderling het dichtst bij elkaar en daar is quasi een 1 op 1 relatie zichtbaar. Zowel de Mastboomstraat als dijkstraat vertonen tijdens de natte winterperiode een opvallende bias (afwijking van 1:1 lijn) t.o.v. de Cleydaellaan. De oorzaak hiervan is niet te pinpointen. Mogelijke oorzaken kunnen een verdunningseffect zijn door zijstromen uit eerder verstedelijkte substroomgebieden. Ook de outlet van het RWZI bevindt zich tussen de Cleydaellaan en de andere locaties eventueel ook een verdunningseffect teweegbrengt.

In de Ijse zijn 2 meetlocaties geschikt voor een onderlinge vergelijking: de Eygenstraat te Neerijse en de Smeysberg te Huldenberg. Beide nitraatmeetreeksen worden uitgezet t.o.v. elkaar in Figuur 43. Hier kon voornamelijk data uit de natte winterperiode met elkaar vergeleken worden. Beide meetreeksen zijn duidelijk gecorreleerd. Een grotere ruis op deze relatie is wel zichtbaar. Dit wordt mogelijks veroorzaakt doordat beide locaties aanzienlijk verder van elkaar liggen dan de meetpunten in de Grote Struisbeek.

Continu monitoring van nitraat in waterlopen (met de TriOS NICO+-sensor)



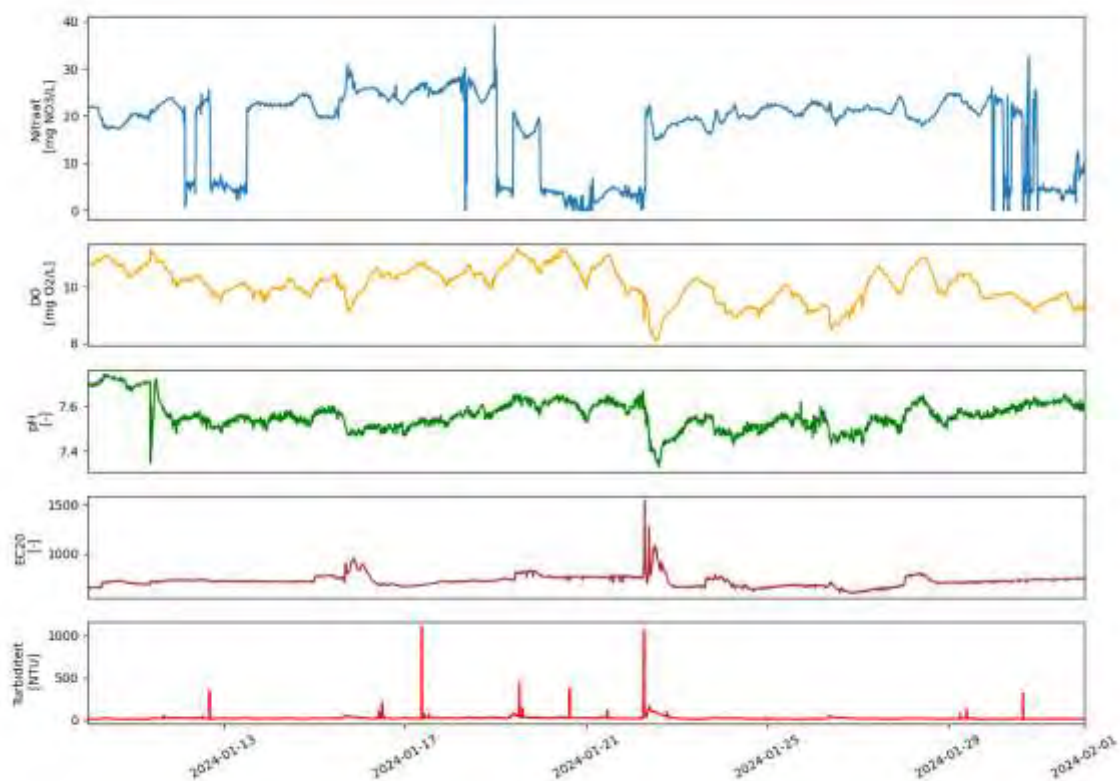
Figuur 42: onderlinge vergelijking van continue nitraatmetingen voor de meetlocatie aan de Grote Struisbeek (rood: droge zomer aan start project, blauw natte winter aan einde project)



Figuur 43: onderlinge vergelijking van continue nitraatmetingen voor de meetlocatie aan de Ijse. (rood: droge zomer aan start project, blauw natte winter aan einde project)

3.3.5. PLOTSE CONCENTRATIEDALINGEN

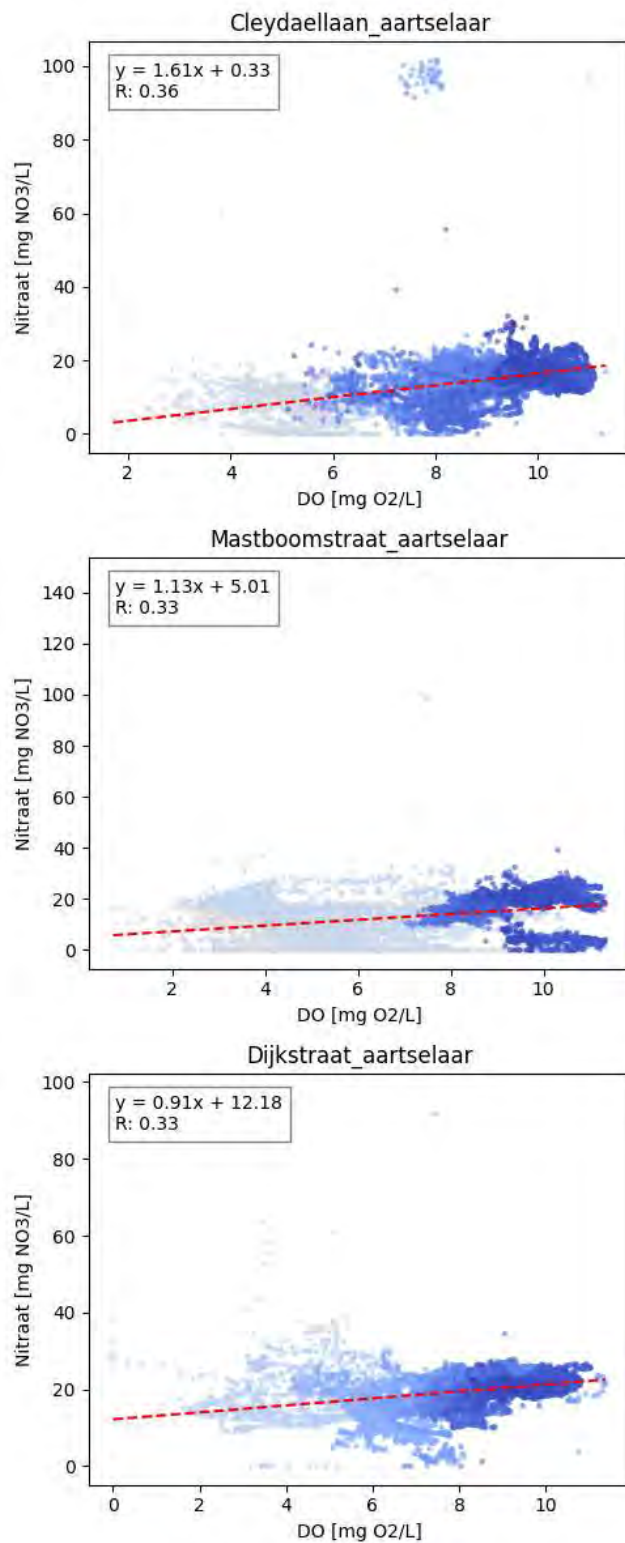
Bij een aantal meetlocaties worden sporadisch plotse dalingen in de nitraatconcentratie waargenomen. Het lijkt er hierop dat er twee toestanden van de waterloop zijn die elkaar afwisselen. Een technisch probleem of verontreinigen van de sonde kan echter niet uitgesloten worden. Om uit te maken of dit aan de NICO- TriOS sensor ligt werd voor de Mastboomstraat te Aartselaar de multiparameterdata vergeleken met de nitraatconcentraties (zie Figuur 44). Zo lijkt er vaak bij een plotse wijziging in nitraatconcentratie een piek zichtbaar in de MPS turbiditeitsdata. Dit is echter niet altijd het geval. Voorts wordt bij de concentratiestijging op 22-01-2024 7u45 ook een duidelijk signaal opgemerkt in de opgeloste zuurstof, pH en geleidbaarheid. De conclusies zijn niet eenduidig, verder onderzoek hieromtrent is dus aangewezen.



