



Vlaanderen
is wetenschap

17_088_28
WL rapporten

Agenda voor de Toekomst Sedimenttransport op verschillende tijdschalen

Deelrapport 28 – Factual data rapport kenteringsmetingen 2022

DEPARTEMENT
MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN

waterbouwkundiglaboratorium.be

Agenda voor de Toekomst Sedimenttransport op verschillende tijdschalen

Deelrapport 28 – Factual data rapport kenteringsmetingen 2022

Plancke, Y.; Meire, D.

Juridische kennisgeving

Het Waterbouwkundig Laboratorium is van mening dat de informatie en standpunten in dit rapport onderbouwd worden door de op het moment van schrijven beschikbare gegevens en kennis.
De standpunten in deze publicatie zijn deze van het Waterbouwkundig Laboratorium en geven niet noodzakelijk de mening weer van de Vlaamse overheid of één van haar instellingen.
Het Waterbouwkundig Laboratorium noch iedere persoon of bedrijf optredend namens het Waterbouwkundig Laboratorium is aansprakelijk voor het gebruik dat gemaakt wordt van de informatie uit dit rapport of voor verlies of schade die eruit voortvloeit.

Copyright en wijze van citeren

© Vlaamse overheid, Departement Mobiliteit en Openbare Werken, Waterbouwkundig Laboratorium 2023
D/2023/3241/182

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Plancke, Y.; Meire, D. (2023). Agenda voor de Toekomst Sedimenttransport op verschillende tijdschalen : Deelrapport 28 – Factual data rapport kenteringsmetingen 2022. Versie 3.0. WL Rapporten, 17_088_28. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen

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

Documentidentificatie

Opdrachtgever:	dMOW – Maritieme Toegang	Ref.:	WL2023R17_088_28
Trefwoorden (3-5):	Metingen, sediment, Schelde-estuarium		
Kennisdomeinen:	Hydraulica en sediment – Hydrodynamica – Getij – In situ metingen Hydraulica en sediment – Hydrodynamica – Stroomsnelheden -en patronen – In situ metingen Hydraulica en sediment – Sediment – Cohesief sediment – In situ metingen Hydraulica en sediment – Morfologie – Erosie/sedimentatie – In situ metingen		
Tekst (p.):	23	Bijlagen (p.):	35
Vertrouwelijk:	<input checked="" type="checkbox"/> Nee	<input checked="" type="checkbox"/> Online beschikbaar	

Auteur(s):	Plancke, Y.
------------	-------------

Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	Meire, D.	Getekend door:Dieter Meire (Signature) Getekend op:2023-06-16 21:34:05 +02:0 Reden:Ik keur dit document goed <i>Dieter Meire</i>
Projectleider:	Plancke, Y.	Getekend door:Yves Plancke (Signature) Getekend op:2023-07-20 10:08:58 +02:0 Reden:Ik keur dit document goed <i>Yves Plancke</i>

Goedkeuring

Afdelingshoofd:	Bellafkih, K.	Getekend door:Abdelkarim Bellafkih (Sign) Getekend op:2023-06-16 10:50:12 +02:0 Reden:Ik keur dit document goed <i>Abdelkarim Bellafkih</i>
-----------------	---------------	--



Abstract

In kader van de Agenda voor de Toekomst richt een deel van het onderzoek zich op de ontwikkelingen in het sedimenttransport op de korte termijn. Hiervoor werden in 2022 stromings- en sedimenttransport metingen uitgevoerd rond het moment van kentering. In totaal werden 8 meetcampagnes uitgevoerd, 4 ter hoogte van Kruibeke, 4 ter hoogte van Weert. Telkens werd tweemaal bij kentering hoogwater en tweemaal bij kentering laagwater gemeten, de eerste reeks metingen op het einde van de winter (periode van hoge bovenafvoer), de tweede reeks metingen op het einde van de zomer (periode van lage bovenafvoer). Voorliggend rapport beschrijft ("factual data") de resultaten van deze verschillende meetcampagnes.

Inhoudstafel

Abstract	III
Inhoudstafel.....	IV
Lijst van de tabellen.....	VI
Lijst van de figuren	VII
1 Inleiding	1
2 Beschrijving meetcampagnes	2
2.1 Meetlocaties	2
2.2 Meettechnieken	4
2.2.1 Waterstanden.....	4
2.2.2 Stroming	4
2.2.3 Sedimentconcentratie	6
2.2.4 Korrelgrootte	7
2.2.5 Overige parameters.....	7
2.3 Verwerking indirecte meettechnieken.....	8
2.3.1 Sedimentconcentratie op basis van optische signalen	8
2.3.2 Sedimentconcentratie op basis van akoestische backscatter	8
2.4 Meetcampagnes	10
3 Kalibratie indirecte metingen	11
3.1 Optische backscatter	11
3.1.1 Kruibeke.....	11
3.1.2 Driegoten-Weert	12
3.2 Akoestische backscatter	13
4 Resultaten.....	14
4.1 Resultaten 08/03/2022.....	15
4.2 Resultaten 15/03/2022.....	16
4.3 Resultaten 24/05/2022.....	17
4.4 Resultaten 31/05/2022.....	18
4.5 Resultaten 23/08/2022.....	19
4.6 Resultaten 29/08/2022.....	20
4.7 Resultaten 04/10/2022.....	21
4.8 Resultaten 11/10/2022.....	22
5 Referenties	23

Bijlage 1	Resultaten 08/03/2022.....	B1
Bijlage 2	Resultaten 15/03/2022.....	B7
Bijlage 3	Resultaten 24/05/2022.....	B13
Bijlage 4	Resultaten 31/05/2022.....	B19
Bijlage 5	Resultaten 23/08/2022.....	B22
Bijlage 6	Resultaten 29/08/2022.....	B24
Bijlage 7	Resultaten 04/10/2022.....	B28
Bijlage 8	Resultaten 11/10/2022.....	B32

Lijst van de tabellen

Tabel 1 – Overzicht karakteristieken ADCP	4
Tabel 2 – Overzicht meettoestellen	5
Tabel 3 – Overzicht uitgevoerde meetcampagnes en ingezette meettoestellen	10

Lijst van de figuren

Figuur 1 – Overzicht studiegebied en ligging meetlocaties.....	2
Figuur 2 – Meetschip MS Pierre Petit ter hoogte van de meetlocatie Driegoten-Weert	3
Figuur 3 – LISST-100X in meetframe met bevestiging pompdarm (rechts-boven) en YSI (links-onder)	5
Figuur 4 – Kalibratie YSI-OBS op basis van pompstalen te Kruibeke.....	11
Figuur 5 – Kalibratie YSI-OBS op basis van pompstalen te Driegoten-Weert	12
Figuur 6 – Kalibratie ADCP-ABS op basis van pompstalen (alle meetcampagnes).....	13
Figuur 7 – Verloop van de SSC bij kentering HW (-) en kentering LW (-) te Kruibeke (links) en Weert (rechts) in 2022 Rode verticale lijnen geven de momenten weer van de meetcampagnes	14
Figuur 8 – Verloop van stroomsnelheid (magnitude – boven en richting – midden) en sedimentconcentratie afgeleid uit ABS (onder).....	15
Figuur 9 – Verloop van stroomsnelheid (magnitude – boven en richting – midden) en sedimentconcentratie afgeleid uit ABS (onder).....	16
Figuur 10 – Verloop van stroomsnelheid (magnitude – boven en richting – midden) en sedimentconcentratie afgeleid uit ABS (onder).....	17
Figuur 11 – Verloop van stroomsnelheid (magnitude – boven en richting – midden) en sedimentconcentratie afgeleid uit ABS (onder).....	18
Figuur 12 – Verloop van stroomsnelheid (magnitude – boven en richting – midden) en sedimentconcentratie afgeleid uit ABS (onder).....	19
Figuur 13 – Verloop van stroomsnelheid (magnitude – boven en richting – midden) en sedimentconcentratie afgeleid uit ABS (onder).....	20
Figuur 14 – Verloop van stroomsnelheid (magnitude – boven en richting – midden) en sedimentconcentratie afgeleid uit ABS (onder).....	21
Figuur 15 – Verloop van stroomsnelheid (magnitude – boven en richting – midden) en sedimentconcentratie afgeleid uit ABS (onder).....	22
Figuur 16 – Verticaal profiel SSC (uit YSI-OBS) meetdag 08/03/2022 (deel 1).....	B1
Figuur 17 – Verticaal profiel SSC (uit YSI-OBS) meetdag 08/03/2022 (deel 2).....	B2
Figuur 18 – Verticaal profiel SSC (uit YSI-OBS) meetdag 08/03/2022 (deel 3).....	B3
Figuur 19 – Verticaal profiel D50 (uit LISST-100X) meetdag 08/03/2022 (deel 1)	B4
Figuur 20 – Verticaal profiel D50 (uit LISST-100X) meetdag 08/03/2022 (deel 2)	B5
Figuur 21 – Verticaal profiel D50 (uit LISST-100X) meetdag 08/03/2022 (deel 3)	B6
Figuur 22 – Verticaal profiel SSC (uit YSI-OBS) meetdag 15/03/2022 (deel 1).....	B7
Figuur 23 – Verticaal profiel SSC (uit YSI-OBS) meetdag 15/03/2022 (deel 2).....	B8
Figuur 24 – Verticaal profiel SSC (uit YSI-OBS) meetdag 15/03/2022 (deel 3).....	B9
Figuur 25 – Verticaal profiel D50 (uit LISST-100X) meetdag 15/03/2022 (deel 1)	B10
Figuur 26 – Verticaal profiel D50 (uit LISST-100X) meetdag 15/03/2022 (deel 2)	B11

Figuur 27 – Verticaal profiel D50 (uit LISST-100X) meetdag 15/03/2022 (deel 3)	B12
Figuur 28 – Verticaal profiel SSC (uit YSI-OBS) meetdag 24/05/2022 (deel 1).....	B13
Figuur 29 – Verticaal profiel SSC (uit YSI-OBS) meetdag 24/05/2022 (deel 2).....	B14
Figuur 30 – Verticaal profiel SSC (uit YSI-OBS) meetdag 24/05/2022 (deel 3).....	B15
Figuur 31 – Verticaal profiel D50 (uit LISST-100X) meetdag 24/05/2022 (deel 1)	B16
Figuur 32 – Verticaal profiel D50 (uit LISST-100X) meetdag 24/05/2022 (deel 2)	B17
Figuur 33 – Verticaal profiel D50 (uit LISST-100X) meetdag 24/05/2022 (deel 3)	B18
Figuur 34 – Verticaal profiel D50 (uit LISST-100X) meetdag 31/05/2022 (deel 1)	B19
Figuur 35 – Verticaal profiel D50 (uit LISST-100X) meetdag 31/05/2022 (deel 2)	B20
Figuur 36 – Verticaal profiel D50 (uit LISST-100X) meetdag 31/05/2022 (deel 3)	B21
Figuur 37 – Verticaal profiel D50 (uit LISST-100X) meetdag 23/08/2022 (deel 1)	B22
Figuur 38 – Verticaal profiel D50 (uit LISST-100X) meetdag 23/08/2022 (deel 2)	B23
Figuur 39 – Verticaal profiel SSC (uit YSI-OBS) meetdag 29/08/2022 (deel 1).....	B24
Figuur 40 – Verticaal profiel SSC (uit YSI-OBS) meetdag 29/08/2022 (deel 2).....	B25
Figuur 41 – Verticaal profiel D50 (uit LISST-100X) meetdag 29/08/2022 (deel 1)	B26
Figuur 42 – Verticaal profiel D50 (uit LISST-100X) meetdag 29/08/2022 (deel 2)	B27
Figuur 43 – Verticaal profiel SSC (uit YSI-OBS) meetdag 04/10/2022 (deel 1) [range x-as = 0 – 600 mg/l met stap van 100 mg/l].....	B28
Figuur 44 – Verticaal profiel SSC (uit YSI-OBS) meetdag 04/10/2022 (deel 2) [range x-as = 0 – 600 mg/l met stap van 100 mg/l].....	B29
Figuur 45 – Verticaal profiel D50 (uit LISST-100X) meetdag 04/10/2022 (deel 1)	B30
Figuur 46 – Verticaal profiel D50 (uit LISST-100X) meetdag 04/10/2022 (deel 2)	B31
Figuur 47 – Verticaal profiel SSC (uit YSI-OBS) meetdag 11/10/2022 (deel 1).....	B32
Figuur 48 – Verticaal profiel SSC (uit YSI-OBS) meetdag 11/10/2022 (deel 2).....	B33
Figuur 49 – Verticaal profiel D50 (uit LISST-100X) meetdag 11/10/2022 (deel 1)	B34
Figuur 50 – Verticaal profiel D50 (uit LISST-100X) meetdag 11/10/2022 (deel 2)	B35

1 Inleiding

Binnen het Agenda voor de Toekomst (AvdT)-project "Variatie in sedimenttransport in het Schelde-estuarium op verschillende tijdschalen" (Deeltaak 9) richt één luik zich op de ontwikkelingen in het sedimenttransport op de korte termijn, waarbij zowel een data-analyse als modellering op basis van complexe modellen plaatsvindt.

Voorliggend rapport beschrijft ("factual data") de resultaten van verschillende metingen rond de kentering uitgevoerd in 2022. Deze metingen zullen gebruikt worden om het begrip van de processen op dit moment in de getijfase te verbeteren. Deze metingen sluiten aan op eerdere metingen uitgevoerd in het kader MONEOS (Plancke *et al.*, 2012; Taverniers *et al.*, 2013).

Bij het uitvoeren van terreinmetingen zijn verschillende partijen betrokken die niet op de voorgrond verschijnen. Vandaar een woord van dank aan zij die hebben meegewerkt aan het tot stand komen van deze meetcampagnes: Erwin De Backer en Yann De Kesel voor de mobilisatie van het meetschip, de uitvoering van de metingen en het uitlezen van de toestellen, de bemanningen van de MS Pierre Petit en MS Hondius en verschillende collega's voor het uitvoeren van de metingen en de dames van het sedimentologisch laboratorium voor het analyseren van de genomen stalen.

2 Beschrijving meetcampagnes

2.1 Meetlocaties

De metingen werden uitgevoerd op 2 locaties in het Schelde-estuarium: Kruibeke en Driegoten – Weert (Figuur 1).

Kruibeke is gelegen in de Beneden-Zeeschelde, op 86 km van de overgang tussen de Vlakte van de Raan (het mondingsgebied van het Schelde-estuarium) en de Westerschelde. De zone rond Kruibeke wordt gekenmerkt door sterke getijden (gemiddeld tijverschil te Schelle (ca. 5 km verder opwaarts) is 546 cm) en ligt net binnen de getijweglengte van Oosterweel (ca. 13 km), waar zich de stortlocatie van slibrijke onderhoudsbaggerspecie bevindt. Hierdoor kan de sedimentconcentratie worden beïnvloed door de stortingen van deze sedimenten.

Driegoten - Weert is gelegen in de Boven-Zeeschelde, op 103 km van de overgang tussen de Westerschelde en de Vlakte van de Raan. Deze zone is gelegen in het deelgebied van het estuarium dat gekarakteriseerd wordt door de sterkste getijden, met een gemiddeld tijverschil van 551 cm, dat oploopt tot 604 cm bij springtij en terugvalt tot 473 cm bij doottij (Hertoghs *et al.*, 2018).

Vanop een stationair meetschip (MS Hondius of MS Pierre Petit - Figuur 2) werd gedurende ongeveer 3u rond het moment van kentering (HW/LW – 1u tot HW/LW + 2u) de stroming en de sedimentconcentratie gemeten.



Figuur 1 – Overzicht studiegebied en ligging meetlocaties



Figuur 2 – Meetschip MS Pierre Petit ter hoogte van de meetlocatie Driegoten-Weert

2.2 Meettechnieken

Tijdens de meetcampagnes werden verschillende toestellen ingezet voor het meten van zowel de stroming als het sedimenttransport. Het sedimenttransport werd zowel “direct” gemeten als “indirect”, waarbij een optisch of akoestisch signaal geconverteerd wordt naar sedimentconcentratie (via waterstalen). De verschillende ingezette meettechnieken worden hieronder kort beschreven. Tabel 2 geeft een overzicht van de meettoestellen die ingezet zijn, alsook de temporele en ruimtelijke eigenschappen.

2.2.1 Waterstanden

Voor de waterstanden werd beroep gedaan op de databank van het Waterbouwkundig Laboratorium (te raadplegen via www.waterinfo.be). De metingen van de getijposten Hemiksem en Driegoten worden gebruikt in dit rapport.

2.2.2 Stroming

Acoustic Doppler Current Profiler

De stroming werd gemeten aan de hand van een Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP). De karakteristieken zijn weergegeven in Tabel 1. Aan boord van het stationaire meetschip is de RDI Workhorse Monitor 600 kHz operationeel.

Tabel 1 – Overzicht karakteristieken ADCP

Toesteleigenschappen	
Type	RDI Workhorse Monitor
Frequentie	600 kHz
Configuratie	Down-looking vanaf meetschip
Beam hoek	20°
Aantal beams	4
Snelheidsresolutie	0,1 cm/s
Accuraatheid	0,3%
Ping rate	2 Hz (typical)
Cel grootte	0,5 m
Eerste cel (midden)	1,33 m (MS Hondius) 1,53 m (MS Pierre Petit)
Maximaal bereik	38 m
Ensemble interval	4 s
Pings per ensemble	4



Figuur 3 – LISST-100X in meetframe met bevestiging pompdarm (rechts-boven) en YSI (links-onder)

Tabel 2 – Overzicht meettoestellen

<i>Parameter</i>	<i>Meettoestel</i>	<i>Meetprincipe</i>	<i>Temporele resolutie</i>	<i>Ruimtelijke resolutie</i>
Stroming	ADCP	Akoestisch	1 meting/ 4 s	Verticaal profiel (1 meting/50 cm)
SSC	OBS	Optisch backscatter	1 meting/ 1 s 1 profiel/ 5' à 10'	Puntmeting (profilerend in diepte)
SSC	LISST	Optisch transmissie	1 meting/ 1 s 1 profiel/ 5' à 10'	Puntmeting (profilerend in diepte)
SSC	ADCP	Akoestisch backscatter	1 meting/ 4 s	Verticaal profiel (1 meting/50 cm)
SSC	Pomp	Directe staalname	Ad hoc 1 profiel/ ~15'	Puntmeting (profilerend in diepte)
Korrelgrootte	LISST	Laserdiffractie	1 meting/ 1 s 1 profiel/ 5' à 10'	Puntmeting (profilerend in diepte)
Diepte	Diver	Drukmeting	1 meting/ 1 s 1 profiel/ 5' à 10'	Puntmeting (profilerend in diepte)

2.2.3 Sedimentconcentratie

Staalname

Tijdens de meetcampagnes werden op regelmatige tijdstippen watermonsters genomen, met behulp van een pomp en een darm die op verschillende diepten kan gepositioneerd worden. Deze werd gemonteerd op het frame van de LISST-100X en de OBS (Figuur 3). De sedimentconcentratie werden achteraf in het laboratorium bepaald. De waterstalen werden opgeslagen in flessen van 1000 ml. De sedimentconcentratie werd hierop via filtratie bepaald. Er werd geadviseerd om enkel de totale (en geen aparte zand- en slibfractie) sedimentfractie te bepalen, gebruik makend van een filter van 0,45 μm .

Aan de hand van deze sedimentconcentraties kan een ijkingskromme worden opgesteld voor de indirecte meettechnieken en kan het meetsignaal omgezet worden in sedimentconcentraties.

Optische backscatter

Tijdens de meetcampagne werd gebruik gemaakt van een YSI-multiparametersonde (type 6600 en 6920) uitgerust met een turbiditeitsensor. Deze sensor steunt op het principe van de verstrooiing van licht, een relatieve maat voor de lokale sedimentconcentratie (zowel slib als zand). Om de meting om te zetten naar sedimentconcentratie, is een ijking van de meetsensor vereist omdat de verschillende vaste stoffen volgens samenstelling en grootte een andere lichtverstrooiing geven. De YSI-sonde werd ingesteld om één meting uit te voeren elke 2 seconden.

Optische transmissie

Tijdens de meetcampagnes werd eveneens de LISST-100X ingezet. Deze maakt gebruik van laserdiffractie en scatter- en transmissiemeters om de sedimentconcentratie en de korrelgrootte te bepalen. Het uitgezonden laserlicht wordt door de aanwezige sedimentdeeltjes verstrooid onder een bepaalde hoek, afhankelijk van de eigenschappen van de sedimentdeeltjes. 32 concentrische detectors (elk overeenkomend met een bepaalde verstrooiingshoek) detecteren het verstrooide lichtsignaal en laten toe zowel, op basis van de relatieve verdeling van het opgevangen signaal (in $\mu\text{l/l}$, i.e. volumeconcentratie) op de verschillende detectoren, de korrelgrootte te bepalen, als, op basis van de intensiteit van het opgevangen licht, de sedimentconcentratie te bepalen. De LISST-100X werd gemonteerd op een speciaal ontworpen frame dat in de waterkolom gehangen werd. Het toestel werd ingesteld om één meting uit te voeren elke 2 seconden.