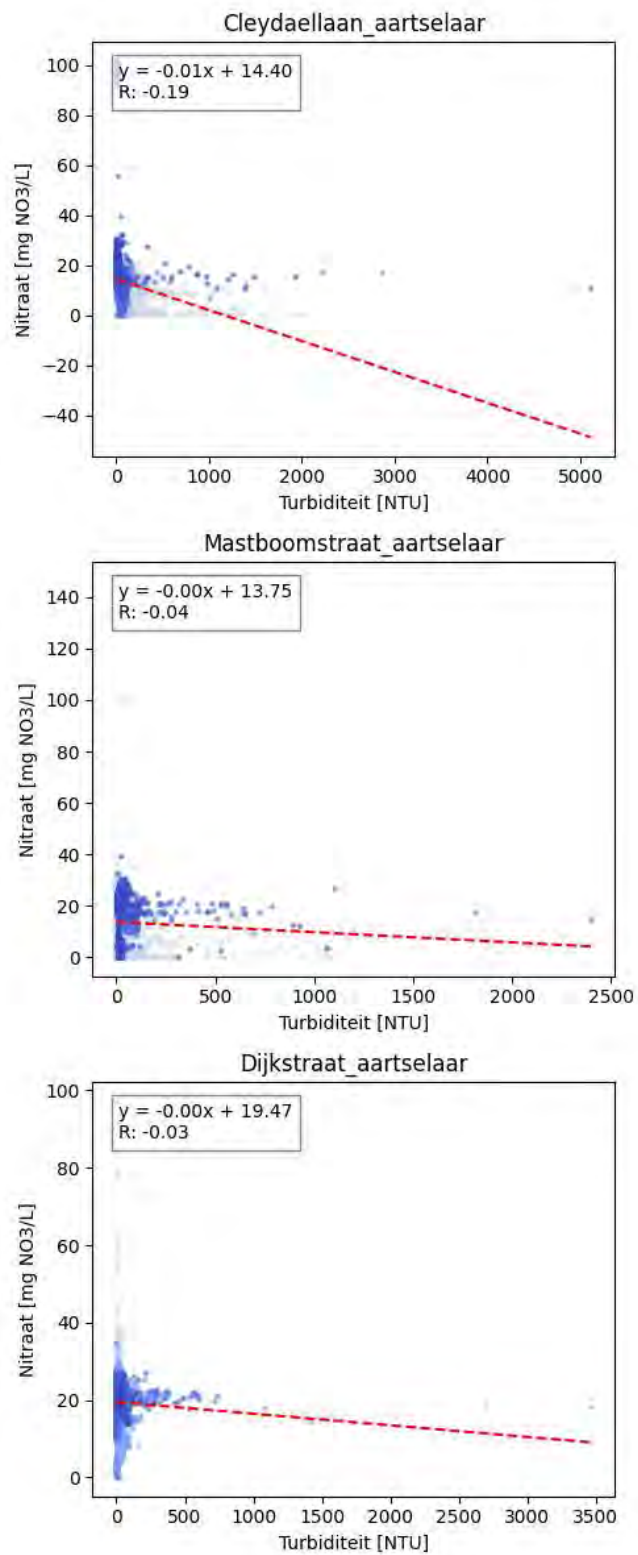
Figuur 44: plotse concentratiedalingen in de continue nitraat metingen (Blauw, NICO+ sonde) worden vergeleken met de waterkwaliteitsmetingen afkomstig van de multiparametersonde (oranje: opgeloste zuurstof, groen: pH, bruin: Geleidbaarheid, rood: turbiditeit), locatie Mastboomstraat te Aartselaar.

3.3.6. RELATIE MPS WATERKWALITEITSMETINGEN EN NICO+ NITRAATTIJDREKSEN

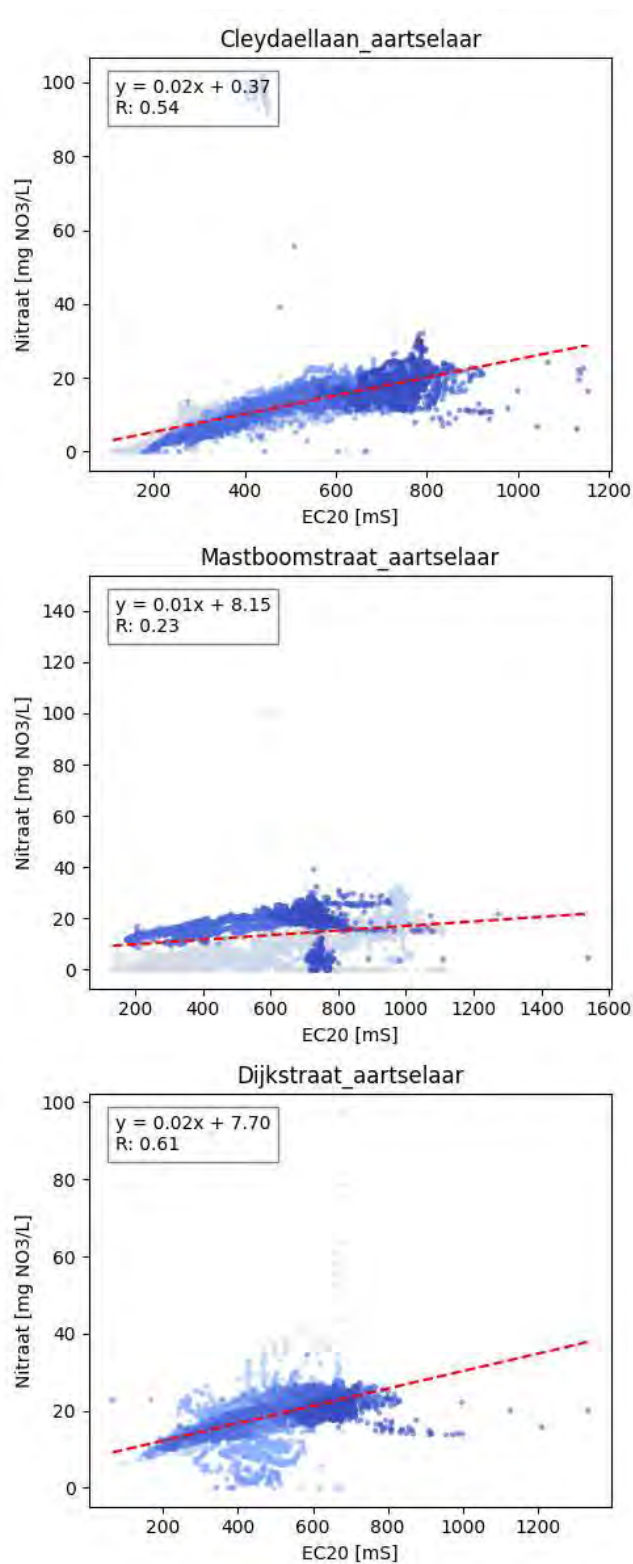
Voor de 3 meetlocaties in de Grote Struisbeek zijn gelijktijdig continue nitraatmetingen van de NICO+ sensoren beschikbaar, alsook waterkwaliteitsmetingen van de multiparametersondes. In Figuur 45 tot Figuur 48 worden de verschillende waterkwaliteitsmetingen uitgezet tegenover de continue nitraat metingen. De correlatie tussen deze variabelen en de nitraatconcentratie stijgt van slecht naar goed in de volgorde turbiditeit, opgeloste zuurstof, pH en EC20.