Akoestische backscatter ADCP

De sterkte van het gereflecteerde akoestische signaal van de ADCP (acoustic backscatter – ABS) is eveneens een maat voor de sedimentconcentratie. Hiervoor dient de gemeten intensiteit van het gereflecteerde signaal gecorrigeerd te worden voor de diepte, geluidsverliezen in het water en absorptie door het sediment (zie § 2.3.1) en dient een ijking te gebeuren op basis van de waterstalen.

2.2.4 Korrelgrootte

De LISST-100X laat toe in situ de korrelgrootte te bepalen. Voor de beschrijving wordt verwezen naar § 2.2.3.

Op een beperkt aantal pompstalen werd eveneens de korrelgrootteverdeling bepaald. Dit gebeurt door middel van laserdiffractie met behulp van de Mastersizer 2000 (Malvern Instruments). De analyse wordt uitgevoerd volgens een vastgelegd protocol:

1. Zeven van het staal op een zeef met maaswijdte 2 mm
2. Nemen van een representatief deelstaal
3. In het toestel wordt het ingebrachte staal onderworpen aan een ultrasone voorbehandeling, met als doel eventueel vlokken op te breken
4. Bepalen van de korrelgrootte; dit wordt 3-maal herhaald op hetzelfde staal om eventuele anomalieën uit te sluiten;
5. Bepalen van de gemiddelde kromme bepaald, waaruit de karakteristieke korreldiameters (D10, D35, D50, D65, D90) worden afgeleid

2.2.5 Overige parameters

Voor de bepaling van de sedimentconcentratie uit het akoestische backscatter signaal dient de saliniteit en de temperatuur van het water ingegeven worden. Deze werd eveneens gemeten met de multiparametersonde (YSI).

2.3 Verwerking indirecte meettechnieken

2.3.1 Sedimentconcentratie op basis van optische signalen

Om het signaal bekomen uit de optische backscatter (YSI) of transmissie (LISST-100X) toestellen om te kunnen rekenen naar een sedimentconcentratie, worden pompstalen genomen ter hoogte van de sensor. Elke sedimentconcentratie (SSC), bepaald via filtratie, van een pompstaal wordt gerelateerd aan het signaal van de optische sensor op moment van de staalname. Op basis van deze koppels (turbiditeit of volumeconcentratie vs. SSC) wordt de ijking uitgevoerd tussen het signaal en de bijbehorende sedimentconcentratie.

Deze ijkingcurve wordt vervolgens toegepast op de volledige meetreeks om een meetreeks van de sedimentconcentratie te verkrijgen. Op basis van de resultaten is ervoor gekozen één ijkingcurve per meetlocatie te gebruiken en niet een aparte ijkingcurve voor elke meetcampagne afzonderlijk.

2.3.2 Sedimentconcentratie op basis van akoestische backscatter

Om de sedimentconcentratie af te leiden uit de akoestische backscatter, dient vooreerst de gemeten intensiteit van het gereflecteerde signaal gecorrigeerd te worden voor de diepte, geluidsverliezen in het water en absorptie door het sediment. De methodiek die binnen voorliggend rapport is gebruikt is analoog aan deze van (Landers *et al.*, 2016) en bevat volgende stappen:

1. Converteren interne units (counts) naar log schaal (dB)
2. Range normalization – corrigeren van de ruwe intensiteit van de backscatter ABS (dB) voor geluidsabsorptie in water en door sediment
3. Kalibratie van het genormaliseerde backscatter signal cABS (dB) op basis van pompstalen waaruit de SSC is bepaald via filtratie (mg/l) of de uit de optische metingen bepaalde SSC
4. Omrekenen van cABS (dB) naar SSC (mg/l) met kalibratieformule

Vooraleer deze stappen worden toegepast, vindt een validatie van de metingen plaats. Hierbij worden enerzijds de niet-bemeten cellen verwijderd en worden anderzijds slechte metingen verwijderd.

Validatie metingen

De ADCP geeft resultaten voor het volledige bereik van de cellen. Op basis van de diepte van bodem, bepaald via de bodemdetectie functie (“bottom-track”), werden alle metingen beneden dit niveau verwijderd. Daarnaast werden ook alle metingen (en dit voor alle parameters) met onrealistische waarden verwijderd.

Stap 1: Converteren interne units naar log schaal

Lohrmann (2001) stelt dat de interne units (counts) geconverteerd kunnen worden naar decibels (dB) via een lineaire omrekening met een range van 70 dB. Binnen deze range (overeenkomend met 1 tot 10000 mg/l) bedraagt de schaalfactor (toestel-afhankelijk) $K_c = 0,43$ counts/dB (range 0,40 tot 0,47). Buiten deze range is de conversie niet-lineair.

$$K_c = 0.43 \text{ dB/count}$$

Stap 2: Range normalization

De tweede stap omvat het corrigeren van het ruwe ABS-sigitaal naar een gecorrigeerd signaal (cABS). De correcties die uitgevoerd dienen te worden omvatten 3 factoren: akoestische spreiding, water absorptie en sediment absorptie. Voor een uitgebreide beschrijving worden verwezen naar (Landers *et al.*, 2016; Lohrmann, 2001).

$$\text{akoestische spreiding} = 20 \log_{10} R$$

$$\text{water absorptie} = 2\alpha_w R \quad \left(\alpha_w = \text{water absorptie in } \frac{dB}{m} \right)$$

$$\text{sediment absorptie} = 20R \int \alpha_p dr \quad \left(\alpha_p = \text{sediment absorptie in } \frac{dB}{m} \right)$$

$$R = \text{range} = z / \cos(\text{hoek van bundel})$$

De water absorptie is afhankelijk van de densiteit van het water (en dus saliniteit), de druk en de frequentie van het uitgezonden akoestische signaal.

Hoewel de sediment absorptie bij lage (< 1 g/l) concentratie meestal verwaarloosbaar is, wordt hij expliciet meegenomen. Deze coëfficiënt α_p wordt berekend volgens de hybride manier ((Landers *et al.*, 2016) gebaseerd op (Urick, 1983) en (Sheng & Hay, 1988)).

De range normalization levert de gecorrigeerde/normaliseerde akoestische backscatter (cABS) volgens volgende formule:

$$cABS = Amp * K_c + \text{akoestische spreiding} + \text{water absorptie} + \text{sediment absorptie}$$

Stap 3: kalibratie cABS naar SSC

In de volgende stap wordt de gecorrigeerde akoestische backscatter (cABS) vergeleken met de sedimentconcentratie bekomen uit de pompstalen en/of de ondulaties met de multiparametersonde. Hiertoe wordt de cABS geselecteerd op het moment van de stalname (bin) en wordt de overeenkomstige cel bepaald op basis van de diepte waarop de stalname/meting plaatsvond. Dit laat toe een ijking uit te voeren tussen het cABS-signaal en de bijbehorende SSC.

Op basis van de resultaten is ervoor gekozen één ijkingcurve te gebruiken voor alle meetcampagnes.

Stap 4: converteren van cABS naar SSC

De kalibratiecurve uit de vorige stap wordt tenslotte toegepast op de volledige meetreeks van cABS. Op deze manier kan de cABS geconverteerd worden naar een sedimentconcentratie.

2.4 Meetcampagnes

Gelet op de seizoensale variatie in de ligging van het estuarien turbiditeitsmaximum (ETM), werden er voor beide locaties metingen uitgevoerd aan het einde van de periode met hogere bovenafvoer (maart - mei) en aan het einde van de periode met lagere bovenafvoer (augustus – oktober). In beide periodes vond op elke locatie een meting plaats rond kentering hoogwater (KHW) en rond kentering laagwater (KLW).

De opzet was identiek tijdens elke meetcampagne waarbij verschillende meettoestellen ingezet werden voor het meten van de stroming (ADCP) en de sedimentconcentratie (OBS, LISST). Tijdens de meetcampagnes werd de informatie continu ingewonnen. Op bepaalde momenten (ca. 5 à 10' interval) werd een verticaal profiel opgemeten door het meetframe met de YSI en LISST te profileren. Deze profielen worden gerapporteerd (bijlagen) aangezien deze een beeld geven van de verticale stratificatie in de sedimentconcentratie. Tijdens deze profielen werden ook de waterstalen genomen, waardoor er op bepaalde hoogten meerdere metingen (vaste positie gedurende ca. 1 minuut) werden uitgevoerd.

Tabel 3 geeft een overzicht van de verschillende meetcampagnes. De meetdata werden gekozen rekening houdend met praktische randvoorwaarden, met in het bijzonder het feit dat de meting (incl. reistijd van en naar de ligplaats) overdag moest plaatsvinden.

In onderstaande tabel is tevens de getijfactor weergegeven. Deze wordt berekend door het getijverschil op de betreffende dag te delen door het gemiddeld getijverschil over de periode 2011-2015 (Hertoghs *et al.*, 2018). De meeste metingen vonden plaats bij eerder gemiddelde getijcondities (getijfactor tussen 0,90 en 1,10). Uitzondering hierop zijn de metingen in het najaar bij KHW, deze vonden plaats bij doortij condities.

Tabel 3 – Overzicht uitgevoerde meetcampagnes en ingezette meettoestellen

Datum	Locatie	Getijfase	Getijfactor	Opmerking
08/03/2022	Kruikeke	KLW	1,07	
15/03/2022	Kruikeke	KHW	0,92	
24/05/2022	Weert	KHW	0,96	
31/05/2022	Weert	KLW	1,04	Data YSI onbetrouwbaar
23/08/2022	Kruikeke	KHW	0,77	Data YSI, LISST onbetrouwbaar
29/08/2022	Kruikeke	KLW	1,04	
04/10/2022	Weert	KHW	0,80	
11/10/2022	Weert	KLW	1,11	Beperkte data wegens ondiepe locatie

In de volgende hoofdstukken worden de meetresultaten gerapporteerd per meetdag.

3 Kalibratie indirecte metingen

3.1 Optische backscatter

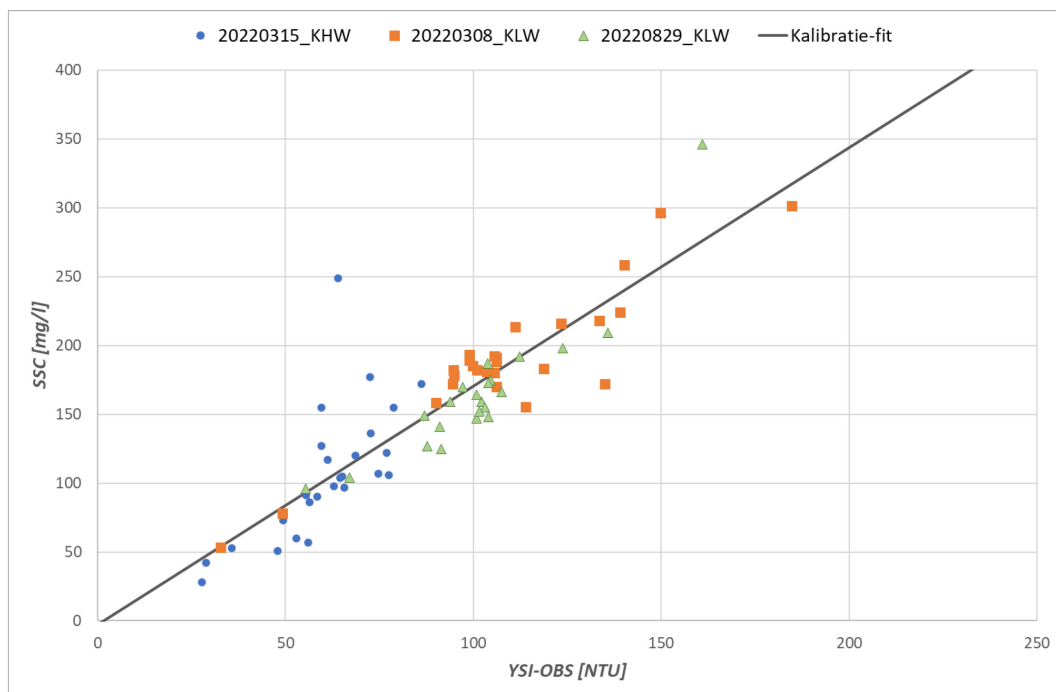
De optische backscatter metingen (YSI) worden via de pompstalen gekalibreerd om de omrekening van het meetsignaal (turbiditeit in NTU) naar de sedimentconcentratie (in mg/l) mogelijk te maken. Uit de resultaten van de verschillende meetcampagnes, bleek dat er gewerkt kon worden met één relatie per meetlocatie. Dit sluit aan bij de methodologie die ook in het kader van MONEOS (Vandenbruwaene *et al.*, 2022) gehanteerd wordt.

3.1.1 Kruiabeke

Figuur 4 geeft de puntenkoppels weer voor de gemeten turbiditeit en bijbehorende sedimentconcentratie voor de verschillende meetcampagnes te Kruiabeke. De gegevens van de 23/8/2022 werden niet mee in beschouwing genomen, aangezien de metingen van de YSI dubieus bleken. Op basis van de dataset is ervoor gekozen om een lineaire regressie toe te passen op deze dataset. Dit is identiek aan de methodologie die binnen de MONEOS-jaarboeken (eg. Vandenbruwaene *et al.*, 2021) wordt gehanteerd. Dit resulteert in volgende ijkingsrelatie:

$$\text{SSC [mg/l]} = 1,73 \times \text{Turbiditeit [NTU]} - 2,67$$

Deze relatie ($R^2 = 0,80$) werd toegepast op de gemeten turbiditeiten tijdens de meetcampagnes in Kruiabeke.



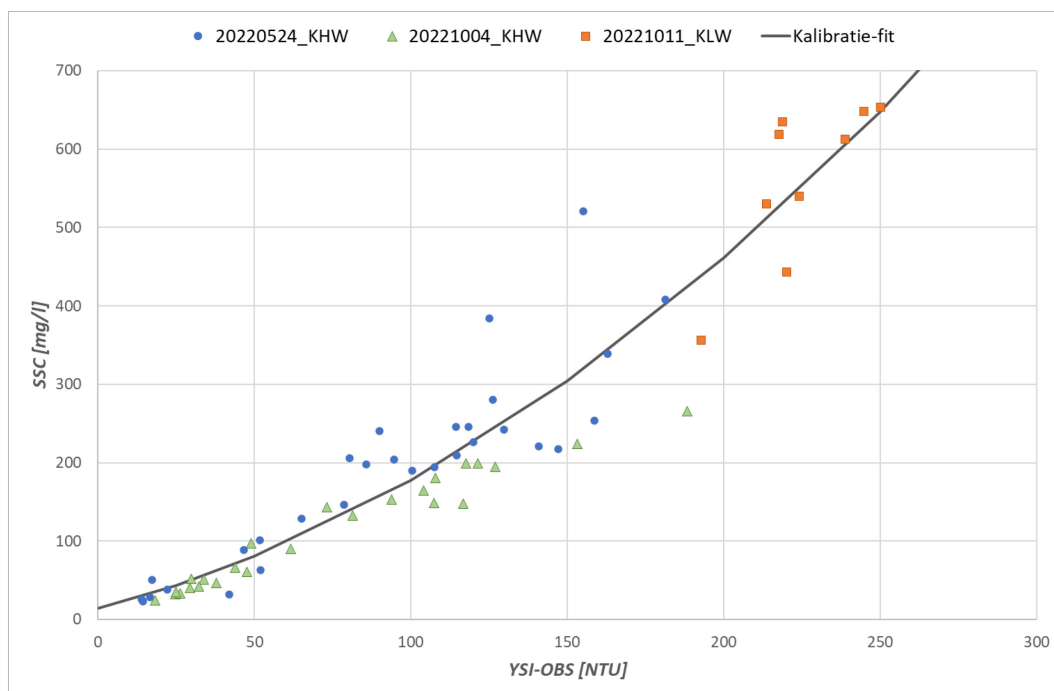
Figuur 4 – Kalibratie YSI-OBS op basis van pompstalen te Kruiabeke

3.1.2 Driegoten-Weert

Figuur 5 geeft de puntenkoppels weer voor de gemeten turbiditeit en bijbehorende sedimentconcentratie voor de verschillende meetcampagnes te Driegoten-Weert. De gegevens van de 31/5/2022 werden niet mee in beschouwing genomen aangezien de metingen van de YSI dubieus bleken. Op basis van de dataset is ervoor gekozen om een kwadratische regressie toe te passen op deze dataset. Dit wijkt af van wat voor Kruikeke is toegepast (lineair), maar is toch verkozen aangezien dit een betere benadering blijkt. Dit resulteert in volgende ijkingsrelatie:

$$\text{SSC [mg/l]} = 0,006 \times (\text{Turbiditeit [NTU]})^2 + 1,03 \times (\text{Turbiditeit [NTU]}) + 14,0$$

Deze relatie ($R^2 = 0,91$) werd toegepast op de gemeten turbiditeiten tijdens de meetcampagnes in Driegoten-Weert.



Figuur 5 – Kalibratie YSI-OBS op basis van pompstalen te Driegoten-Weert

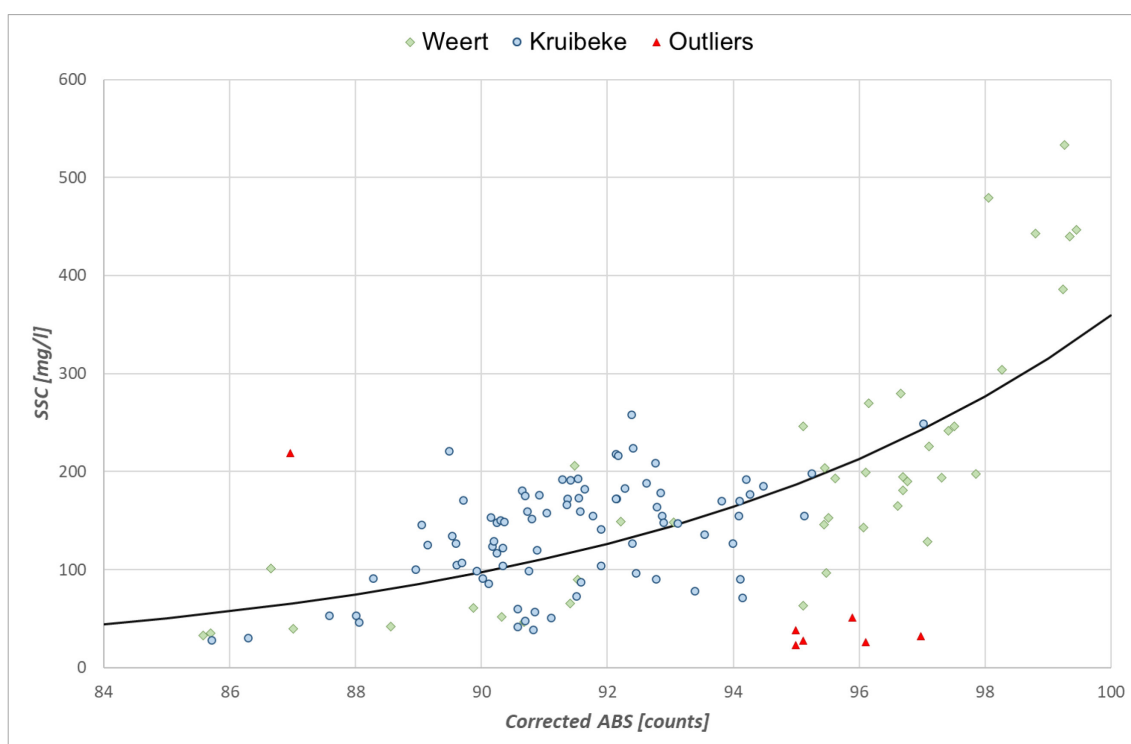
3.2 Akoestische backscatter

Figuur 6 geeft de puntenkoppels weer voor de gecorrigeerde akoestische backscatter (cABS) en bijbehorende sedimentconcentratie uit de pompstalen voor alle meetcampagnes. Aangezien er geen onderscheid zichtbaar was tussen beide locaties, is ervoor gekozen één relatie toe te passen voor beide locaties en voor alle meetcampagnes. Voordat de regressie opgemaakt werd, werden outliers (gedefinieerd als punten waarbij residu > standaardafwijking) uit de dataset verwijderd (betreft minder dan 10 punten).

Op basis van de scatter is ervoor gekozen om een exponentiële regressie toe te passen op deze dataset. Dit sluit aan bij de theoretische verwachting (zie § 2.2.3 - ABS). Dit resulteert in volgende ijkingsrelatie:

$$SSC = 7,56 \text{ E-4} \times \exp(0,13 \times \text{cABS})$$

Deze relatie ($R^2 = 0,70$) werd toegepast op de gecorrigeerde akoestische backscatter voor alle meetcampagnes.



Figuur 6 – Kalibratie ADCP-ABS op basis van pompstalen (alle meetcampagnes)

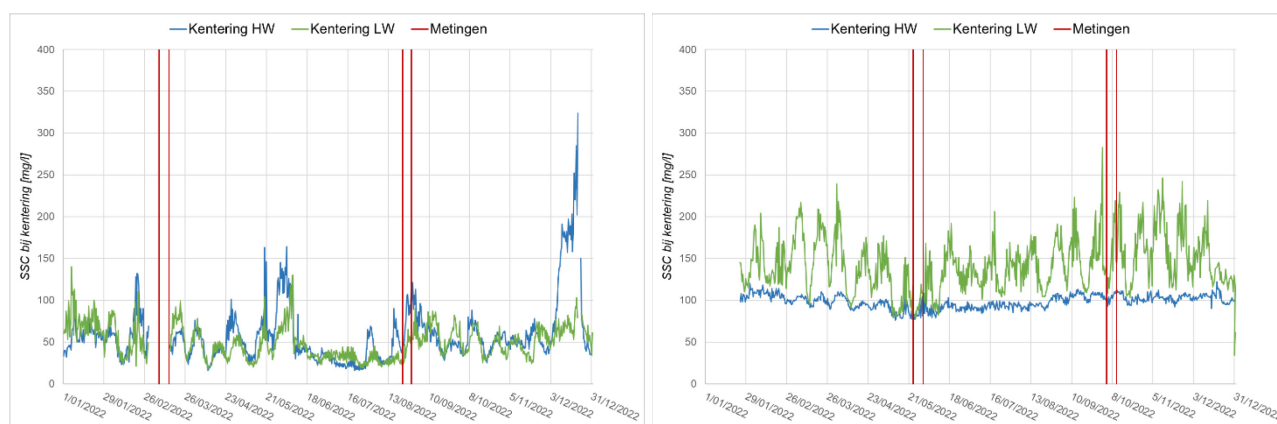
4 Resultaten

In Tabel 3 is een overzicht gegeven van de uitgevoerde meetcampagnes. In de volgende paragrafen worden voor elke meetdag de resultaten gepresenteerd van de gemeten stroomsnelheid alsook de uit de ABS afgeleide sedimentconcentratie.

Daarnaast zijn in bijlage de resultaten opgenomen van de verticale verdeling van de sedimentconcentratie (YSI-OBS) en de mediane korrelgrootte (LISST-100X) voor elke profilering. Aangezien tijdens het profileren ook waterstalen werden genomen, zijn er op bepaalde diepten meerdere metingen beschikbaar (schijnbare horizontale zwarte lijn = meerdere opeenvolgende metingen op bepaalde diepte). Dit geeft een beeld van de variatie in SSC en D50 gedurende de tijd nodig is voor het uitvoeren van de staalname (ca. 60’’).

De uit de ABS afgeleide SSC vertoont in alle metingen een afwijking in de bovenste meetcel. Aangezien de waarde van de stroomsnelheid en -richting hier geen afwijking vertoont, is ook de SSC behouden. Bij gebruik van deze gegevens dient rekening gehouden te worden dat deze eerste meetcel op vlak van SSC mogelijk niet betrouwbaar is.

Figuur 7 geeft het verloop van de SSC bij kentering HW en kentering LW weer voor 2022 in de continue meetstations Kruikeke en Weert. In beide stations zijn de periodieke variaties zichtbaar die toe te schrijven zijn aan de springtij-doodtij-cyclus. In Kruikeke zijn er daarnaast nog enkele periode met verhoogde waarden (oa. in de periode van de laatste 2 meetcampagnes) die vermoedelijk samenhangen met stortingen van onderhoudsspecie (slib) ter hoogte van Punt van Melsele. In Weert is er een bijkomende (beperkte) seizoenale variatie, met ietwat hogere waarden op het einde van de zomer.

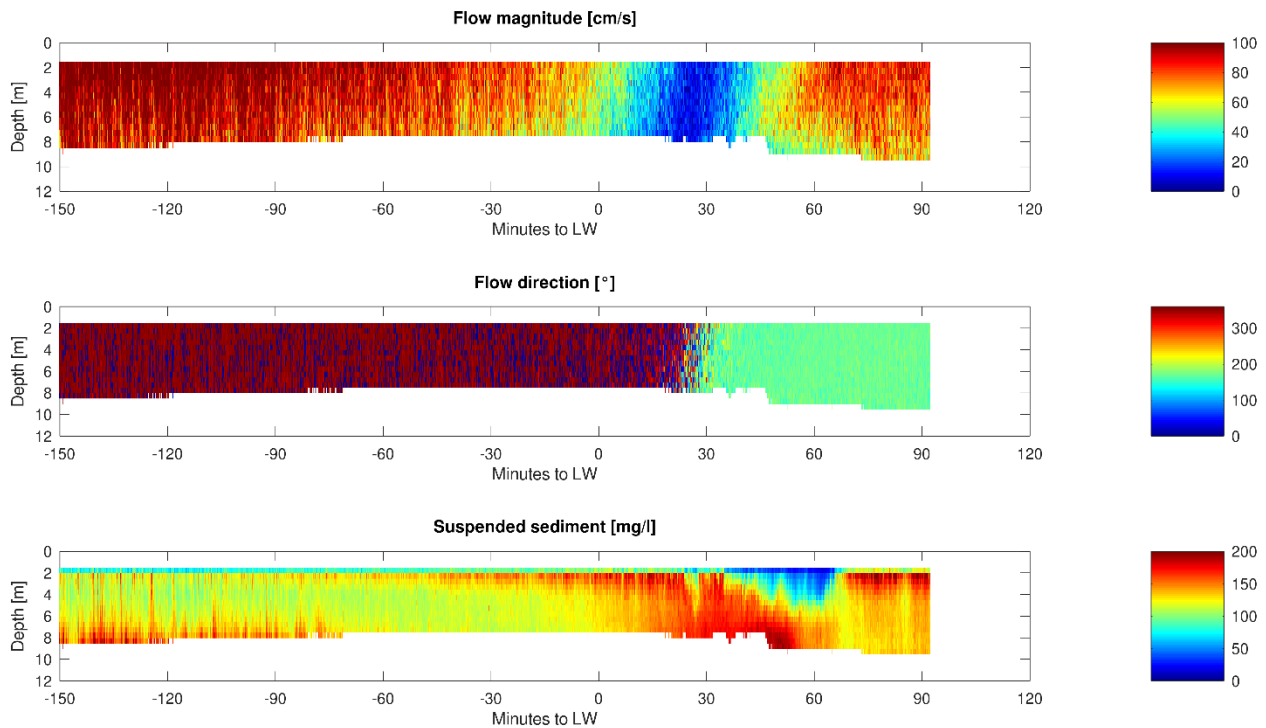


Figuur 7 – Verloop van de SSC bij kentering HW (-) en kentering LW (-) te Kruikeke (links) en Weert (rechts) in 2022
Rode verticale lijnen geven de momenten weer van de meetcampagnes

4.1 Resultaten 08/03/2022

Figuur 8 geeft het verloop van de stroomsnelheid (magnitude en richting) weer, alsook van de uit de ADCP-ABS afgeleide sedimentconcentratie.

De resultaten van de sedimentconcentratie, alsook van de mediane korrelgrootte (D50) van de verschillende verticale profielen die tijdens de meetdag werden opgemeten door profilering van het meetframe, worden weergegeven in Bijlage 1 Resultaten 08/03/2022.

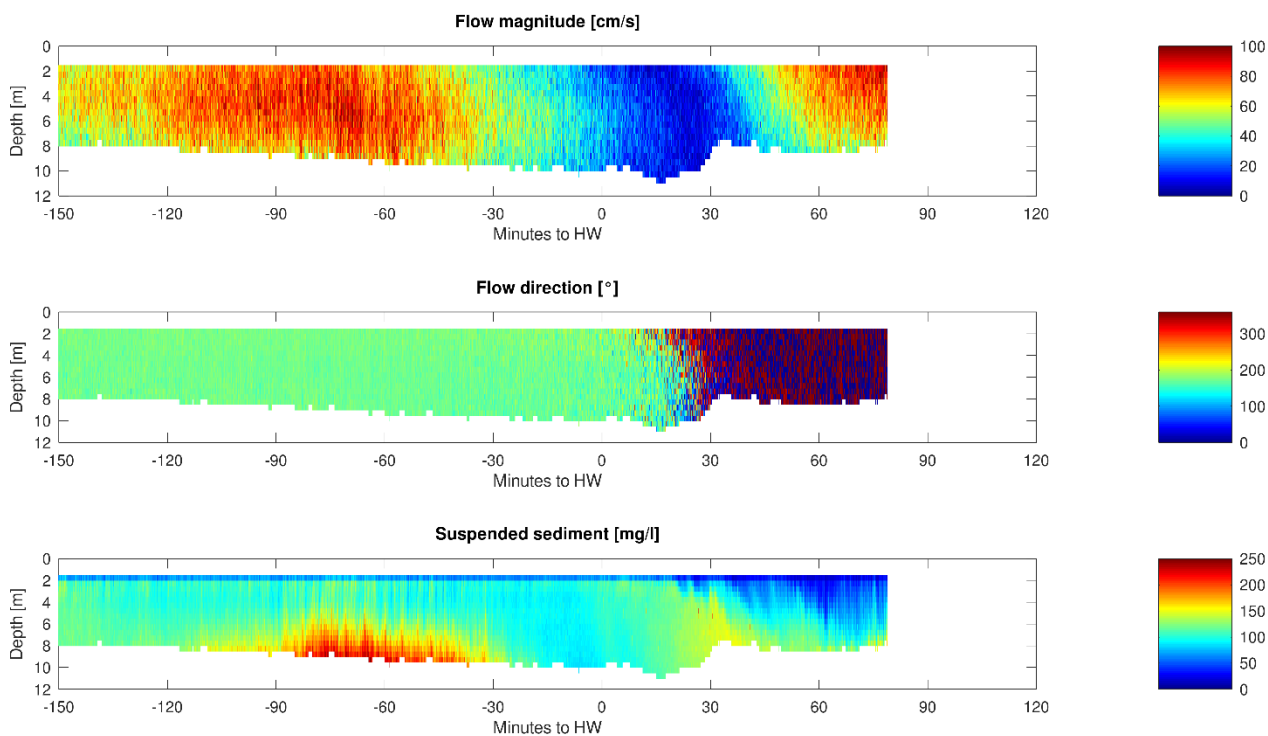


Figuur 8 – Verloop van stroomsnelheid (magnitude – boven en richting – midden) en sedimentconcentratie afgeleid uit ABS (onder)

4.2 Resultaten 15/03/2022

Figuur 9 geeft het verloop van de stroomsnelheid (magnitude en richting) weer, alsook van de uit de ADCP-ABS afgeleide sedimentconcentratie.

De resultaten van de sedimentconcentratie, alsook van de mediane korrelgrootte (D50) van de verschillende verticale profielen die tijdens de meetdag werden opgemeten door profilering van het meetframe, worden weergegeven in Bijlage 2 Resultaten 15/03/2022.

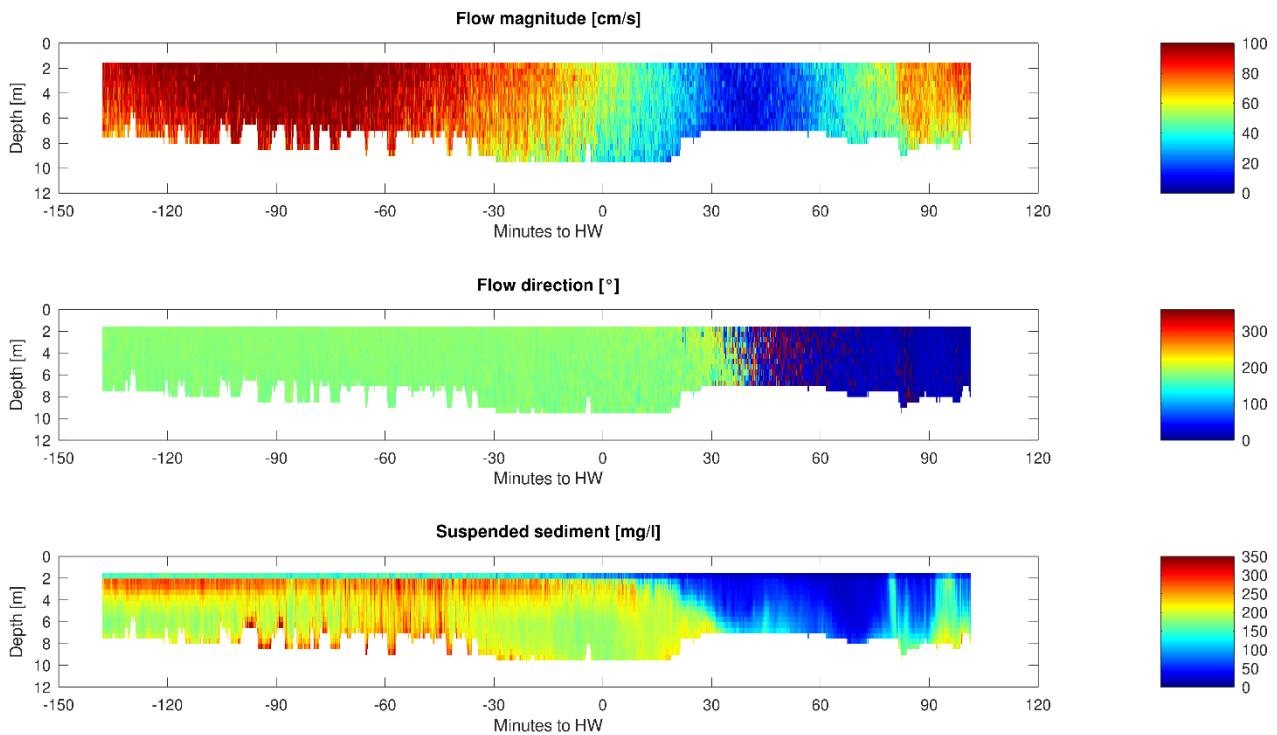


Figuur 9 – Verloop van stroomsnelheid (magnitude – boven en richting – midden) en sedimentconcentratie afgeleid uit ABS (onder)

4.3 Resultaten 24/05/2022

Figuur 10 geeft het verloop van de stroomsnelheid (magnitude en richting) weer, alsook van de uit de ADCP-ABS afgeleide sedimentconcentratie.

De resultaten van de sedimentconcentratie, alsook van de mediane korrelgrootte (D50) van de verschillende verticale profielen die tijdens de meetdag werden opgemeten door profilering van het meetframe, worden weergegeven in Bijlage 3 Resultaten 24/05/2022.

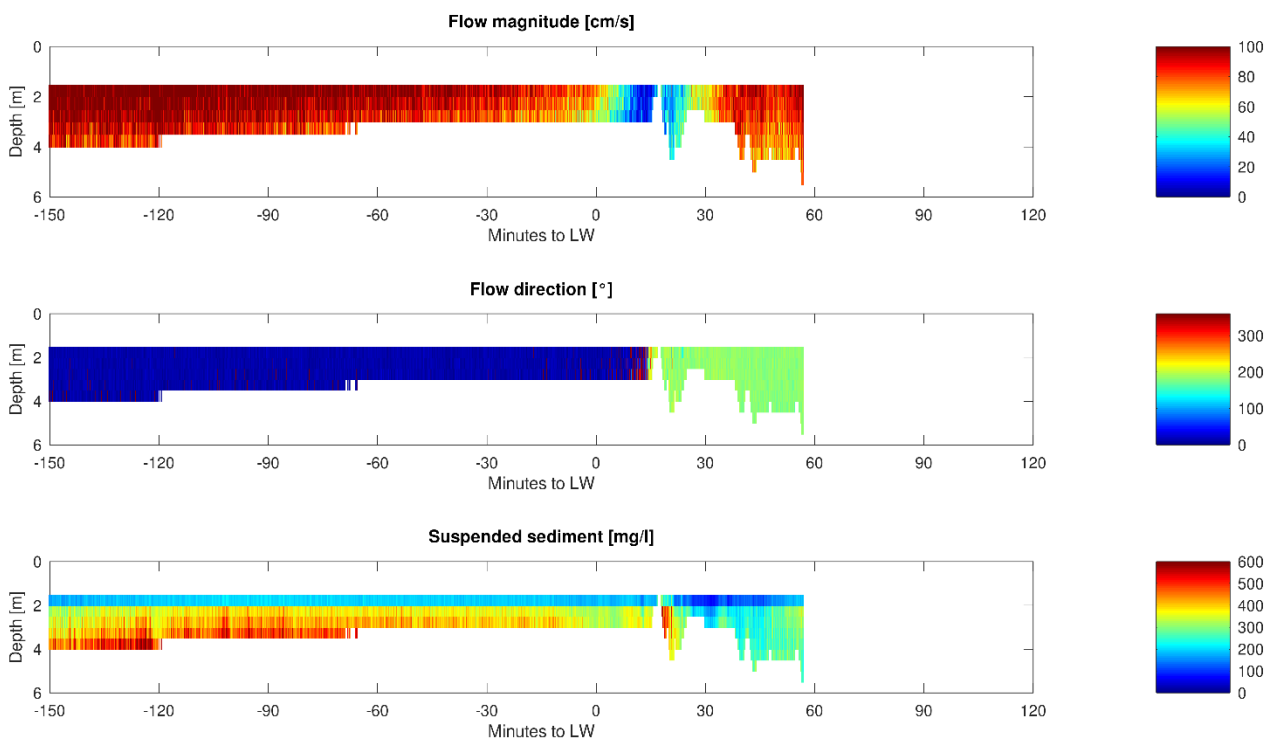


Figuur 10 – Verloop van stroomsnelheid (magnitude – boven en richting – midden) en sedimentconcentratie afgeleid uit ABS (onder)

4.4 Resultaten 31/05/2022

Figuur 11 geeft het verloop van de stroomsnelheid (magnitude en richting) weer, alsook van de uit de ADCP-ABS afgeleide sedimentconcentratie.

De resultaten van de mediane korrelgrootte (D50) van de verschillende verticale profielen die tijdens de meetdag werden opgemeten door profilering van het meetframe, worden weergegeven in Bijlage 4 Resultaten 31/05/2022. Door problemen met de YSI-OBS zijn er geen betrouwbare resultaten van de SSC op basis van dit toestel.

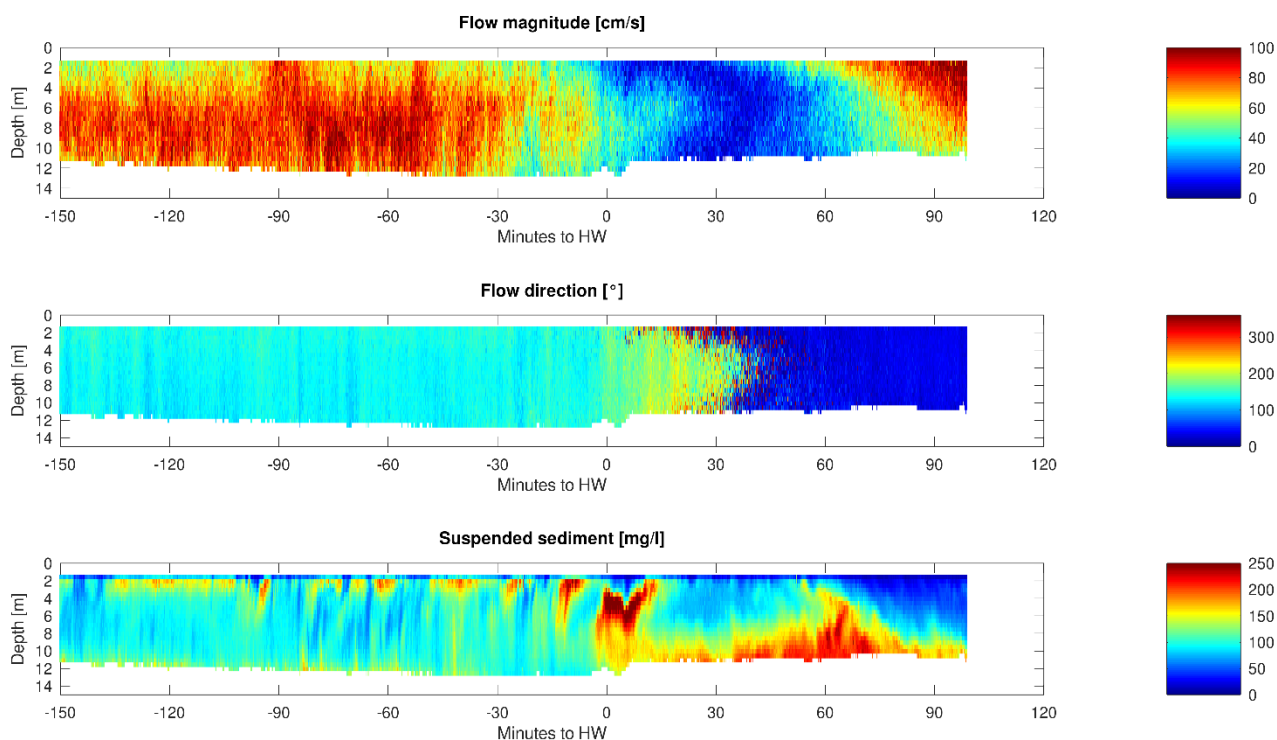


Figuur 11 – Verloop van stroomsnelheid (magnitude – boven en richting – midden) en sedimentconcentratie afgeleid uit ABS (onder)

4.5 Resultaten 23/08/2022

Figuur 12 geeft het verloop van de stroomsnelheid (magnitude en richting) weer, alsook van de uit de ADCP-ABS afgeleide sedimentconcentratie. Deze laatste kent een opmerkelijk patroon met hogere waarden nabij het wateroppervlak. Door het ontbreken van metingen van de YSI-OBS, kan de juistheid van deze meting niet nagegaan worden. Deze resultaten dienen met de nodige voorzichtigheid gebruikt te worden.