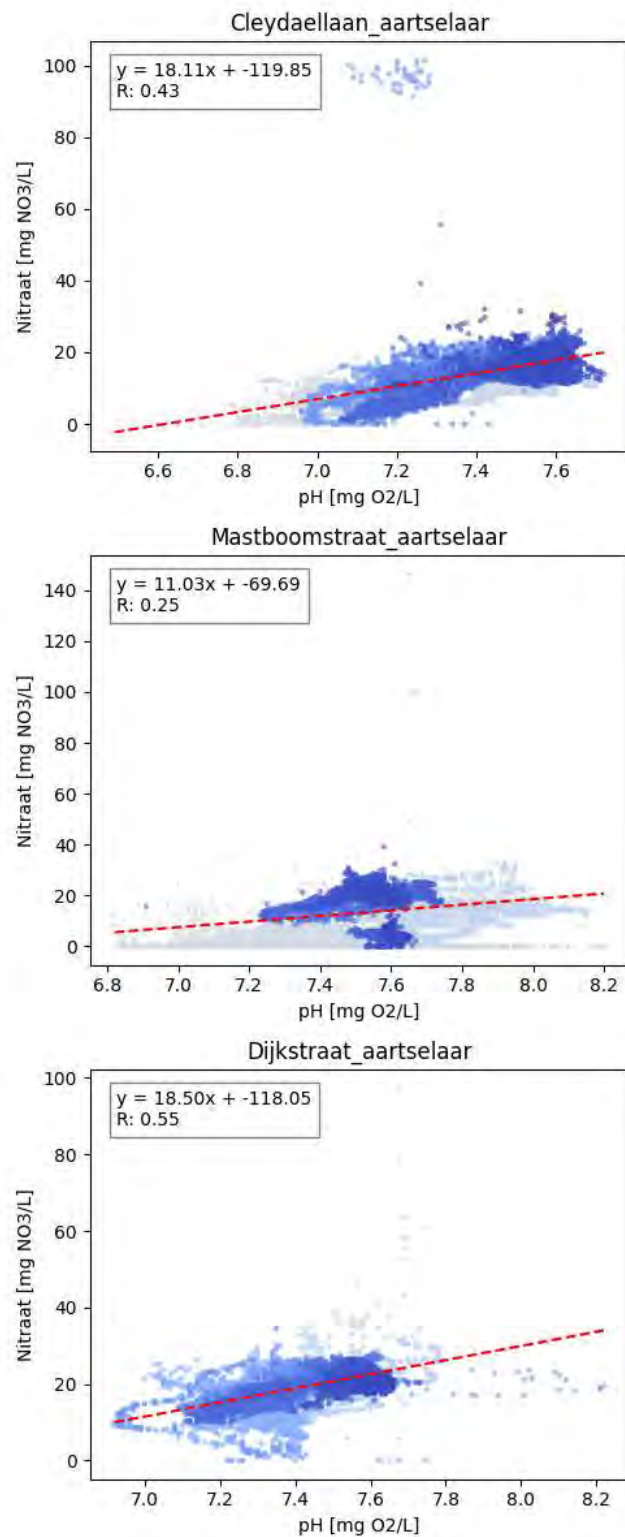
Figuur 45: NICO+ nitraatconcentratie uitgezet tegenover mps opgeloste zuurstof (rood: droge zomer aan start project, blauw natte winter aan einde project)



Figuur 46: NICO+ nitraatconcentratie uitgezet tegenover mps turbiditeit (rood: droge zomer aan start project, blauw natte winter aan einde project)



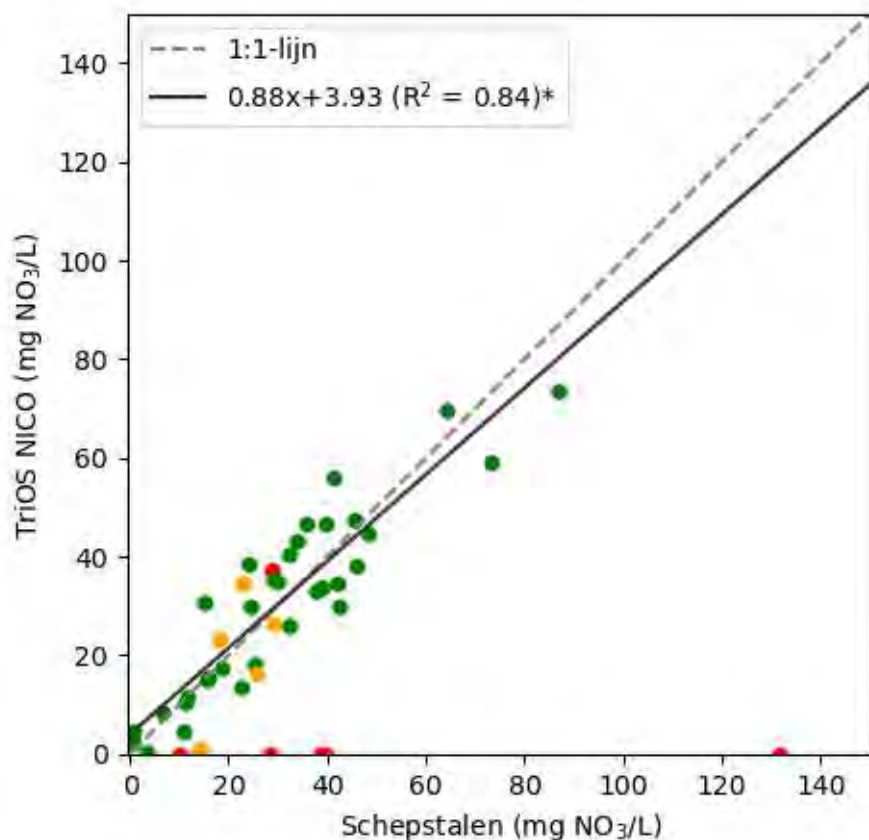
Figuur 47: NICO+ nitraatconcentratie uitgezet tegenover mps elektrische geleidbaarheid (rood: droge zomer aan start project, blauw natte winter aan einde project)



Figuur 48: NICO+ nitraatconcentratie uitgezet tegenover mps pH (rood: droge zomer aan start project, blauw natte winter aan einde project)

3.4. EVALUATIE ADHV SCHEPSTALEN

In Figuur 27 tot Figuur 36 zijn nitraat concentraties in schepstalen geplot op de continue meetreeksen indien beschikbaar voor de meetperiode. In Figuur 49 is de vergelijking tussen de continue metingen (y-as) en labo-analyse uit de schepstalen (x-as) (mg NO₃/L) opnieuw geplot. De kleur van de bollen komt hierbij overeen met het kwaliteitslabel dat eerder aan de continue meetgegevens werd toegekend (groen: goed, oranje: minder betrouwbaar, rood: geen of slechte data). De statistieken (R²) en lineaire relatie is afgeleid uit de overeenkomst tussen de punten met een kwaliteitslabel gelijk aan "goed". De goede overeenkomst tussen labo-analyses en de continue metingen komt hierbij duidelijk naar voren. De variatie rond de 1:1-lijn is verder zeer klein, alsook de neiging tot onderschatting van de continue metingen is zeer beperkt. Ook een reeks van de 'caution' punten vallen goed samen met de labo-analyses. Deze validatie toont dat de nitraatsonde goed meet, indien de data kwaliteit (manuele analyse) voldoende hoog is.