De resultaten van de sedimentconcentratie, alsook van de mediane korrelgrootte (D50) van de verschillende verticale profielen die tijdens de meetdag werden opgemeten door profilering van het meetframe, worden weergegeven in Bijlage 5 Resultaten 23/08/2022. Door problemen met de YSI-OBS zijn er geen betrouwbare resultaten van de SSC op basis van dit toestel.

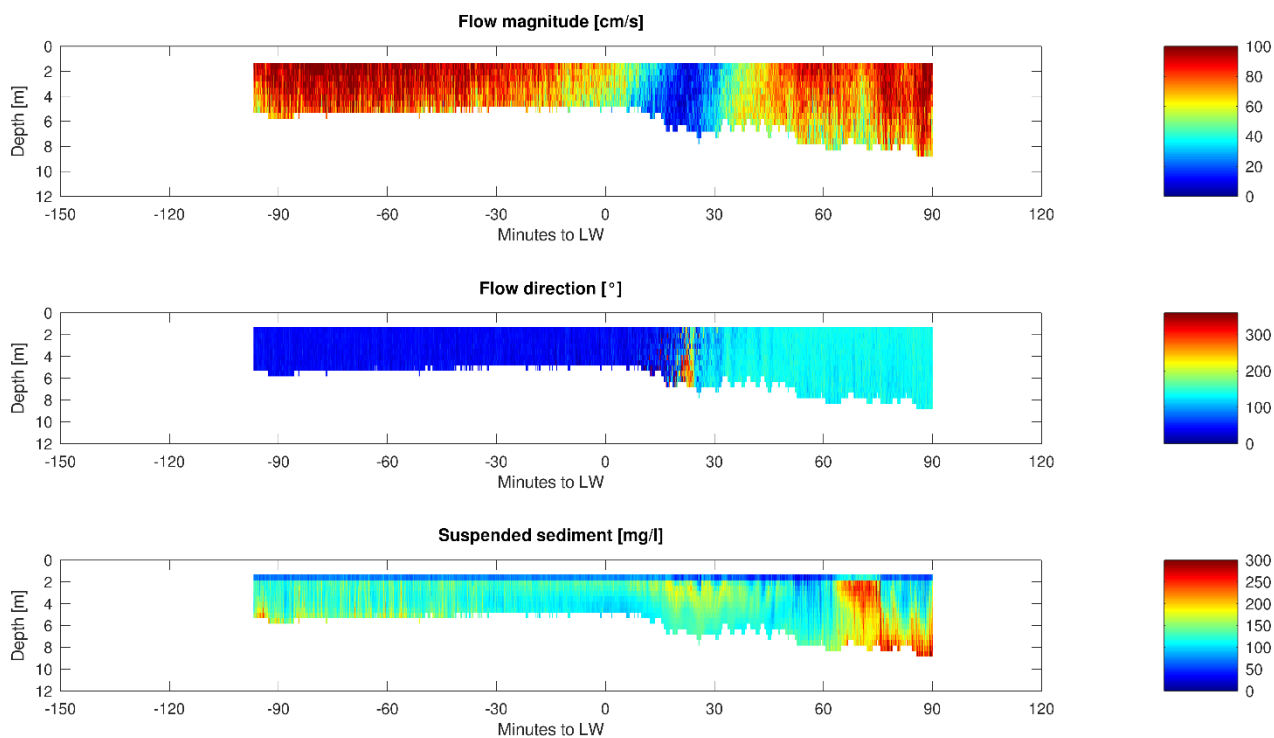


Figuur 12 – Verloop van stroomsnelheid (magnitude – boven en richting – midden) en sedimentconcentratie afgeleid uit ABS (onder)

4.6 Resultaten 29/08/2022

Figuur 13 geeft het verloop van de stroomsnelheid (magnitude en richting) weer, alsook van de uit de ADCP-ABS afgeleide sedimentconcentratie.

De resultaten van de sedimentconcentratie, alsook van de mediane korrelgrootte (D50) van de verschillende verticale profielen die tijdens de meetdag werden opgemeten door profilering van het meetframe, worden weergegeven in Bijlage 6 Resultaten 29/08/2022.

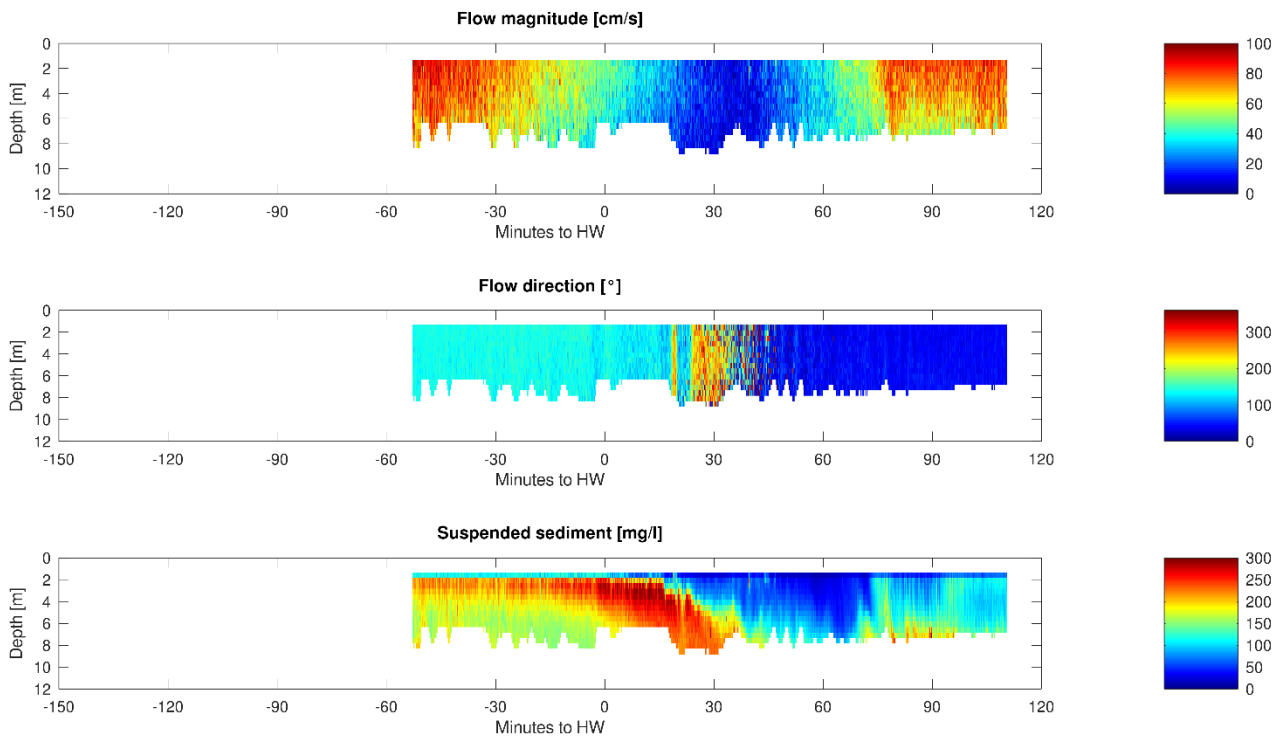


Figuur 13 – Verloop van stroomsnelheid (magnitude – boven en richting – midden) en sedimentconcentratie afgeleid uit ABS (onder)

4.7 Resultaten 04/10/2022

Figuur 14 geeft het verloop van de stroomsnelheid (magnitude en richting) weer, alsook van de uit de ADCP-ABS afgeleide sedimentconcentratie.

De resultaten van de sedimentconcentratie, alsook van de mediane korrelgrootte (D50) van de verschillende verticale profielen die tijdens de meetdag werden opgemeten door profilering van het meetframe, worden weergegeven in Bijlage 7 Resultaten 04/10/2022.

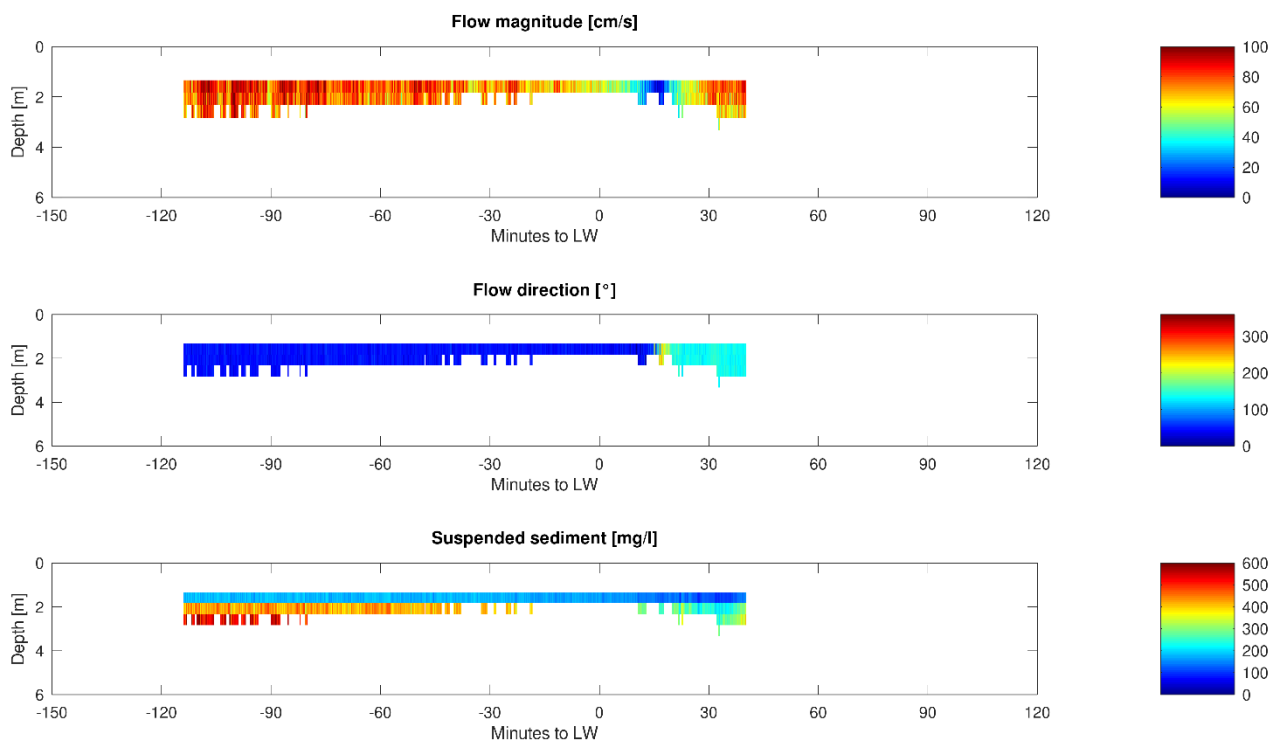


Figuur 14 – Verloop van stroomsnelheid (magnitude – boven en richting – midden) en sedimentconcentratie afgeleid uit ABS (onder)

4.8 Resultaten 11/10/2022

Figuur 15 geeft het verloop van de stroomsnelheid (magnitude en richting) weer, alsook van de uit de ADCP-ABS afgeleide sedimentconcentratie. Gelet op de beperkte waterdiepte ter hoogte van de meetlocatie, is de hoeveelheid beschikbare meetdata beperkt.

De resultaten van de sedimentconcentratie, alsook van de mediane korrelgrootte (D50) van de verschillende verticale profielen die tijdens de meetdag werden opgemeten door profilering van het meetframe, worden weergegeven in Bijlage 8 Resultaten 11/10/2022.



Figuur 15 – Verloop van stroomsnelheid (magnitude – boven en richting – midden) en sedimentconcentratie afgeleid uit ABS (onder)

5 Referenties

Hertoghs, R.; Vereecken, H.; Boeckx, L.; Deschamps, M.; Mostaert, F. (2018). Vijfjarig overzicht van de tijdwaarnemingen in het Zeescheldebekken: tijdvak 2011-2015. Versie 4.0. *WL Rapporten*, 16_035_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen. Available at: <http://documentatiecentrum.watlab.be/owa/imis.php?module=ref&refid=295302>

Landers, M.N.; Straub, T.D.; Wood, M.S.; Domanski, M.M. (2016). Sediment Acoustic Index Method for Computing Continuous Suspended-Sediment Concentrations. *U.S. Geol. Surv. Tech. Methods, B. 3, Chap. C5*. ISBN 9781411340619. 63 pp. Available at: <http://pubs.usgs.gov/tm/03/c05/tm3c5.pdf>

Lohrmann, A. (2001). Monitoring Sediment Concentration with acoustic backscattering instruments

Plancke, Y.; Vanlierde, E.; Taverniers, E. (2012). Monitoring of physical parameters within the scope of the Dutch-Flemish integrated monitoring program, *in*: Mostaert, F. (Ed.) (2012). *Hydraulic Measurements and Experimental Methods 2012 Conference (HMEM 2012), Snowbird, Utah, August 12-15, 2012*. American Society of Civil Engineers (ASCE). pp.[1-6]

Sheng, J.; Hay, A.E. (1988). An examination of the spherical scatterer approximation in aqueous suspensions of sand. *J. Acoust. Soc. Am.* 83(2): 598–610. doi:10.1121/1.396153

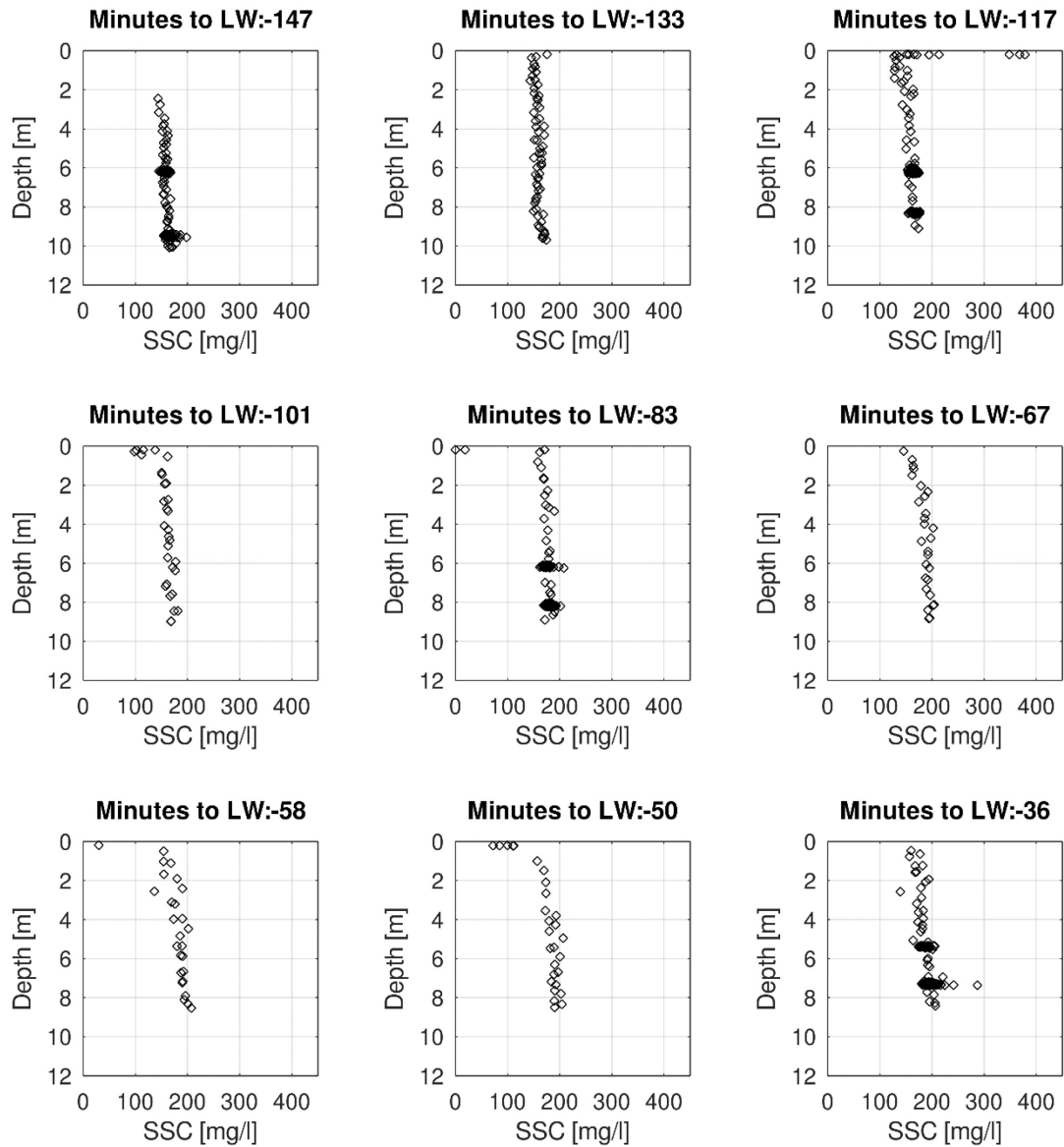
Taverniers, E.; Plancke, Y.; Mostaert, F. (2013). MONEOS - jaarboek monitoring WL - Basisboek: overzicht monitoring hydrodynamiek en fysische parameters zoals door WL in het Zeescheldebekken gemeten - uitleggend basisboek met algemene situering, methodologie en achtergrond. *WL Rapporten*, 12_070. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen

Urlick, R.J. (1983). Principles of Underwater Sound. 3rd ed. Peninsula Pub. ISBN 9780932146625. 444 pp.