Figuur 49: Vergelijking tussen labo-analyses van de schepstalen en continue metingen (mg NO₃/L). De data kwaliteit (Figuur 23) is te zien aan de kleur van het punt (rood = slecht, oranje = minder betrouwbaar, groen = goed). *De lineaire relatie en statistieken zijn afgeleid op basis van de punten met een goede data kwaliteit (groen).

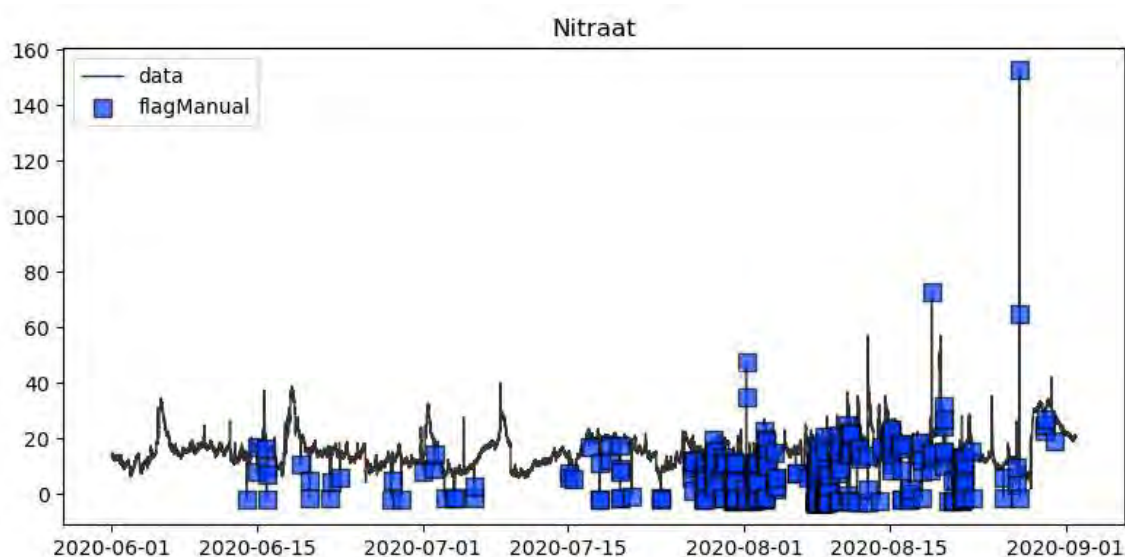
3.5. VERWERKING

3.5.1. INTRODUCTIE

Het doel van deze sectie is om aan te duiden welke verwerkingstappen kunnen gebeuren om de kwaliteit van de data te verbeteren. Zoals besproken in vorige secties moet de data eerst geëvalueerd worden om te bepalen welke data valide is (zie introductie sectie 3.1). Om de datakwaliteit verder te verhogen kunnen volgende algoritmen toegepast worden. Het doel van deze algoritmen zijn om:

- Outliers te identificeren, en deze aan te duiden voor gebruikers.
- Outliers te verwerken, i.e. interpolatie uitvoeren door outliers niet te beschouwen.
- Drift correctie toepassen op basis van log van cleaning.

In deze sectie wordt een test met automatische verwerkingsalgoritmen beschreven. De data en onderhoudslog verzameld in het kader van het project "continue monitoring nitraat" zijn gebruikt om deze algoritmen te testen. De reden om deze data te gebruiken is omdat deze een overzicht hebben van alle 'outliers' (manuele analyse), dewelke gebruikt kunnen worden als evaluatie van de methoden. Het is belangrijk te vermelden dat een drift-correctie algoritme hier niet getest is, gezien dit al besproken is in het project 'continue monitoring nitraat' (VMM/AIW-ARW/CONTINUMONITORING/2019/02). Zoals vermeld, in het project 'continue monitoring nitraat' zijn een reeks outliers manueel gelabeld, en deze worden gebruikt om de voorgestelde methode te valideren. In de label set zijn 407 flags te vinden, waarvan een overgrote meerderheid geflagged is tussen 01/06/2020 en 01/09/2020 (Figuur 50). De flag wordt vergezeld met een potentiële verklaring voor de outlier (i.e. 'probe above waterlevel', 'unclear', 'fieldtest_probe out of water', 'fieldtest_eggs'). Deze worden gebruikt als een soort 'validatie' van de algoritmen.



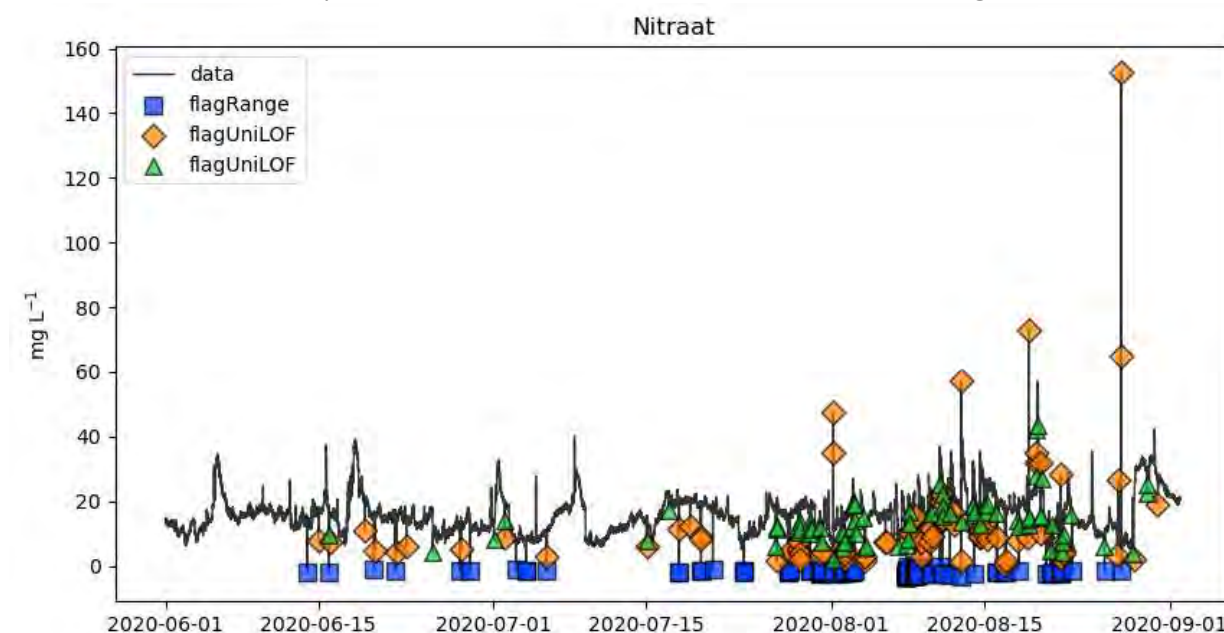
Figuur 50: illustratie van labels verzameld in de Plankbeek (blauw: label, zwart: tijdsreeks Nitraat) tussen 01/06/2020 en 01/09/2020