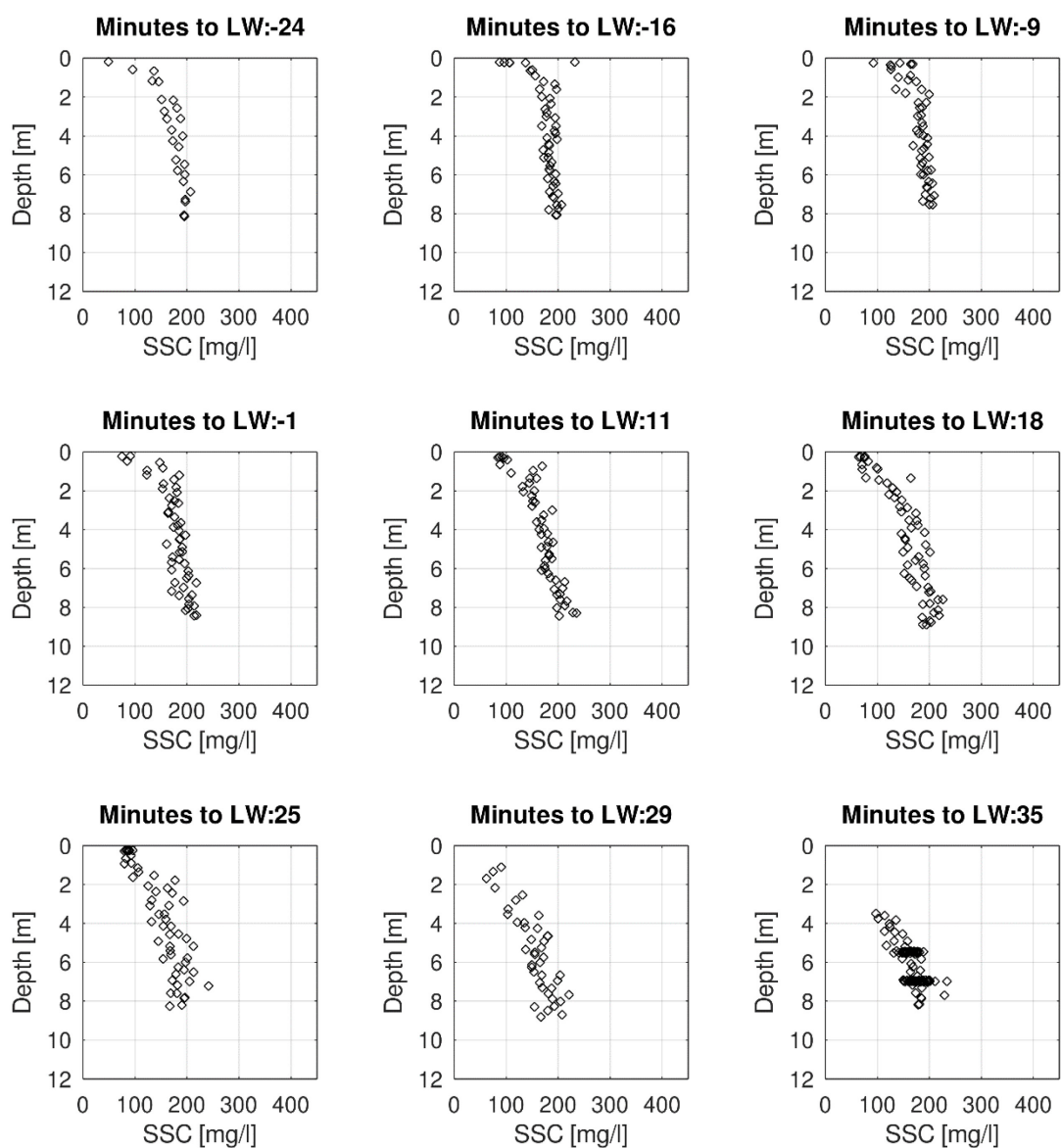
Vandenbruwaene, W.; Bertels, J.; Michielsen, S.; Thant, S.; van den Berg, M.; Brackx, M.; Hertoghs, R.; Claey, S.; Plancke, Y.; Meire, D.; Vereecken, H.; Deschamps, M. (2022). Monitoring Effecten Ontwikkelingsschets (MONEOS) – Jaarboek monitoring 2021: data rapportage monitoring waterbeweging en fysische parameters in Zeeschelde en bijrivieren. Versie 3.0. *WL Rapporten*, PA047_11. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen. Available at: <https://documentatiecentrum.watlab.be/owa/imis.php?module=ref&refid=359690>

Vandenbruwaene, W.; Bertels, J.; Michielsen, S.; Thant, S.; Van Den Berg, M.; Brackx, M.; Hertoghs, R.; Claey, S.; Plancke, Y.; Vereecken, H.; Meire, D.; Deschamps, M.; Mostaert, F. (2021). Monitoring Effecten Ontwikkelingsschets (MONEOS) – Jaarboek monitoring 2020: data rapportage monitoring waterbeweging en fysische parameters in Zeeschelde en bijrivieren. versie 4.0. *WL Rapporten*, PA047_10. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen. Available at: <http://documentatiecentrum.watlab.be/owa/imis.php?module=ref&refid=344006>

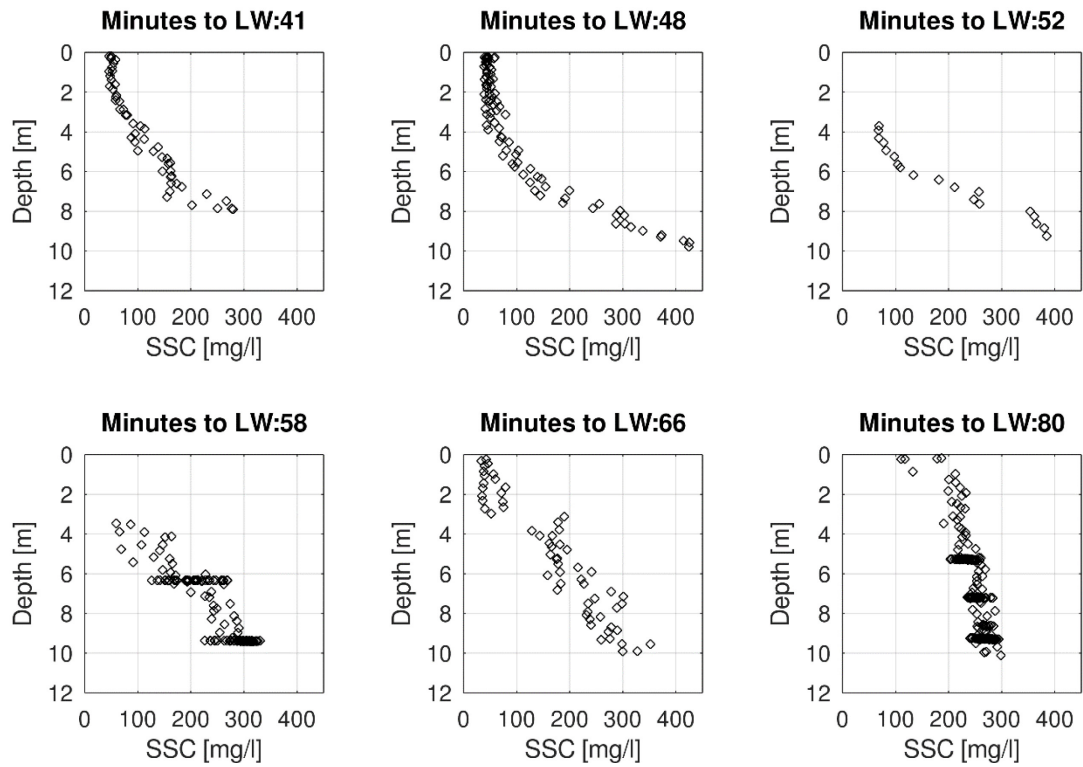
Bijlage 1 Resultaten 08/03/2022



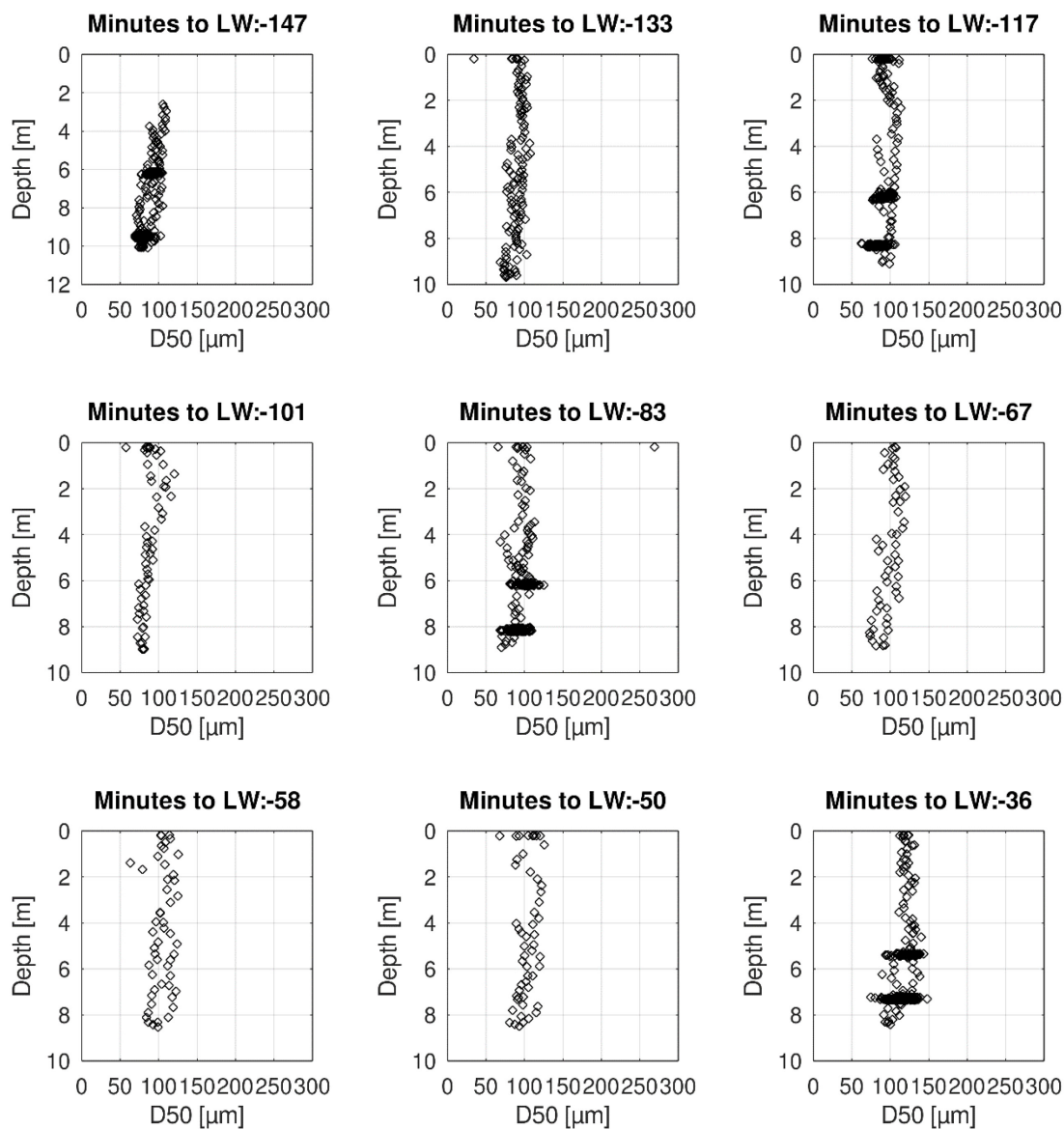
Figuur 16 – Verticaal profiel SSC (uit YSI-OBS) meetdag 08/03/2022 (deel 1)



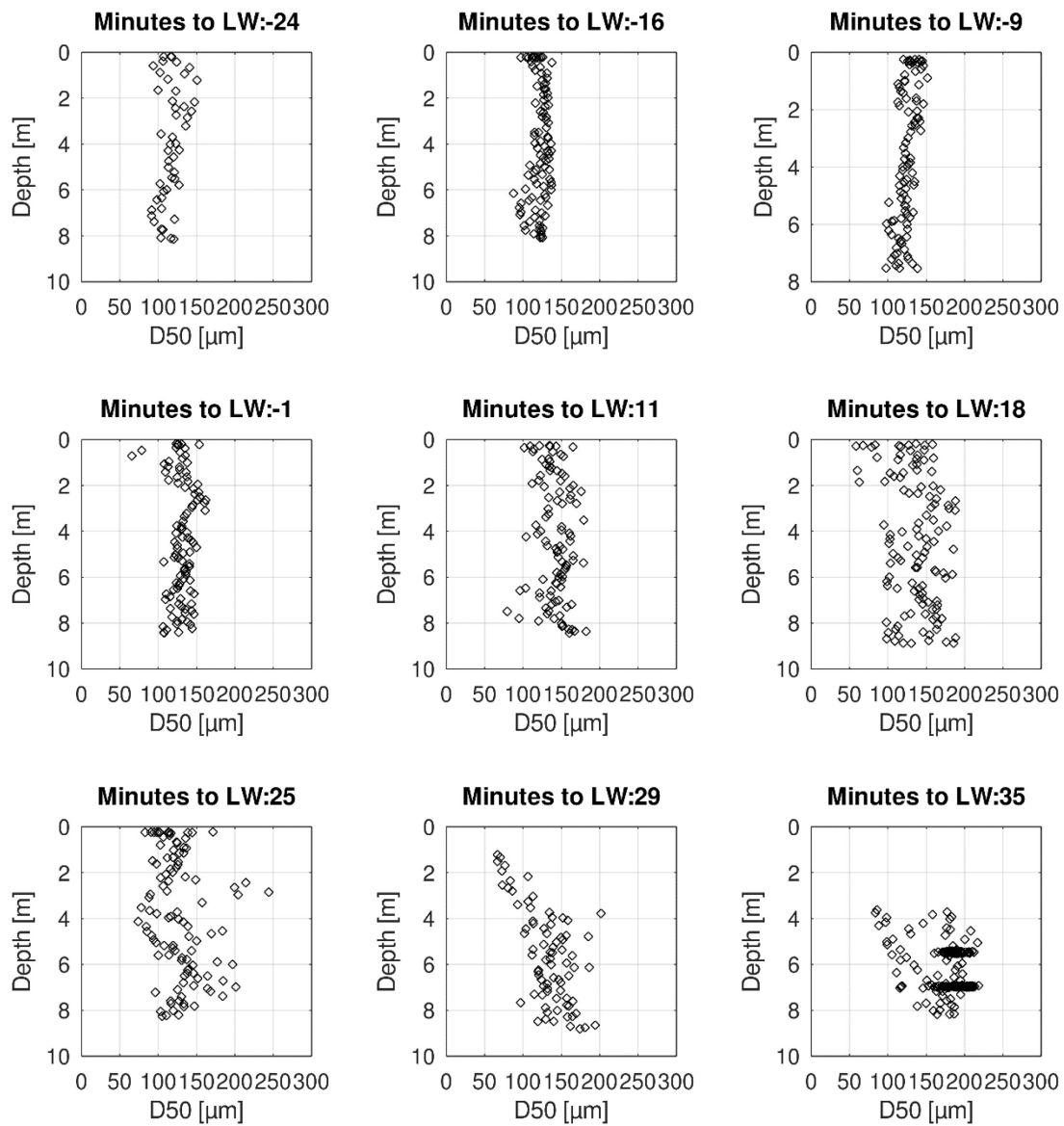
Figuur 17 – Verticaal profiel SSC (uit YSI-OBS) meetdag 08/03/2022 (deel 2)



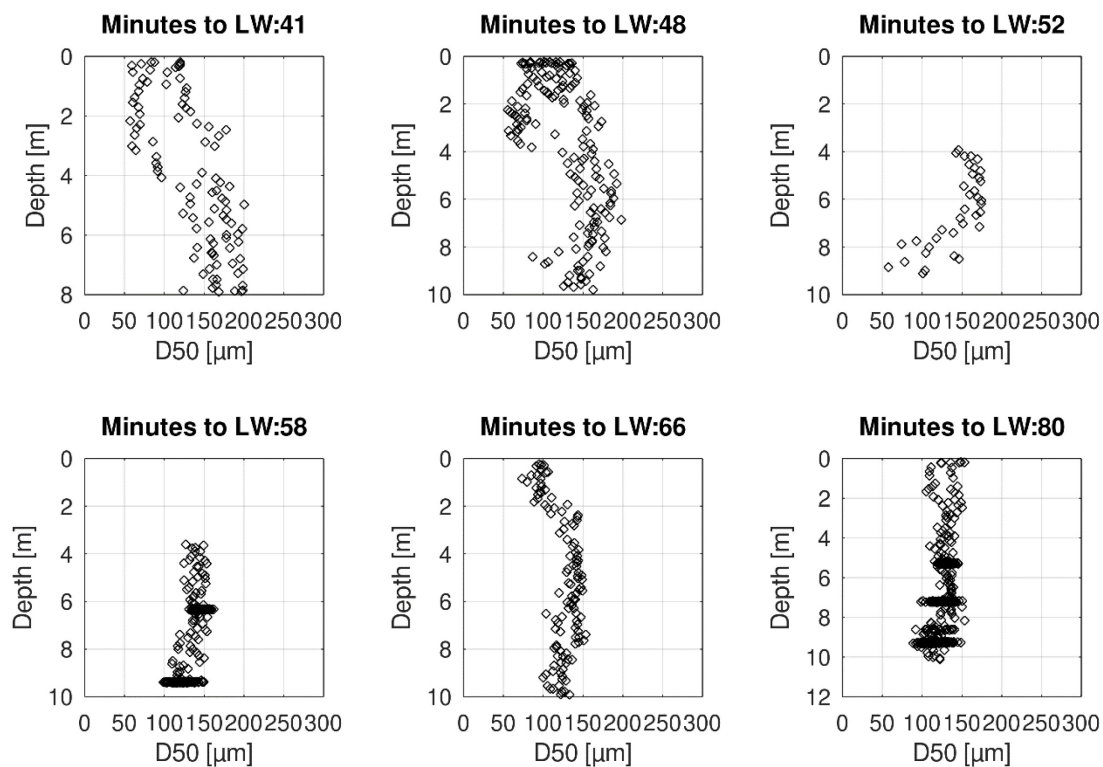
Figuur 18 – Verticaal profiel SSC (uit YSI-OBS) meetdag 08/03/2022 (deel 3)



Figuur 19 – Verticaal profiel D50 (uit LISST-100X) meetdag 08/03/2022 (deel 1)

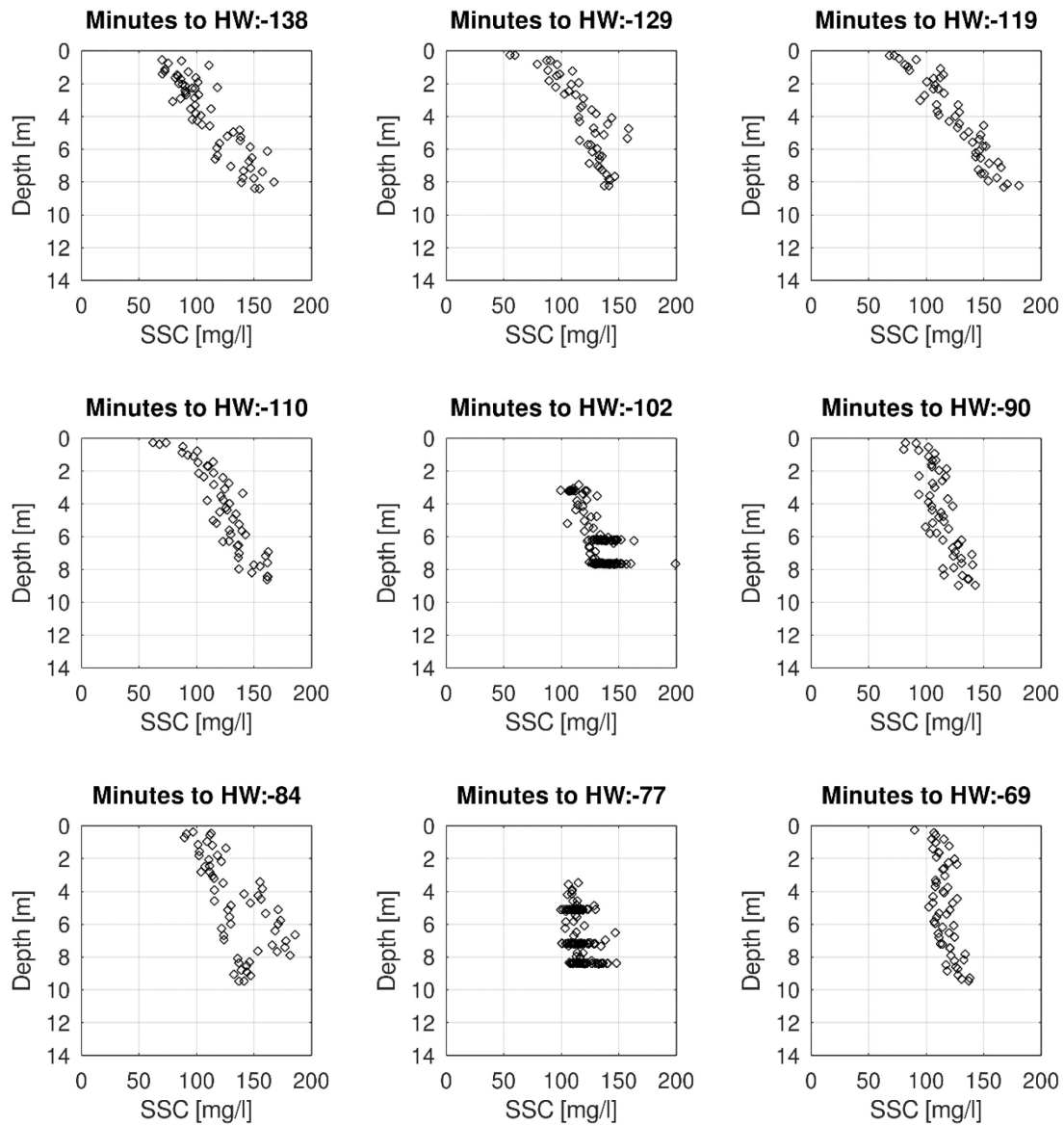


Figuur 20 – Verticaal profiel D50 (uit LISST-100X) meetdag 08/03/2022 (deel 2)

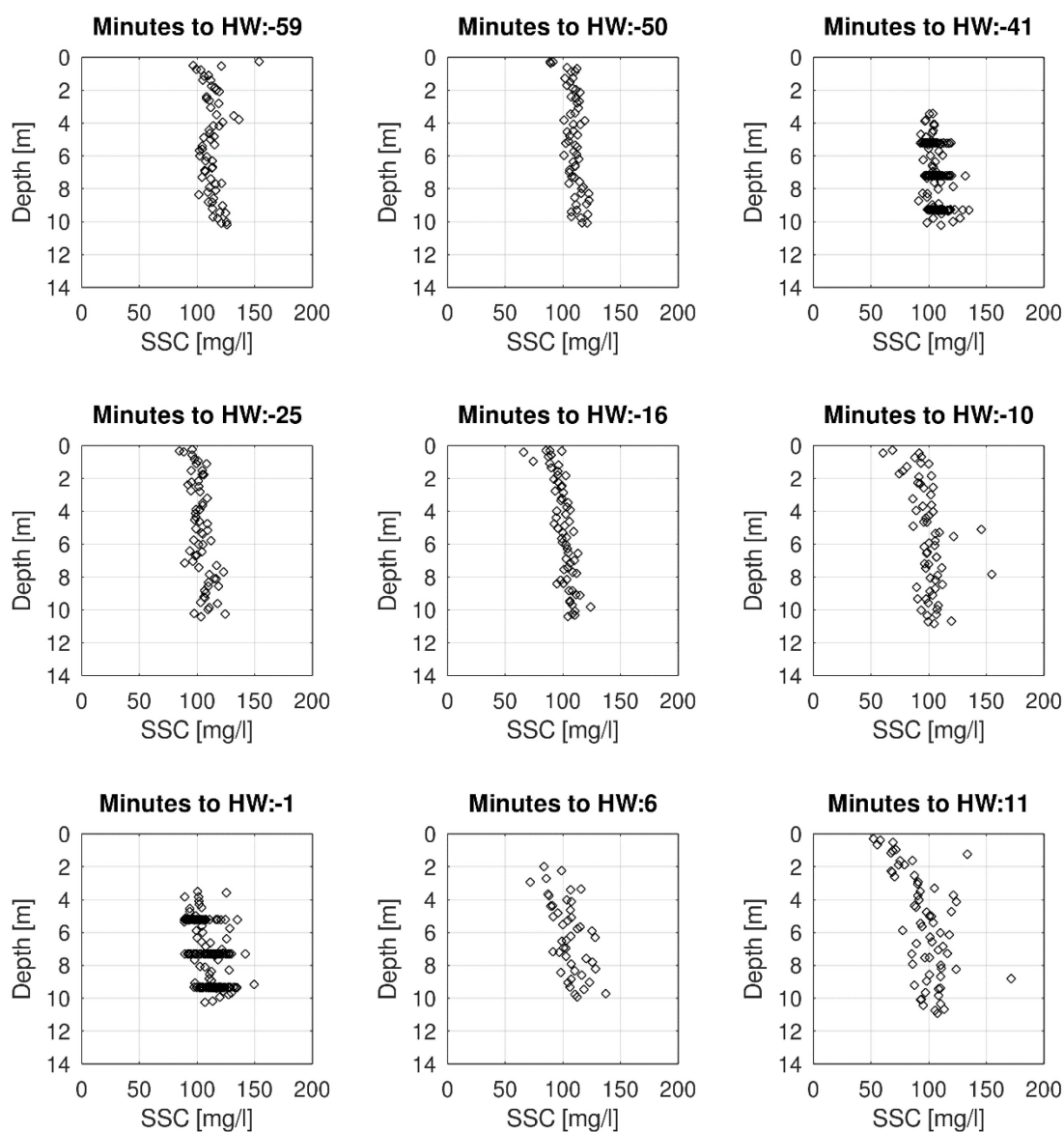


Figuur 21 – Verticaal profiel D50 (uit LISST-100X) meetdag 08/03/2022 (deel 3)

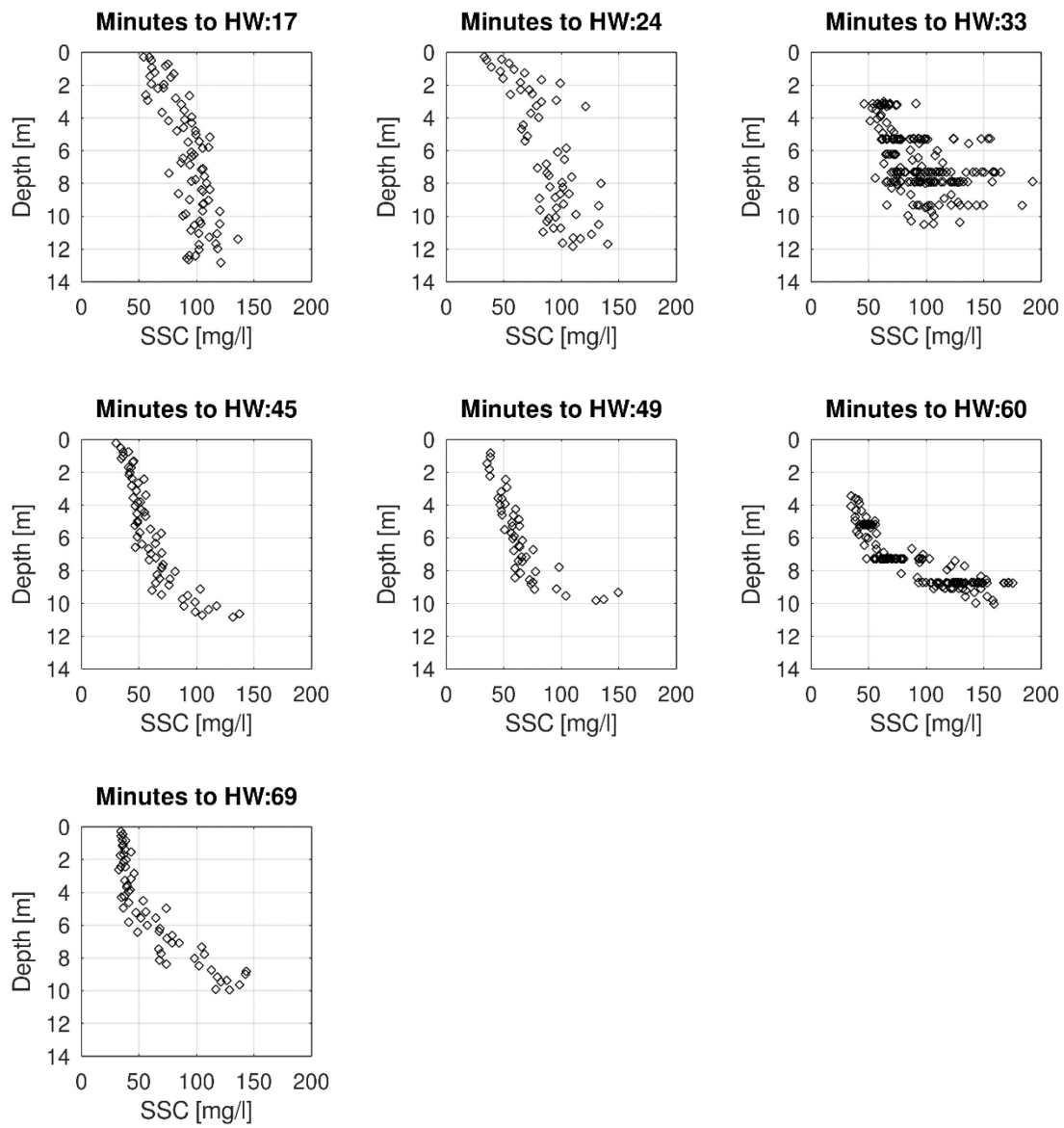
Bijlage 2 Resultaten 15/03/2022



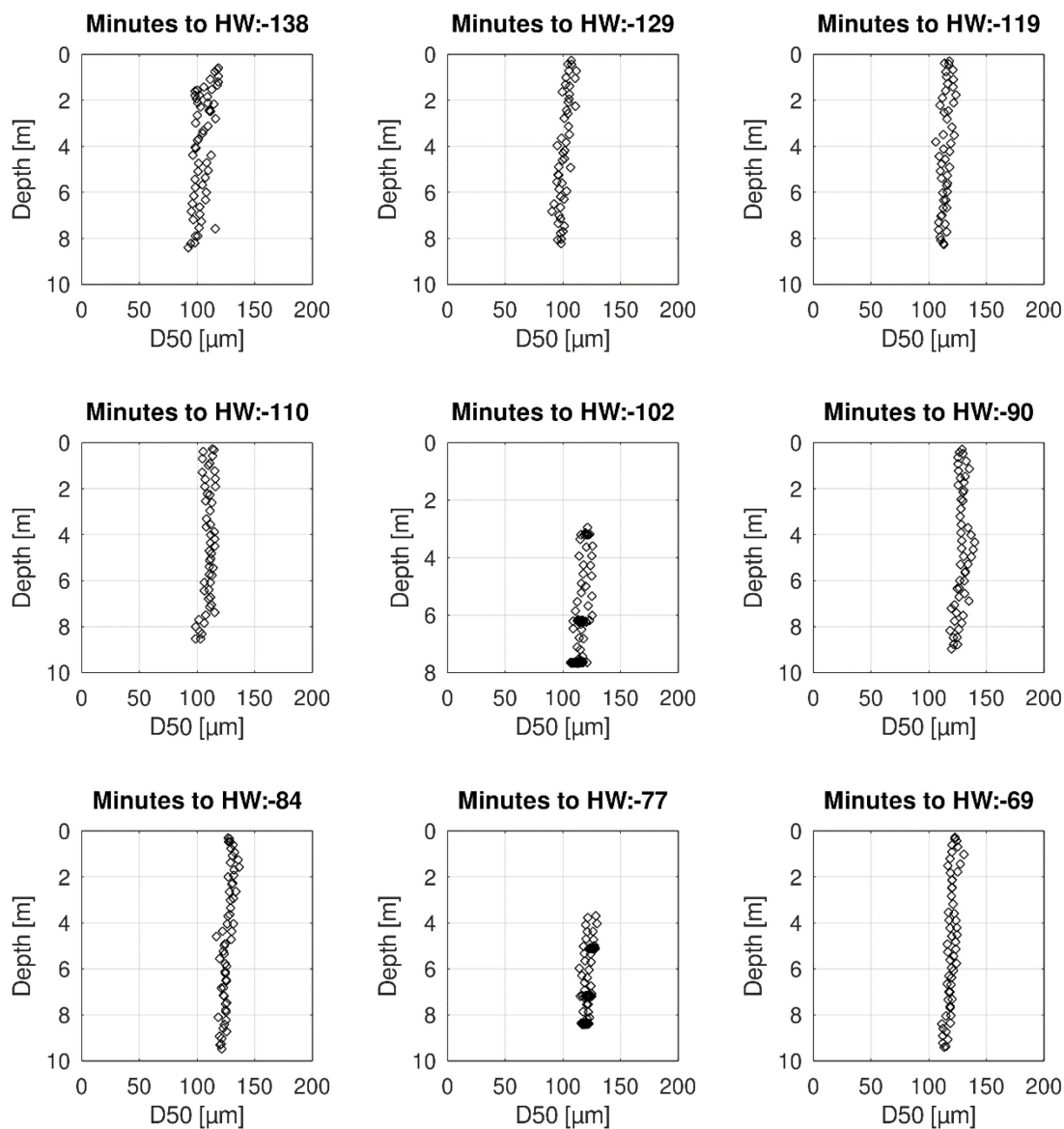
Figuur 22 – Verticaal profiel SSC (uit YSI-OBS) meetdag 15/03/2022 (deel 1)



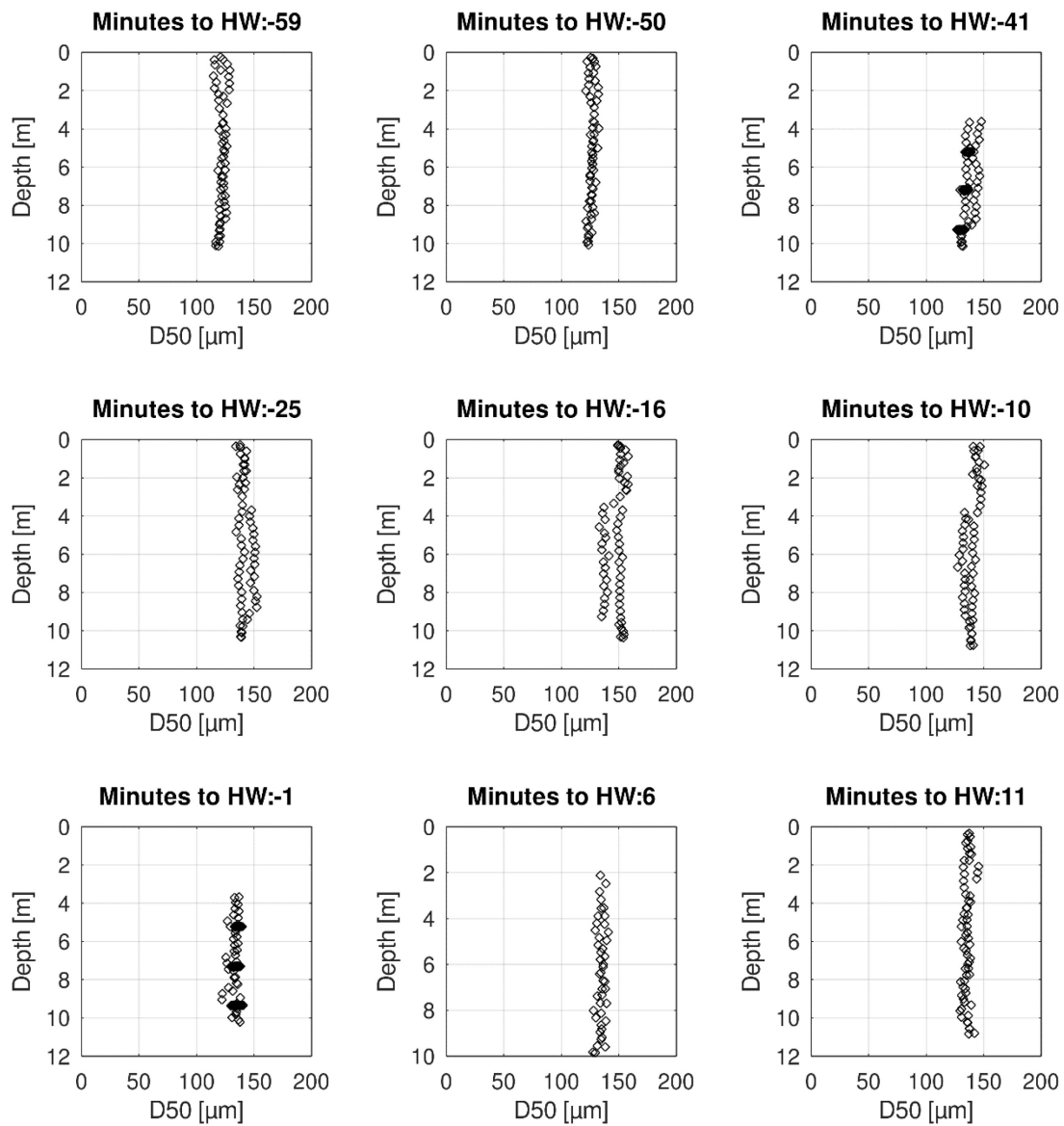
Figuur 23 – Verticaal profiel SSC (uit YSI-OBS) meetdag 15/03/2022 (deel 2)



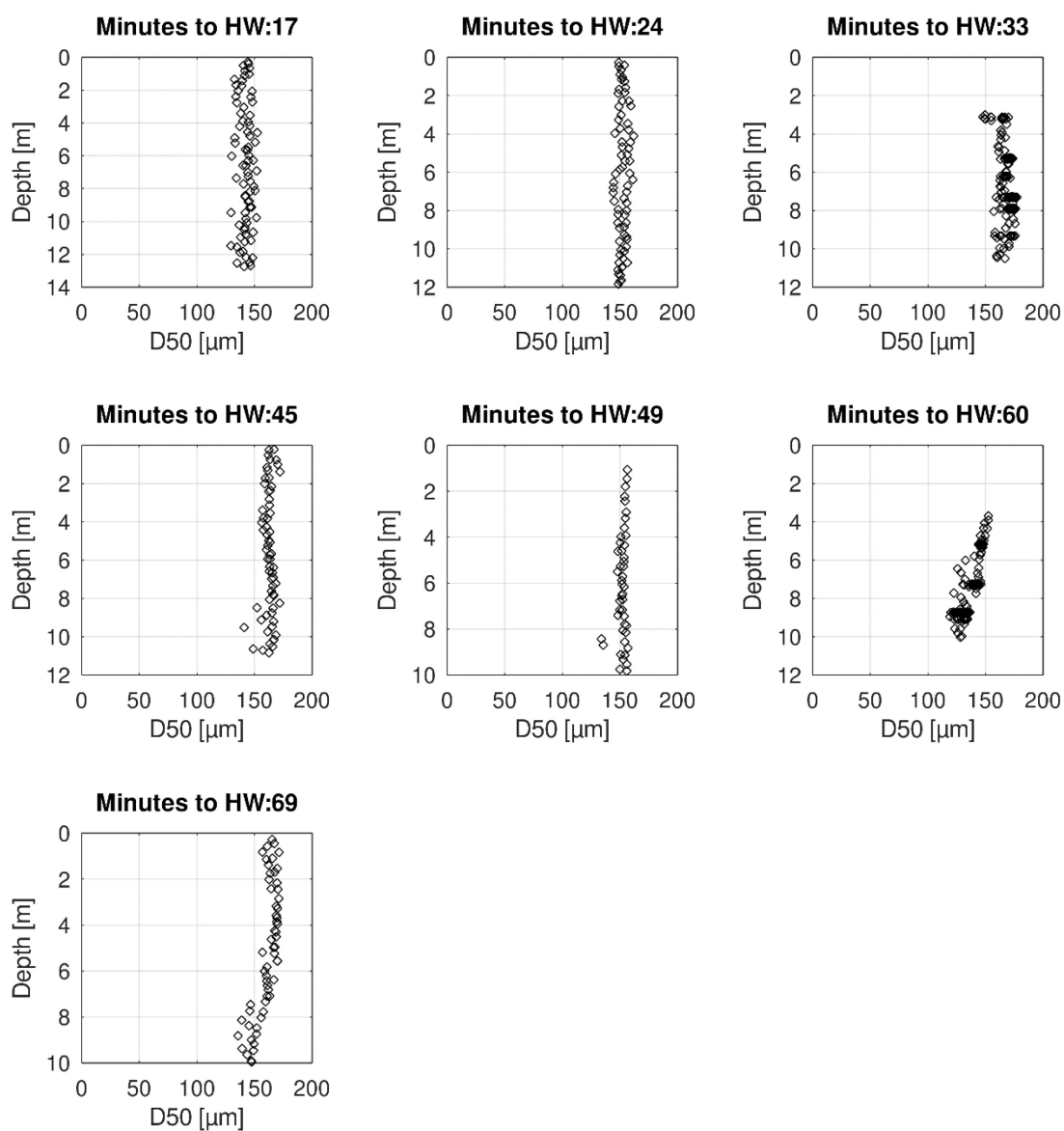
Figuur 24 – Verticaal profiel SSC (uit YSI-OBS) meetdag 15/03/2022 (deel 3)



Figuur 25 – Verticaal profiel D50 (uit LISST-100X) meetdag 15/03/2022 (deel 1)