3.5.2. METHODE

De technieken die in deze opdracht getest zijn:

- Range-detection: identificatie van waarden die niet binnen de mogelijke waarden kunnen liggen voor de variabele (vb. negatieve Nitraat concentratie).
- Univariate outlierdetectie:
 - 'Local Outlier Factor' (LOF) detectie: op basis van de lokale dichtheid wordt een score toegekend. Als de score hoger is dan 1, dan heeft een punt een **lagere** dichtheid dan zijn buren, en is het met een **hogere** kans een outlier. Er zijn twee parameter som in beschouwing te nemen, i.e. n : het aantal beschouwde buren en thresh: drempel (dichtheid om punt als outlier te gebruiken, automatisch bepaald op 3sigma op de Z-score).
- Multivariate analyse
 - 'Local Outlier Factor' (LOF) detectie op basis van **meerdere variabele**. In dit geval wordt de densiteit bepaald in meerder dimensies (vb. turbiditeit, TOC).
 - K-nearest neighbour (KNN) gebruiken om de score ten opzichte van zijn buren te berekenen en vervolgens deze afstanden op te tellen. Deze kunnen vervolgens worden gebruikt als maatstaf voor de mate waarin het een outlier is. Zie ook Talagala et al. (2019)

Een voorbeeld van het toepassen van de bovenstaande technieken is te zien in Figuur 51.

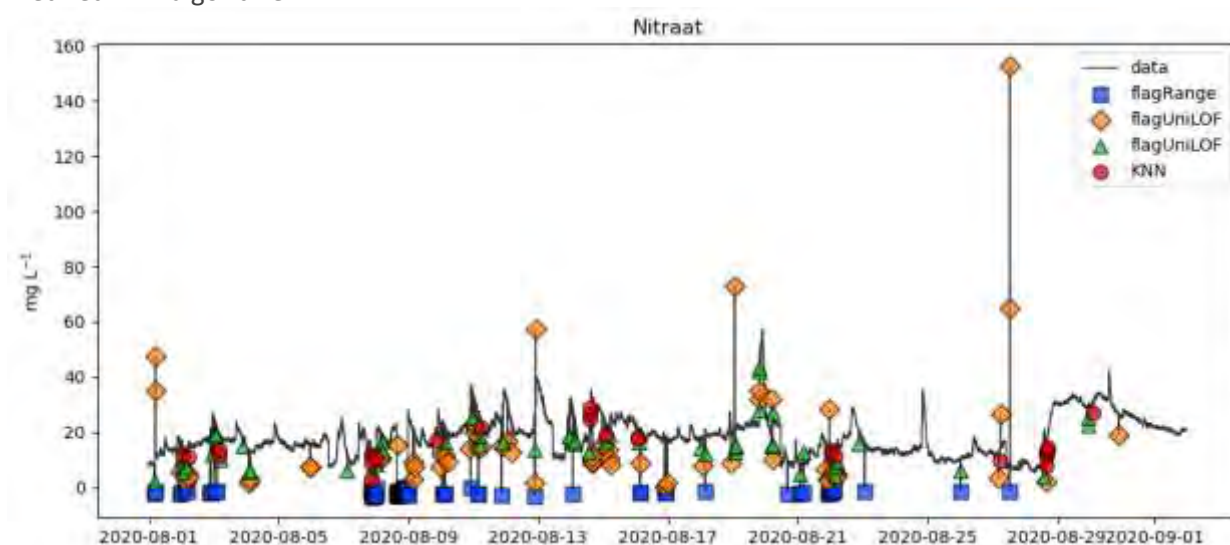


Figuur 51: illustratie van range en LOF (univariaat) techniek. De oranje/groen punten werden door de LOF toegekend door gebruik te maken van 20/5 buren en een threshold van 1.5/1.8.

3.5.3. RESULTATEN

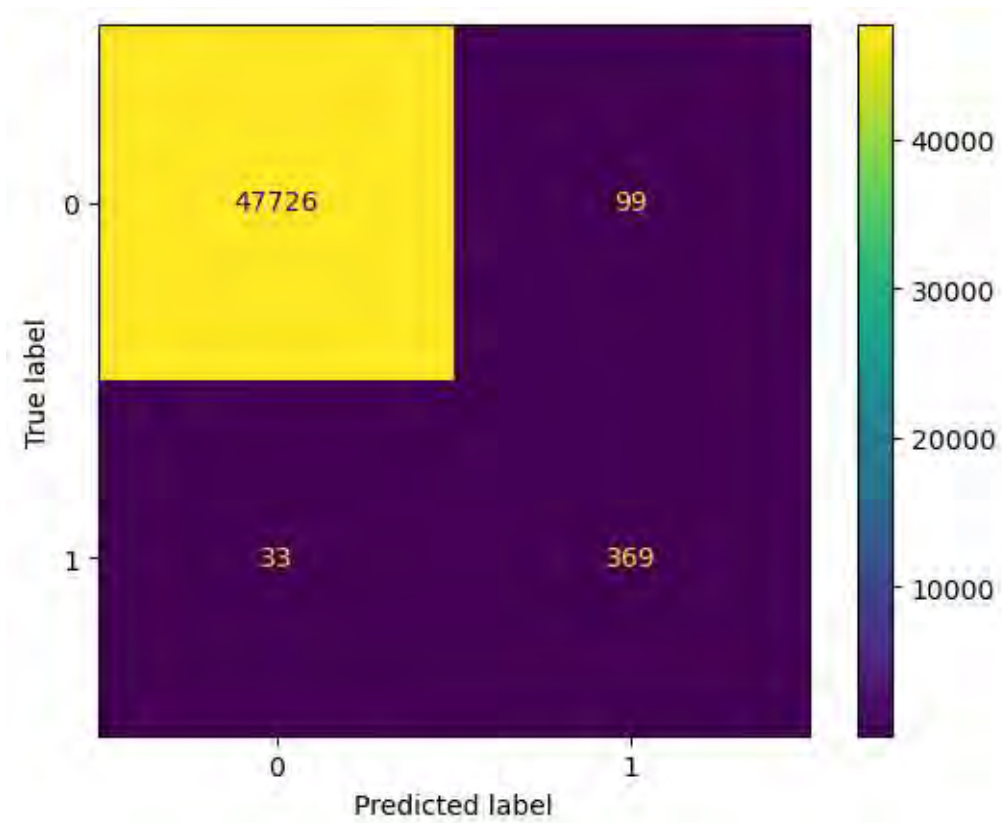
In Figuur 52 is een illustratie te zien van de meest optimale settings voor een outlierdetectiealgoritme. Concreet zijn alle waarden onder nul geflagged (flagRange) en een groot aantal door twee univariate LOF-

algoritmes (zoals beschreven in voorbeeld vorige sectie). Daarenboven een multivariate detectie uitgevoerd met het KNN-algoritme.