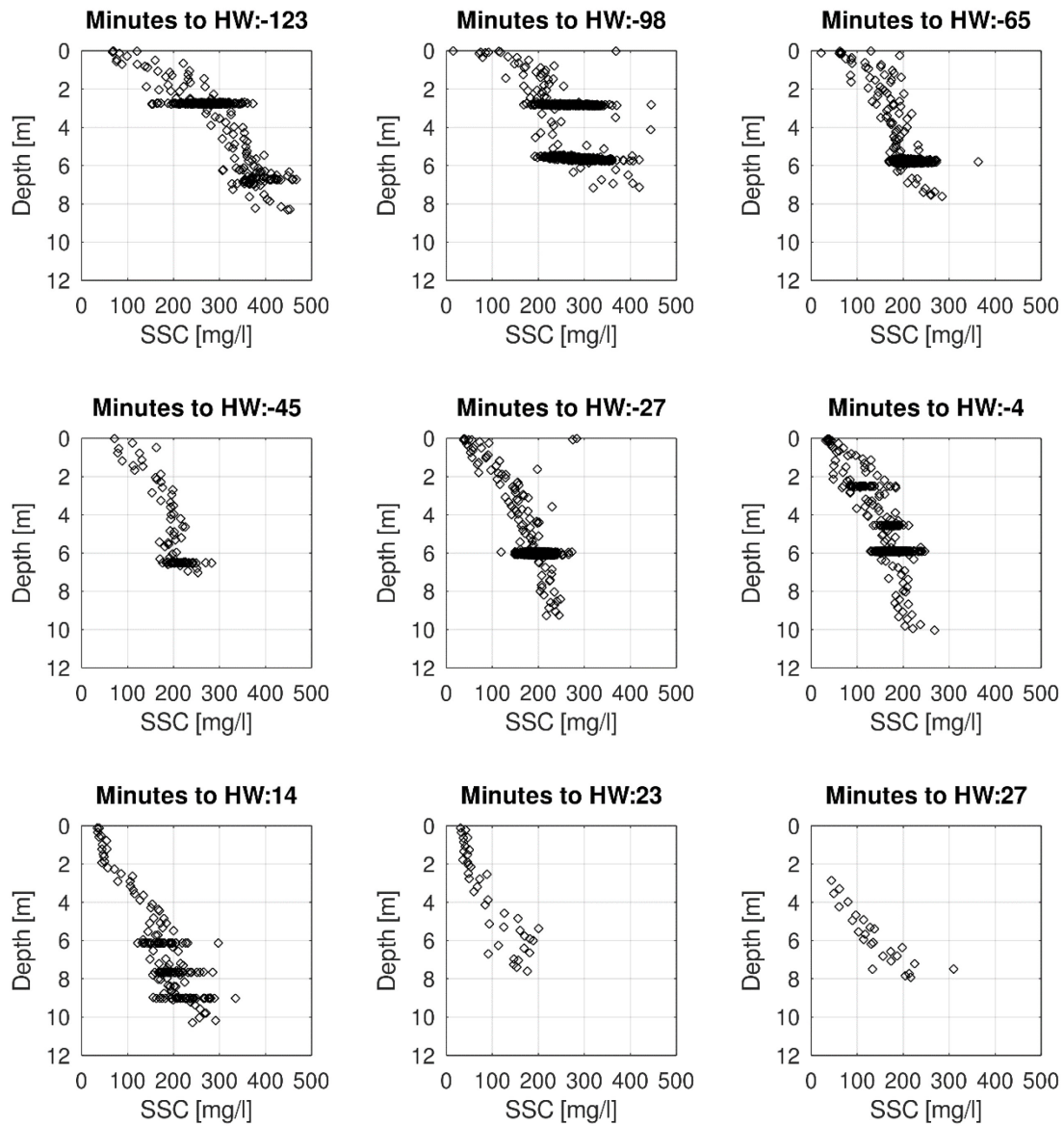


Figuur 26 – Verticaal profiel D50 (uit LISST-100X) meetdag 15/03/2022 (deel 2)

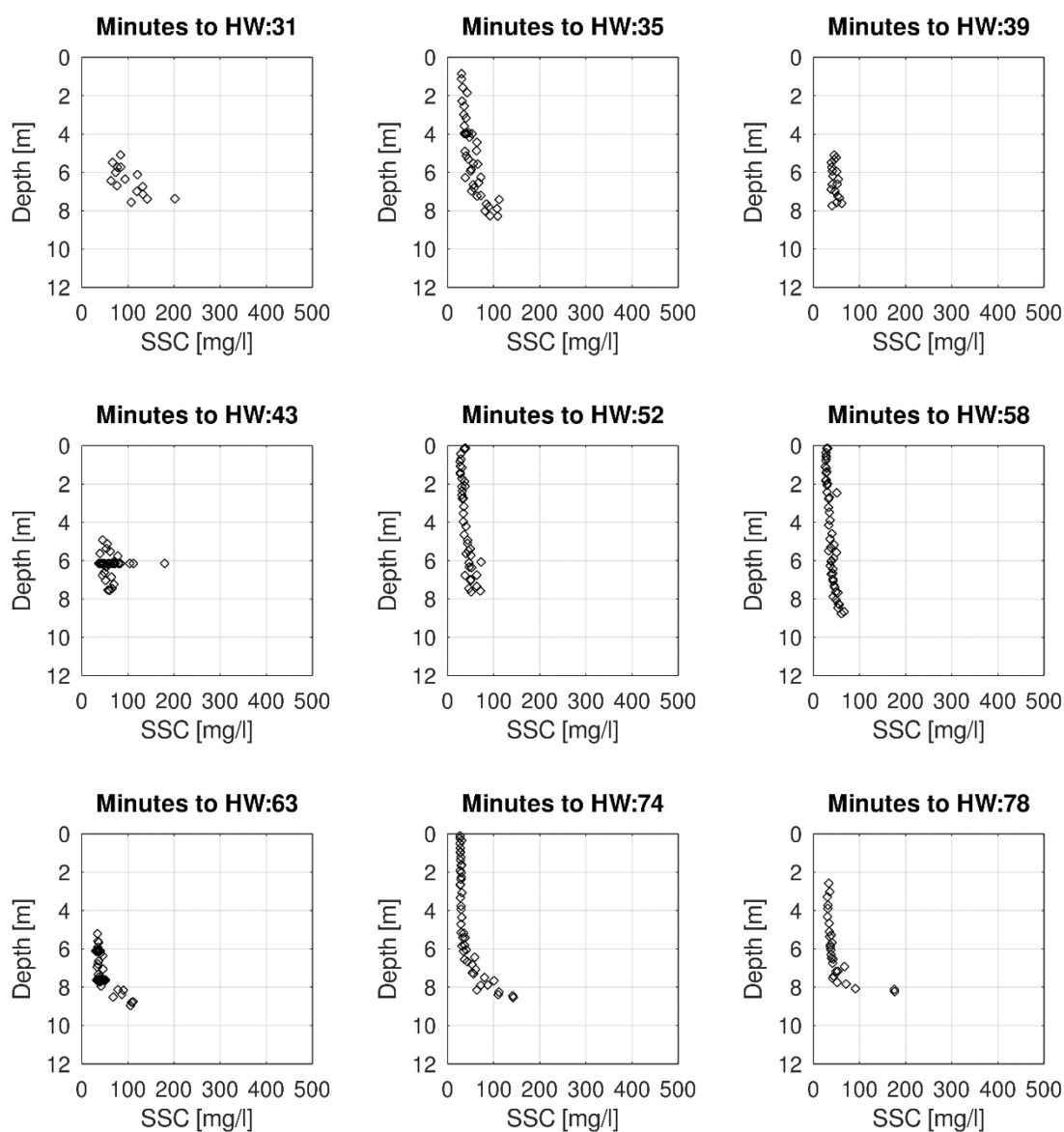


Figuur 27 – Verticaal profiel D50 (uit LISST-100X) meetdag 15/03/2022 (deel 3)

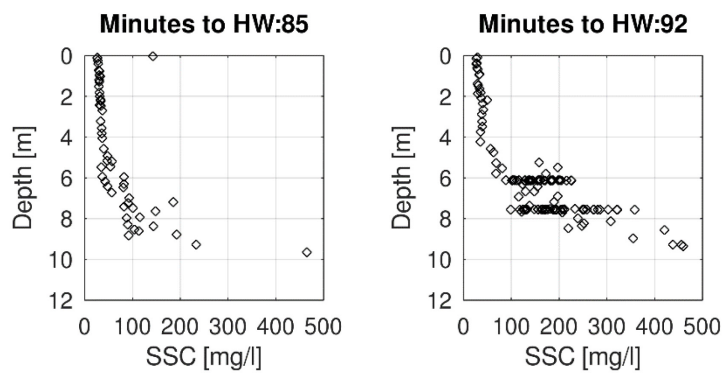
Bijlage 3 Resultaten 24/05/2022



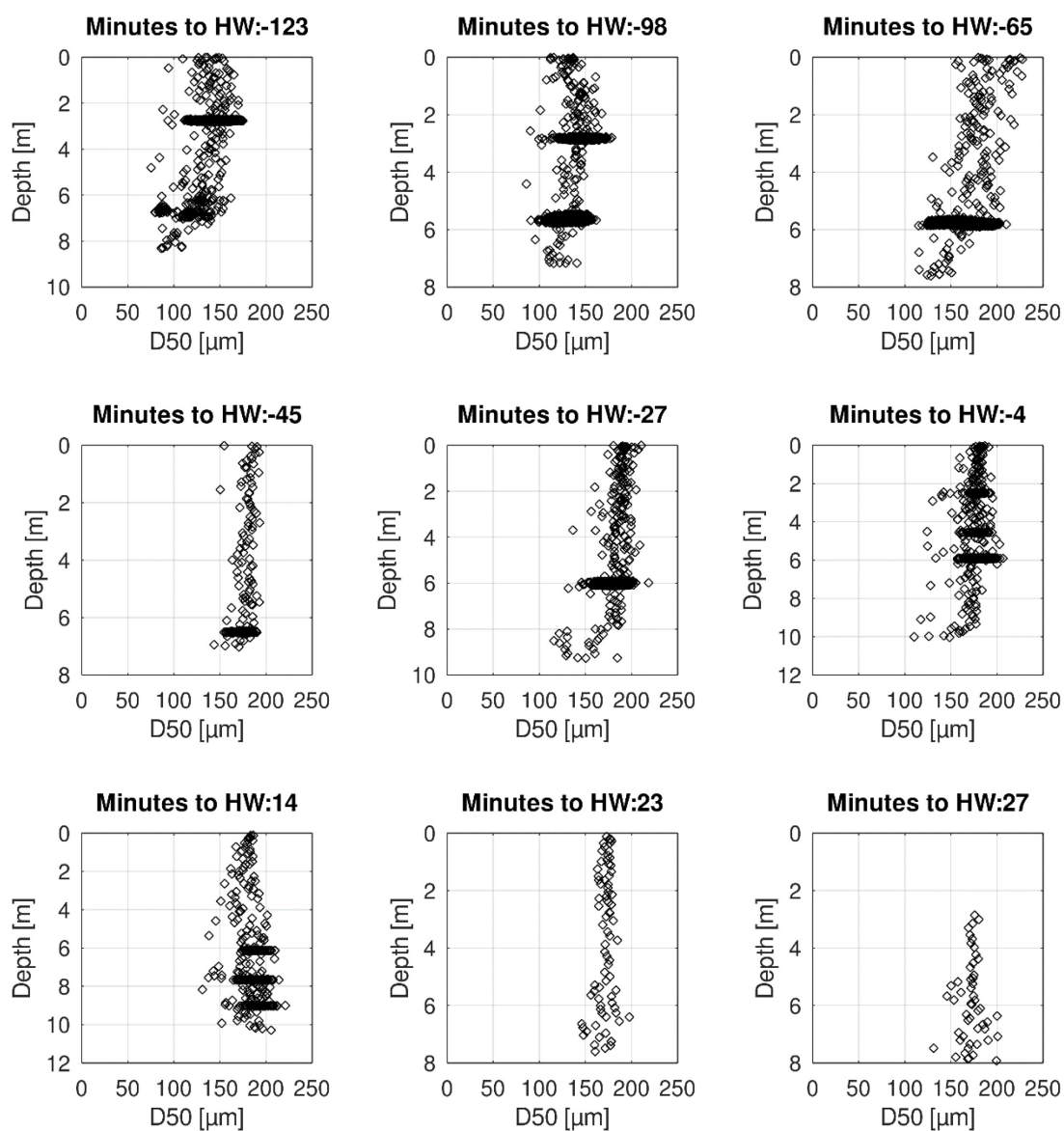
Figuur 28 – Verticaal profiel SSC (uit YSI-OBS) meetdag 24/05/2022 (deel 1)



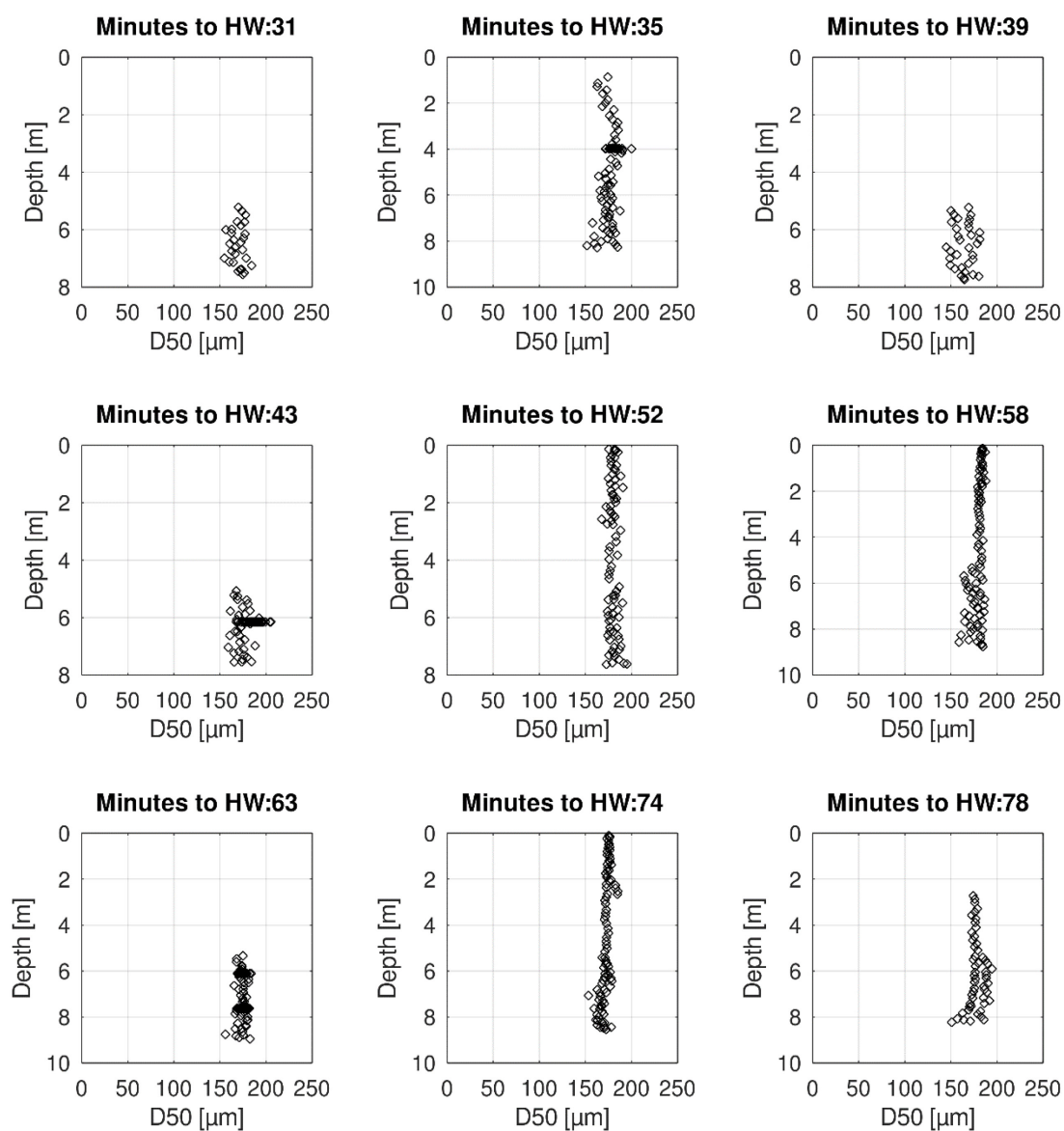
Figuur 29 – Verticaal profiel SSC (uit YSI-OBS) meetdag 24/05/2022 (deel 2)



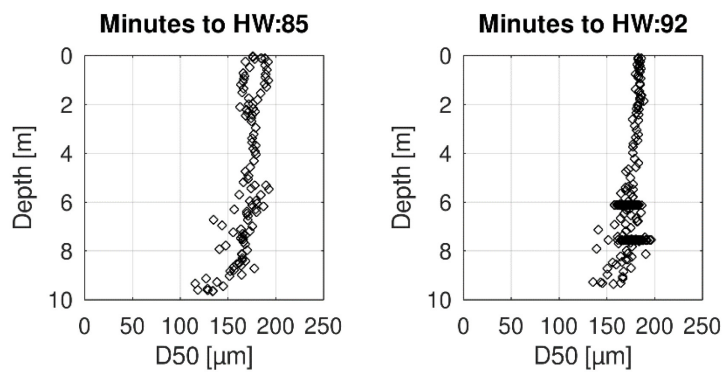
Figuur 30 – Verticaal profiel SSC (uit YSI-OBS) meetdag 24/05/2022 (deel 3)



Figuur 31 – Verticaal profiel D50 (uit LISST-100X) meetdag 24/05/2022 (deel 1)



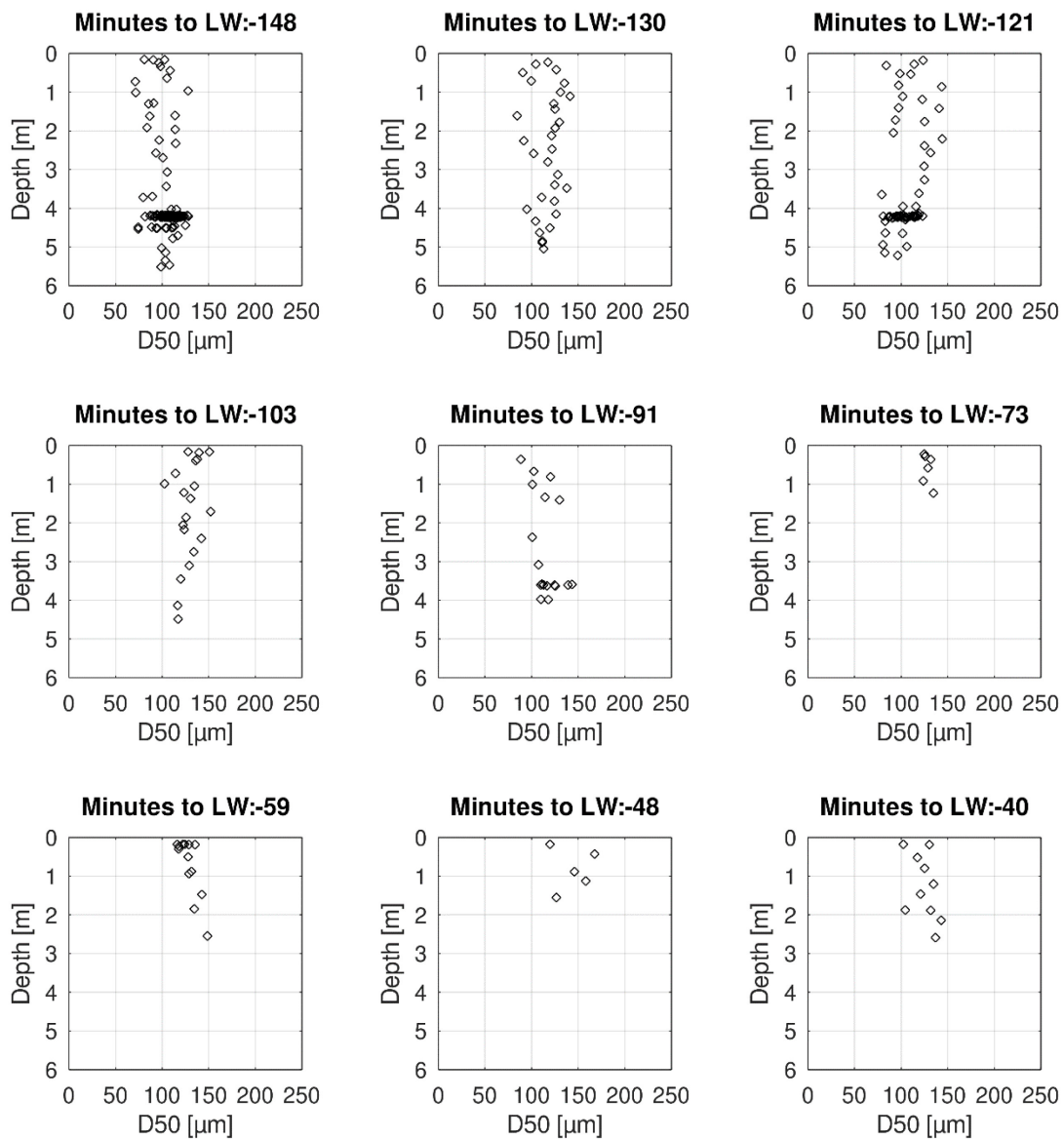
Figuur 32 – Verticaal profiel D50 (uit LISST-100X) meetdag 24/05/2022 (deel 2)