Figuur 52: Illustratie van geïdentificeerde outliers met range (blauw, <0), LOF (oranje/groen, $n=20/5$, threshold = 1.5/1.8) en KNN (multivariaat)

In Figuur 53 is een overzicht te zien van de automatische labelling. Er zijn 47726 punten die zowel in de automatische als de manuele labelling niet geïdentificeerd zijn als flag (*true negatives*, *TN*), terwijl er 369 punten in zowel de manuele en automatische labelling geflagged werden (*true positives*, *TP*). Er zijn 33 punten die niet in de automatische labelling werden geïdentificeerd die wel in de manuele labelling voorkwamen (*false negatives*, *FN*). Er zijn 99 punten geflagged zijn door de automatische labelling, die niet geflagged werden in de manuele labelling (*false positives*, *FP*). Dat betekent dat het algoritme een stuk meer vals positieven geeft i.p.v. vals negatieven. Dit is op zich wenselijk: het is beter om meer flaggen te duiden, en deze te laten evalueren door een expert ipv minder flaggen door te geven. De accuraatheid ($(TN+TP)/(P+N)$) is gelijk aan 99.7 %, terwijl de precisie (aantal $TP/(TP+FP)$) gelijk is aan 78.8 %. De recall (TP/P) is gelijk aan 91.7 %. Deze statistieken worden als zeer goed beoordeeld, gegeven de onzekerheid op de label data.



Figuur 53: samenvatting van automatische (predicted label) versus manuele labelling (true label).

4. DISCUSSIE

Het doel van deze studie is om een inzicht te krijgen in de werking van TriOS NICO+ sensor, dit om continu nitraat te monitoren in waterlopen. Algemeen kan gesteld worden dat de sensor goed werkt om nitraat te meten, in acht houdend dat de sensoren goed onderhouden worden. Er zijn echter een aantal belangrijke aandachtspunten, en verbetermogelijkheden. Het doel van deze sectie is om deze te beschrijven.

4.1. HARDWARE

De gebruik en de combinatie van de TriOS NICO+ en YDOC logger wordt als goed beoordeeld. De TriOS NICO+ is relatief goedkoop alternatief t.o.v. andere mogelijkheden (vb. S::CAN multilyser), en is relatief eenvoudig te gebruiken en onderhouden. De vormgeving van de sensor kan verbeterd worden, specifiek kan de design van de beschermkoker verbeterd worden. Op dit moment sluit hij het risico dat er elementen (vb. takken en afval) de sensor blokkeren niet volledig uit, waardoor metingen minder representatief kunnen zijn of schade kan optreden. Dit is ook gekoppeld aan de locatie selectie (zie verder). Een andere manier van installatie zou dit probleem deels kunnen verhelpen, bijvoorbeeld een vaste arm met de sensor mee met de stroomrichting, zie S::CAN multilyser).

Verder is de performantie van de wisser niet altijd naar verwachting: zoals een wisser die meer perfect aligneert met de meetopening en - erger - de wisser volledig defect is. Dit zijn hardware-matige problemen die moeten opgelost worden om de sensor kwalitatiever te maken. Het is belangrijk om te vermelden dat het concept van een wisser wel werkt. Het is een goed alternatief is voor een oplossing op basis van perslucht waarbij er globaal genomen meer drift in de data zat. Wel moet er bij installatie echt op gelet worden dat de sonde niet in sediment hangt omdat de wisser dan de optische vensters kan schuren, wat kan leiden tot hogere onderhoudskosten van de meetpost. Het regelmatig vervangen van de wisserbladen is hiervoor ook belangrijk.

De gebruikt logger werd als zeer goed beoordeeld: de data-doorstroming werd te allen tijde gegarandeerd, en de data werd goed bewaard op het intern disk. Een belangrijke eigenschap van de logger is zijn configureerbaarheid in hardware doormiddel van optiebordjes (i.e. printplaatjes die functionaliteiten toevoegen) en het configureren van de logger instellingen in configuratiemenu's i.p.v. een script schrijven. Hierdoor kunnen ook andere toestellen eenvoudig worden aangesloten. Concreet betekent dit dat de bestaande meetposten gemakkelijk kunnen aangepast worden om ook multiparametersondes van de VMM uit te lezen.

Bij de aankoop van de meetposten is een beperkte loggerversie gekozen waardoor er geen batterijmonitoring aanwezig is. Dit kan echter een relevante verbetering zijn van de bestaande meetposten door toevoeging van een optiebord met analoge ingangen (ML-OI-AD-10V).

Een tweede potentiële verbetering is de loggers uitrusten met bluetooth functionaliteit om interactie met de logger op het terrein te vereenvoudigen. Deze kan dan via bluetooth verbinden met smartphone i.p.v. een USB-kabel naar laptop. Dit kan handig zijn om bijvoorbeeld de logger te pauzeren tijdens een onderhoud. Deze functionaliteit kan toegevoegd worden met een bluetooth optiebordje (ML-OU-BLE).

4.2. LOCATIES

Er zijn een reeks aanbevelingen voor installatie en onderhoud die voortvloeien uit deze studie. Samengevat is de locatie selectie van groot belang. Er moet gemikt worden om de sensor op locaties te installeren die:

- Geen grote vernauwing vertonen in de waterloop. Dit verhoogt het risico op opstoppingen en takken die aan de sonde blijven hangen.

- Een minimale waterkolom garanderen. Specifiek zijn sommige locaties in deze studie niet geschikt om te bemeten in de zomer.

Volgende punten interageren met de manier waarop de sensor (en kabels) wordt geïnstalleerd. Deze mag niet in het slib hangen, en er moet voldoende waterkolom gegarandeerd worden voor een goede meting. De opstelling met een ketting is daarvoor een goede oplossing, echter de configuratie moet voldoende gecontroleerd gebeuren. Een eventuele verbetering is om een systeem uit te denken die (semi-)automatisch de kettinglengte aanpast aan de hand van de condities. Daarvoor kunnen waterhoogte metingen en/of de referentiewaarden in de sensor gebruikt worden om regels te definiëren, die gekoppeld zijn aan een maintenance-alarming systeem. Verder onderzoek moet uitwijzen hoe dit concreet uitgewerkt moet worden. Finaal moet voldoende aandacht besteed worden aan het beschermen van de connectorkabels (eventueel met flexibel). Daar moet tijdens selectie van locatie en design van de installatie goed over nagedacht worden, i.e. waar komt onze sensor, en waar zullen we onze connectorkabels plaatsen.

4.3. DATA

Voor de data verwerking en analyse zijn er een reeks aanbevelingen te formuleren, die direct interageren met de operationele werking. Het proces dat in deze studie gevolgd is:

- Data visualisatie
- Data labelen: manueel labelen van de kwaliteit van de data a.d.h.v. de output tijdsreeksen (nitraat, lampreferentiewaarden, turbiditeit)(1) en een onderhoudslog(2)
- Data selectie: aan de hand van de labelen bepaalde periodes flaggen en selecteren .
- Data analyse: analyseren van de data met goede kwaliteit.
- Data verwerking: verwerken van data m.b.v. algoritmes.

De verzamelde data (na manuele selectie, maar zonder verwerking) komt zeer goed overeen met de beschikbare schepstalen. De vergelijking tussen continue data en schepstalen omvat ook al een redelijk groot bereik in nitraat concentraties. Enkele schepstalen per locatie bij opstart kunnen wel helpen om mogelijke locatieafhankelijke afwijkingen door interferenties (zout, zink, bepaalde organische componenten, ...) in kaart te brengen en te corrigeren. Om een beter inzicht te krijgen in de performantie van de sensor in specifieke omstandigheden moeten toekomstige inspanningen zich vooral focussen op het verzamelen van stalen tijdens deze events (neerslag, maar ook incidenten). Het verzamelen van schepstalen tijdens events is echter zeer uitdagend. Daarvoor kan een gekoppeld systeem gebruikt worden, dewelke stalen verzameld aan de hand (weers-)voorspellingen en observaties van sensoren. De geïnstalleerde YDOC loggers laten toe automatische staalnames te starten.

Een andere mogelijk verbetering is om een automatische labelling methode te ontwikkelen, die een kwaliteitslabel kan toe kennen op (semi-)automatische wijze aan de hand van de output van de tijdsreeksen (van de lampreferentie) en de onderhoudslog. Er is onderzocht in deze studie of de SQI-indicator, beschikbaar als output van de TriOS sensor, gebruikt kan worden om een automatische kwaliteitslabelling te doen. Dit was niet het geval: de SQI-waarden toonden geen aanvaardbare overeenkomst met de manueel gelabelde data. Meer onderzoek is nodig om proxy's en regels te identificeren. Dit vereist wel dat er meer data verzameld wordt.

De data analyse toont dat de data zeer waardevol zijn, en veel mogelijkheid hebben om verschillende hypothesen te vormen en te beantwoorden. In dat opzicht is de continue data een enorm waardevolle bron om de bemeten watersystemen veel beter te begrijpen. Een sterk aangeraden volgende stap is om de data te laten interpreteren door experts met gebiedskennis, om op die manier vervolgstappen naar data verzameling te definiëren.

5. APPENDIX

5.1. TROUBLESHOOTING

Probleem	Test / oplossing
Nitraatdata maakt vreemde sprongen en RefD is nul	Probleem met lampuitlijning. Terugsturen voor nazicht.
Nitraat is nul, Hoge turbiditeit,	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nakijken of meetopening boven water hangt 2. Nakijken of meetopening vuil is 3. Nakijken of wiper nog correct functioneert. <ul style="list-style-type: none"> - Test meting doen vanuit de logger - Wiper testkabel aansluiten op een 12V batterij
Nitraat is nul, RefB, RefC zijn ok, RefA is hoger dan voordien	Sensor hangt waarschijnlijk te hoog boven water
Nitraat is nul, turbiditeit is nul, RefA, RefB, RefC zijn ook nul of laag	Al het licht wordt geabsorbeerd. De sonde hangt waarschijnlijk in slib of is zeer vuil.
Sonde geeft geen data door aan de logger	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kijk alle aansluitingen na 2. Verifieer de batterijspanning (>12 V). 3. Kijk de kabel na op beschadigingen 4. Doe een test meting in de YDOC configuratie: <ul style="list-style-type: none"> [3] Configuration setup [S] serial ports [1] NICO+ [t] test measurement (duurt 60 sec) <p>Nakijken of er nieuwe meetwaarden worden weergegeven. Indien er achter de meetwaarden 'No Response' staat, sonde meenemen. voor nazicht op bureau Sonde op bureau proberen uitlezen met G2 interfacebox</p>
Nazicht van NICO+ sonde op bureau	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verbind sonde met de G2 interfacebox 2. sluit de netwerkkabel (rj45) aan op je computer 3. Open in een browser http://192.168.77.1/ geen verbinding mogelijk --> check met Fluves succesvolle verbinding --> test meting in interface menu

Continu monitoring van nitraat in waterlopen (met de TriOS NICO+-sensor)

Wisserblad blijkt bij onderhoud beschadigd	Niet tijdig onderhoud, veel slib of vreemde voorwerpen bij de wiper geraakt. 1. Reinig de sonde 2. Plaats nieuw wiperblad 3. Nakijken of wiper nog correct functioneert. - Test meting doen vanuit de logger - Wiper testkabel aansluiten op een 12V batterij 4. vensters van de meetopening kunnen beschadigd zijn!
Wisserblad lijnt niet met de meetopening en schuurt vooral 1 zijde van de meetopening	1. check of de wiperas voldoende in de wiperunit zit 2. Indien deze slechts 1 a 2 mm fout zit kun je het wiperblad lichtjes bij buigen

5.2. ONDERHOUD LOGBOEK

Datum	starttijd	eindtijd	logger	locatie	actie
20230424	14:00		ydoc0013	Boterpotstraat	data download, onderhoud
20230424	14:58		ydoc0014	Blankaart	data download, onderhoud
20230605	12:40		ydoc0013	Boterpotstraat	data download, onderhoud, change wiper, place sim deWatergroep, test ftp
20230605	14:30	15:01	ydoc0014	Blankaart	data download, onderhoud, change wiper, place sim deWatergroep, test ftp
20230616	12:05	12:43	ydoc0002	Mastboomstraat	Systeem zonder stroom gevallen, logger meegenomen voor analyse, installatie experimentele smartends-sensor
20230616	14:45	14:50	ydoc0001	Dijkstraat	Systeem zonder stroom gevallen, installatie experimentele smartends-sensor
20230616	16:19	16:29	ydoc0006	Cleydaellaan	Systeem zonder stroom gevallen, installatie experimentele smartends-sensor
20230623	14:00	14:15	ydoc0004	Rode Kruisstraat	data download, onderhoud, batterij vervangen
20230623	15:00	15:25	ydoc0003	smeysberg	data download, onderhoud, ydoc solar input rewiring to battery input, battery taken
20230623	15:48		ydoc0005	eygenstraat	data download, onderhoud, ydoc solar input rewiring to battery input, battery taken
20230630	11:00	11:55	ydoc0005	eygenstraat	logger zonnepaneel-input aan batterij-input aangesloten, https-sent ok, signal quality-test
20230630	12:04	12:27	ydoc0003	smeysberg	planten van sonde verwijderd, logger zonnepaneel-input aan batterij-input aangesloten
20230630	13:05	13:22	ydoc0004	Rode Kruisstraat	logger zonnepaneel-input aan batterij-input aangesloten, planten van sonde verwijderd
20230710	13:00	13:17	ydoc0001	Dijkstraat	data download, onderhoud, rewiring

Continu monitoring van nitraat in waterlopen (met de TriOS NICO+-sensor)

20230710	13:30	13:48	ydoc0002	Mastboomstraat	onderhoud, koffer terugplaatsen, sonde dieper hangen
20230710	14:00	14:19	ydoc0006	Cleydaellaan	data download, onderhoud, rewiring
20230726	16:00		ydoc0013	Boterpotstraat	data download
20230726	16:30		ydoc0014	Blankaart	data download
20230731	11:25	12:00	ydoc0007	Nieuwenhovestraat	data download, onderhoud
20230731	12:31		ydoc0011	Waterstraat	data download, onderhoud
20230731	13:12		ydoc0012	Zilverbergstraat	data download
20230731	13:33		ydoc0010	Lolliestraat	data download
20230731	13:51		ydoc0009	Cortonstraat	data download
20230731	14:51		ydoc0008	Diksmuidesteenweg	data download
20230804	9:50	10:10	ydoc0004	Rode Kruisstraat	data download, onderhoud, veel stroming
20230804	10:35	10:50	ydoc0003	smeysberg	data download, onderhoud
20230804	11:04	11:45	ydoc0005	Eygenstraat	data download, onderhoud, wiper defect, sonde meegenomen
20230816	11:35	11:45	ydoc0001	Dijkstraat	data download, onderhoud
20230816	12:27	12:45	ydoc0002	Mastboomstraat	data download, onderhoud
20230816	13:41	14:02	ydoc0006	Cleydaellaan	data download, onderhoud, beschermende huls sensor was weg, nieuwe huls aangebracht
20230906	12:20		ydoc0007	Nieuwenhovestraat	data download, onderhoud
20230906	13:30		ydoc0011	Waterstraat	data download, onderhoud
20230912	10:30	11:10	ydoc0013	Boterpotstraat	data download, onderhoud
20230912	11:50	12:05	ydoc0014	Blankaart	data download, onderhoud, wiper zwaar versleten
20230912	13:30	13:48	ydoc0008	Diksmuidesteenweg	data download, onderhoud, sonde 8 a 10 schakels hoger gehangen, sleutel 17 nodig
20230912	14:19		ydoc0009	cortonstraat	zeer veel slijk op sonde, sonde geeft geen response, meenemen voor nazicht, sleutel 17 nodig
20230912	15:21	15:43	ydoc0010	Lolliestraat	data download, onderhoud, veel modder maar niet aan de meetopening, 2 schakels hoger gehangen, sonde hangt aan kabel en niet aan ketting (aangepast), sleutel 17 nodig
20230912	15:54	16:23	ydoc0012	Zilverbergstraat	data download, onderhoud, ketting te lang, sonde hangt aan kabel, sleutel 13 nodig
20230914	12:30	13:10	ydoc0007	Nieuwenhovestraat	data download, onderhoud, riet snoeien, sonde beter ophangen
20230914	14:15	14:40	ydoc0011	Waterstraat	data download, onderhoud, sonde beter ophangen

Continu monitoring van nitraat in waterlopen (met de TriOS NICO+-sensor)

20230915	9:05	9:17	ydoc0003	smeysberg	data download, onderhoud (vis in beschermkoker)
20230915	9:45	9:58	ydoc0004	Rode Kruisstraat	data download, onderhoud
20230918	11:15	12:15	ydoc0001	Dijkstraat	data download, onderhoud, aquatroll wou niet openschroeven, zo goed als mogelijk proberen reinigen
20230918	13:17	14:00	ydoc0006	Cleydaellaan	data download, onderhoud
20230918	14:44	15:00	ydoc0002	Mastboomstraat	data download, onderhoud
20231002	15:30	15:45	ydoc0005	Eygenstraat	sonde teruggehangen en getest
20231027	10:05	10:40	ydoc0007	Nieuwenhovestraat	sim plaatsen, data download, comm test, onderhoud, wiper beschadigd
20231027	11:05	11:44	ydoc0011	Waterstraat	sim plaatsen, data download, comm test, onderhoud
20231027	12:10	12:53	ydoc0012	zilverbergstraat	sim plaatsen, data download, comm test, onderhoud
20231027	13:00	13:32	ydoc0010	Lolliestraat	sim plaatsen, data download, comm test, onderhoud, wiper licht gebogen
20231027	14:10		ydoc0008	Diksmuidesteenweg	sim plaatsen, data download, comm test, onderhoud
20231103	11:55	12:15	ydoc0004	Rode Kruisstraat	sim plaatsen, data download, comm test, onderhoud
20231103	12:36	12:56	ydoc0003	smeysberg	sim plaatsen, data download, comm test, onderhoud
20231103	13:09	13:38	ydoc0005	eygenstraat	sim plaatsen, data download, comm test, onderhoud, wiper heeft geen rubber meer, wiper lijnt niet heel goed met opening
20231106	11:21	11:59	ydoc0006	Cleydaellaan	data download, onderhoud, sim plaatsen, comm test
20231106	13:44	15:40	ydoc0002	Mastboomstraat	data download, onderhoud, sim plaatsen, comm test, sonde bleek onresponsief, bij afbraak sensor en logger om mee te nemen werd oorzaak duidelijk: beschadiging sensorkabel, wss door knaagdier of dergelijke
20231106	16:00	16:20	ydoc0001	Dijkstraat	data download, onderhoud, sim plaatsen, comm test
20231206	10:05	10:35	ydoc0013	Boterpotstraat	data, onderhoud
20231206			ydoc0014	Blankaart	sonde onbereikbaar door hoge waterstand
20231206	11:45	12:17	ydoc0008	Diksmuidesteenweg	data, onderhoud
20231206	12:32		ydoc0010	Lolliestraat	data, onderhoud
20231206	12:50	13:21	ydoc0012	zilverbergstraat	data, onderhoud
20231206	13:46	14:05	ydoc0011	Waterstraat	data, onderhoud
20231206	14:20		ydoc0007	Nieuwenhovestraat	data, onderhoud
20231213	12:25	12:37	ydoc0003	smeysberg	data, onderhoud, veel planten rond sonde wat slib verzamelt op de wiper

Continuumonitoring van nitraat in waterlopen (met de TriOS NICO+-sensor)

20231213	12:58	13:14	ydoc0005	eygenstraat	data, onderhoud, sensor was vuil
20231221	13:10	14:08	ydoc0002	Mastboomstraat	herinstallatie logger en sensor
20231221	14:21	14:40	ydoc0001	Dijkstraat	onderhoud, data afhaling
20231221	15:02	15:19	ydoc0006	Cleydaellaan	
20240123	13:55		ydoc0012	zilverbergstraat	data, onderhoud, logger meegenomen voor nazicht https issue
20240123	15:15		ydoc0014	Blankaart	data, onderhoud, sonde meegenomen voor wiper-as na te kijken
20240201	9:04	9:25	ydoc0005	eygenstraat	data, onderhoud, nieuwe wiper-as
20240201	9:50	10:04	ydoc0003	smeysberg	data, onderhoud, nieuwe wiper-as
20240201	8:45	9:25	ydoc0013	Boterpotstraat	data, onderhoud
20240201	9:45	10:10	ydoc0014	Blankaart	sonde opnieuw geïnstalleerd met nieuwe wiper-as
20240201	10:55	11:25	ydoc0008	Diksmuidesteenweg	data, onderhoud
20240201	11:35	11:50	ydoc0012	Zilverbergstraat	logger opnieuw geïnstalleerd. Https test ok.
20240201	12:40	13:03	ydoc0010	Lolliestraat	data, onderhoud
20240201	13:35	13:58	ydoc0011	Waterstraat	data, onderhoud. Sensor aangetroffen boven waterniveau, iets lager gehangen terug in water.
20240201	14:25	14:46	ydoc0007	Nieuwenhovestraat	data, onderhoud. Veel riet rondom en tegen de sonde.
20240202	10:10	10:38	ydoc0006	Cleydaellaan	data, onderhoud
20240202	11:02	11:30	ydoc0002	Mastboomstraat	data, onderhoud
20240202	11:39	12:00	ydoc0001	Dijkstraat	data, onderhoud. Sensor iets hoger gehangen want sleepte over de bodem
20240227	11:40		ydoc0006	Cleydaellaan	onderhoud, nieuwe wiper-as
20240227	12:00		ydoc0002	Mastboomstraat	onderhoud, nieuwe wiper-as
20240227	12:20		ydoc0001	Dijkstraat	onderhoud, nieuwe wiper-as
20240313	11:55	12:10	ydoc0003	smeysberg	onderhoud, wiper test
20240313	12:25	12:40	ydoc0005	eygenstraat	onderhoud, wiper test
20240322	12:00		ydoc0004	Rode Kruisstraat	sonde teruggehangen en getest
20240322			ydoc 0007	Nieuwenhovestraat, Hulste	Wiper-as vervangen, onderhoud
20240322	11:45	12:00	ydoc 0008	Diksmuidsesteenweg, Roeselare	Wiper-as vervangen, onderhoud

Continu monitoring van nitraat in waterlopen (met de TriOS NICO+-sensor)

20240322	11:15	11:25	ydoc 0010	Lolliestraat, Moorslede	Wiper-as vervangen, onderhoud
20240322			ydoc 0011	Waterstraat, Izegem	Wiper-as vervangen, onderhoud
20240322			ydoc 0012	Zilverbergstraat, Roeselare	Wiper-as vervangen, onderhoud
20240322	13:40	13:56	ydoc 0013	Boterpotstraat, Diksmuide	Wiper-as vervangen, onderhoud
20240322	13:00	13:15	ydoc 0014	De Blankaart, Diksmuide	Onderhoud