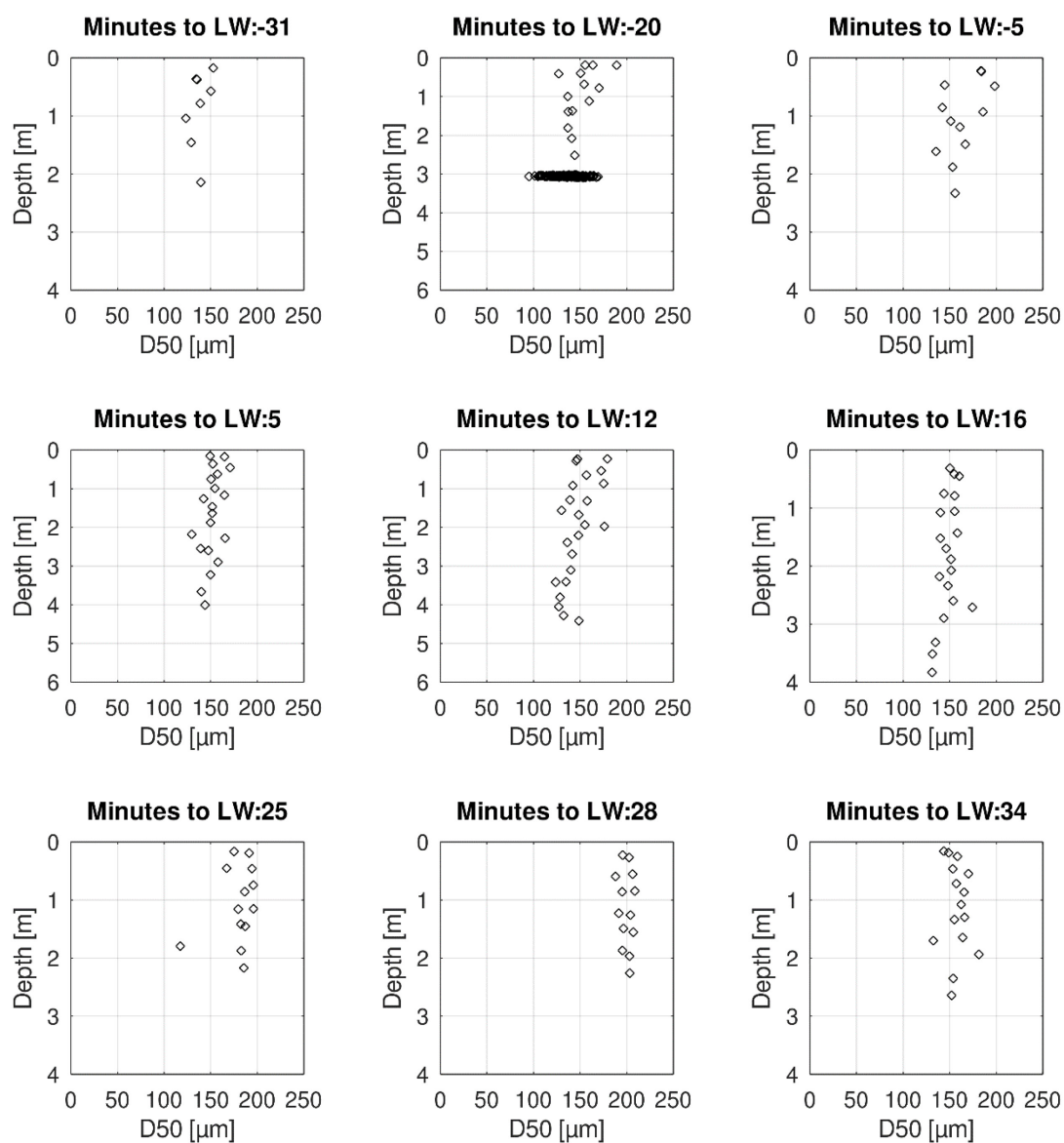
Figuur 33 – Verticaal profiel D50 (uit LISST-100X) meetdag 24/05/2022 (deel 3)

Bijlage 4 Resultaten 31/05/2022

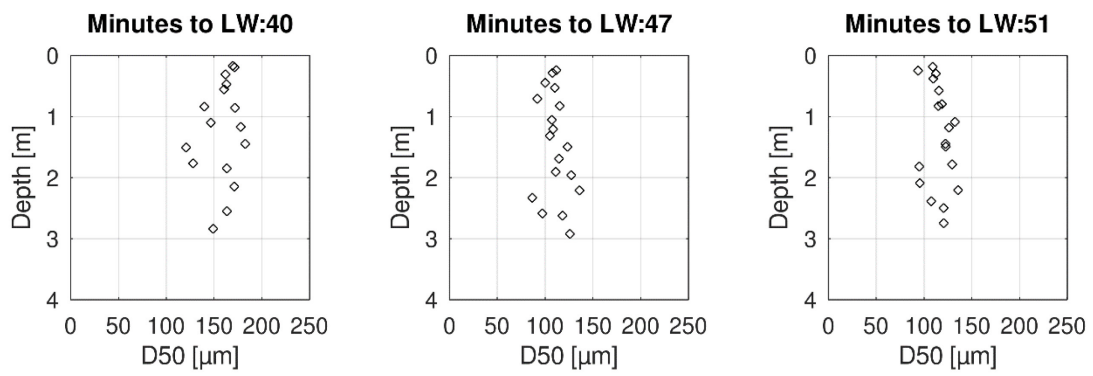
GEEN BETROUWBARE SSC-DATA UIT YSI-OBS.



Figuur 34 – Verticaal profiel D50 (uit LISST-100X) meetdag 31/05/2022 (deel 1)



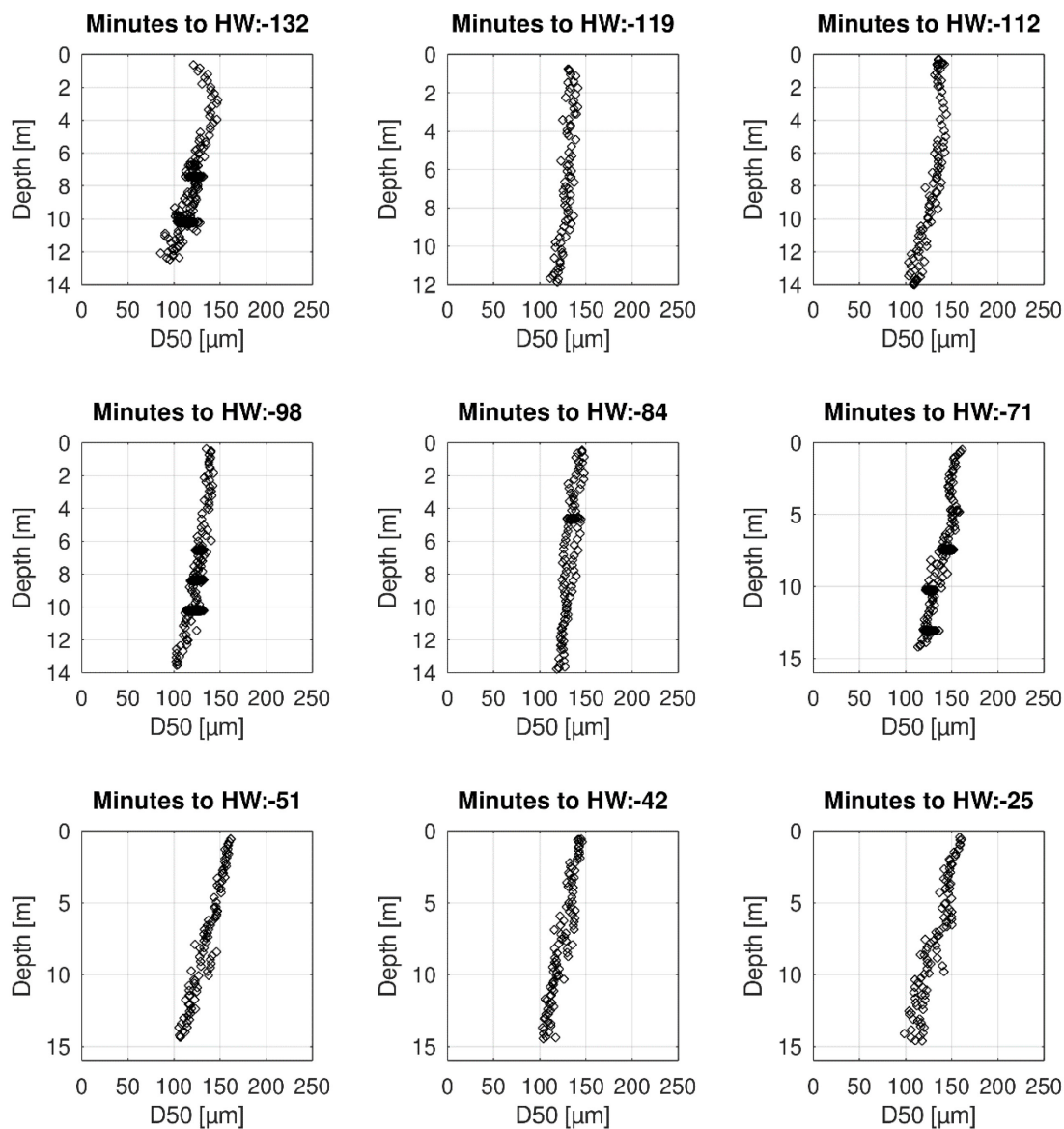
Figuur 35 – Verticaal profiel D50 (uit LISST-100X) meetdag 31/05/2022 (deel 2)



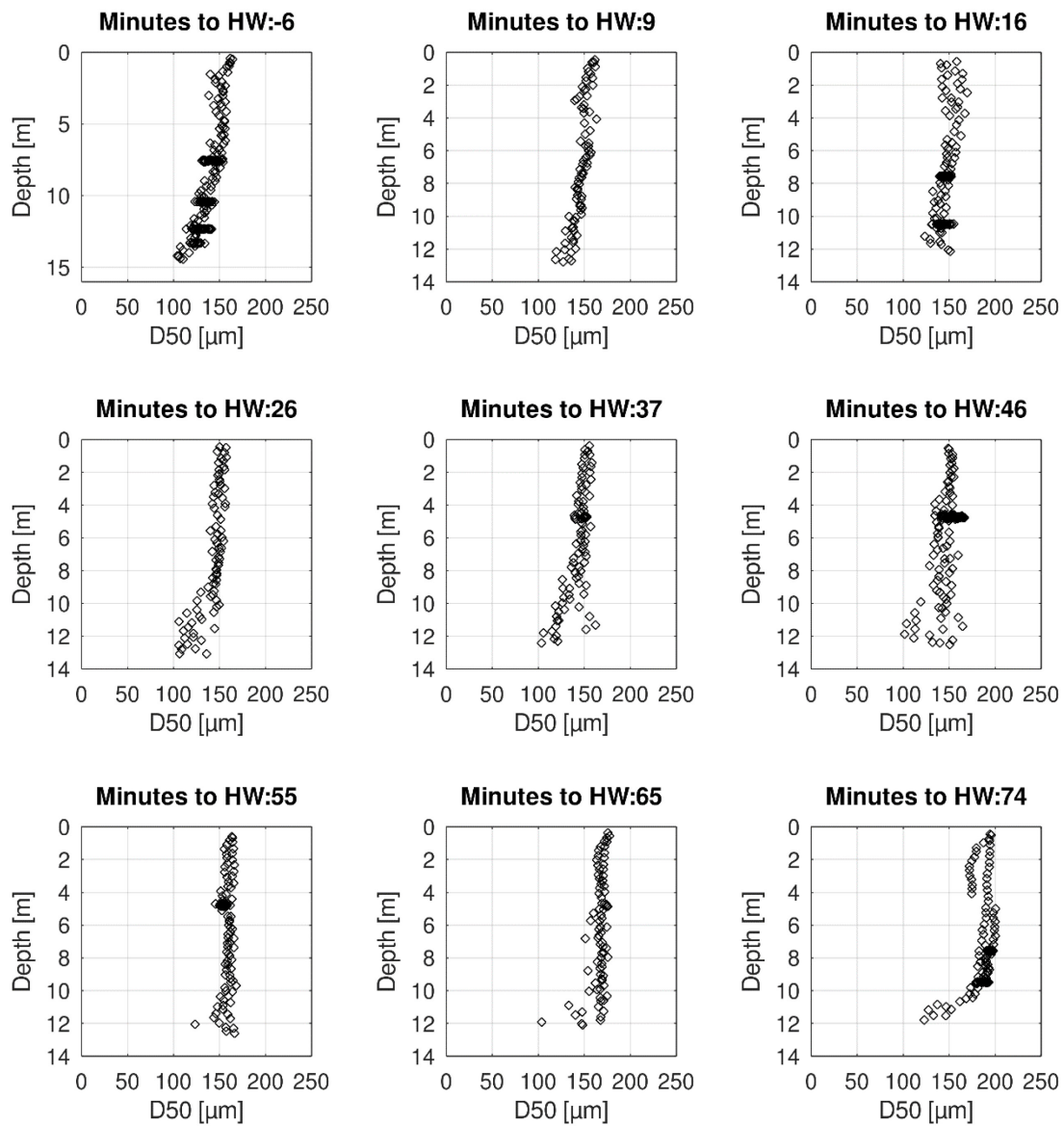
Figuur 36 – Verticaal profiel D50 (uit LISST-100X) meetdag 31/05/2022 (deel 3)

Bijlage 5 Resultaten 23/08/2022

GEEN BETROUWBARE SSC-DATA UIT YSI-OBS.

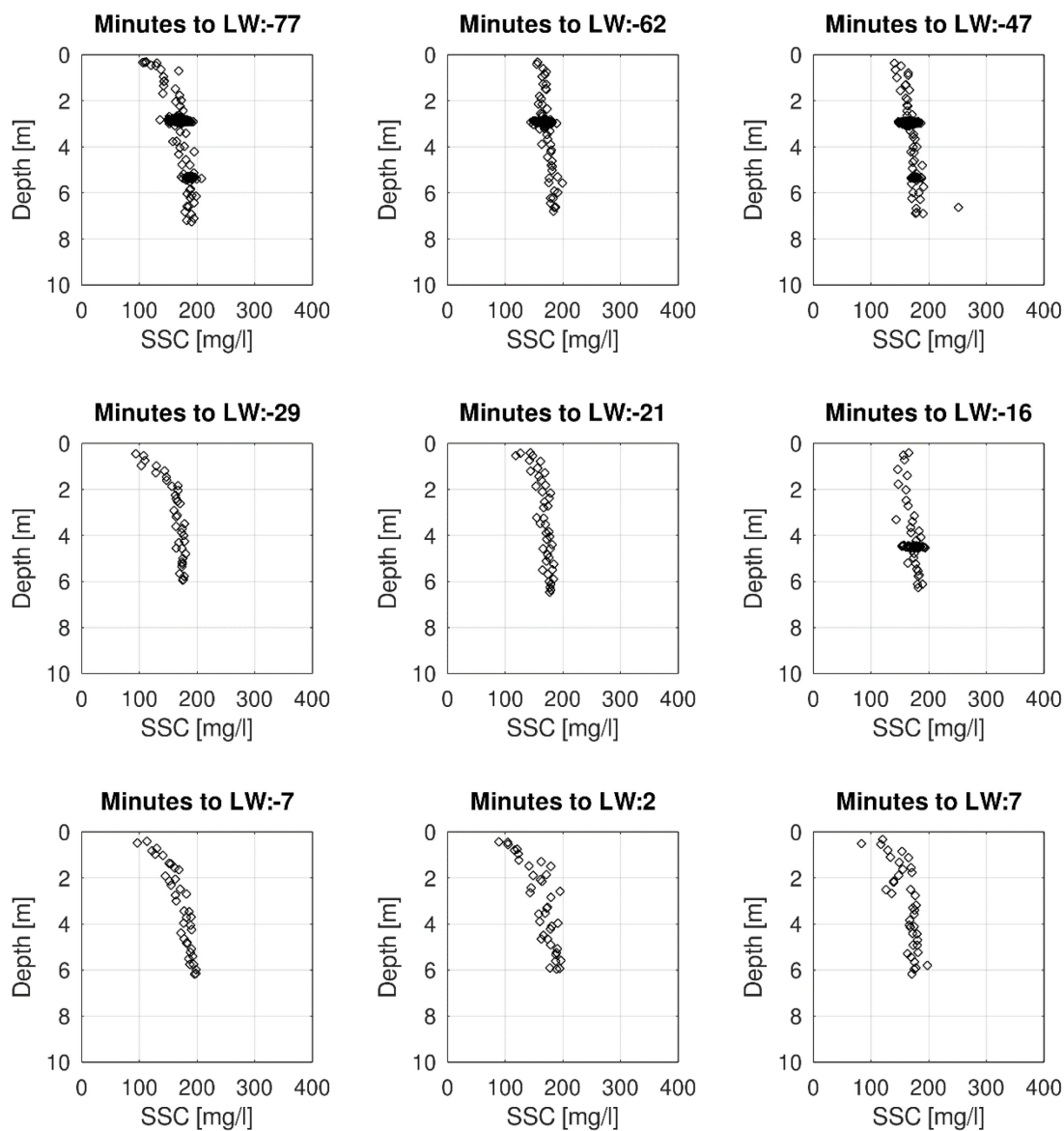


Figuur 37 – Verticaal profiel D50 (uit LISST-100X) meetdag 23/08/2022 (deel 1)

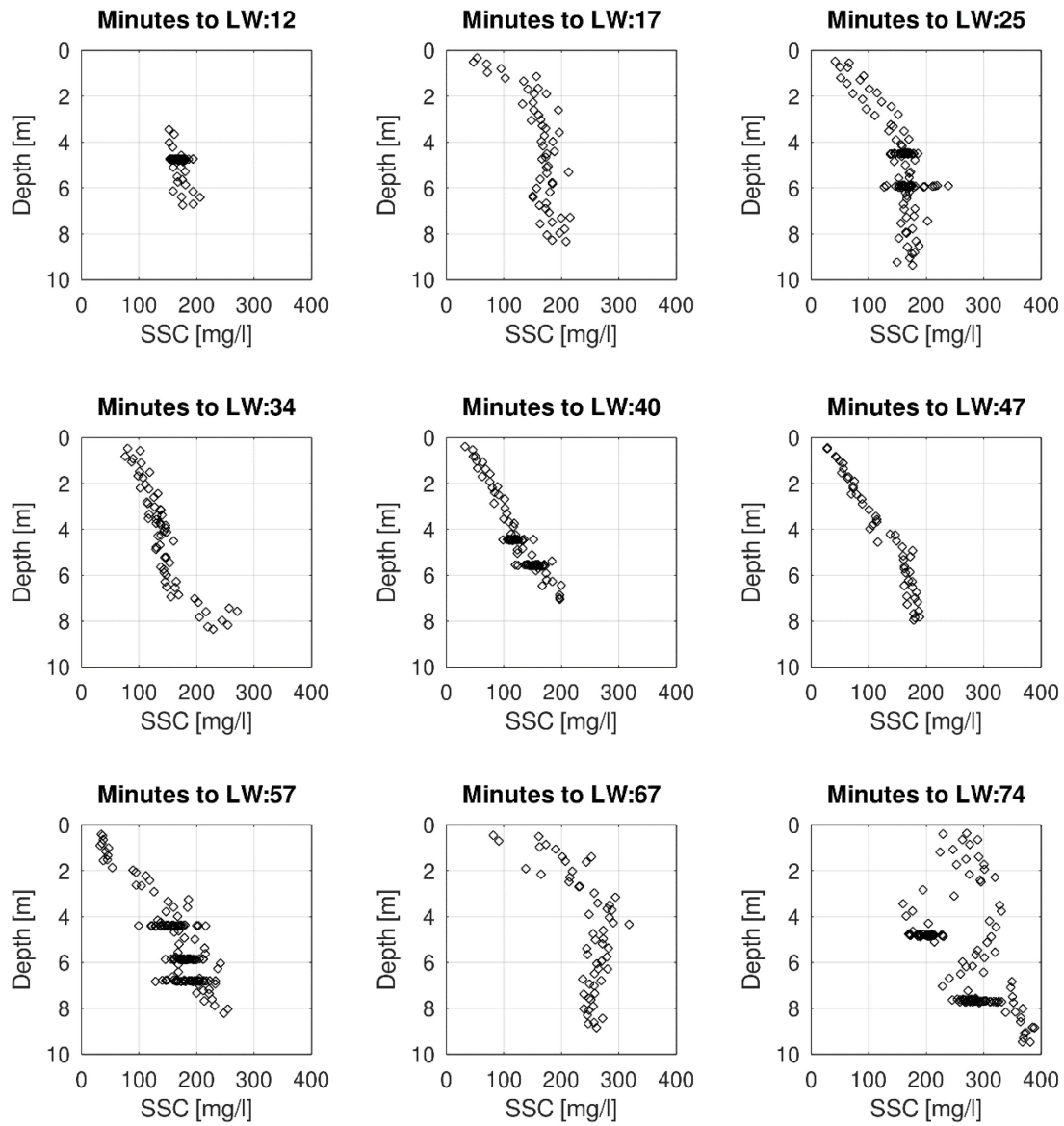


Figuur 38 – Verticaal profiel D50 (uit LISST-100X) meetdag 23/08/2022 (deel 2)

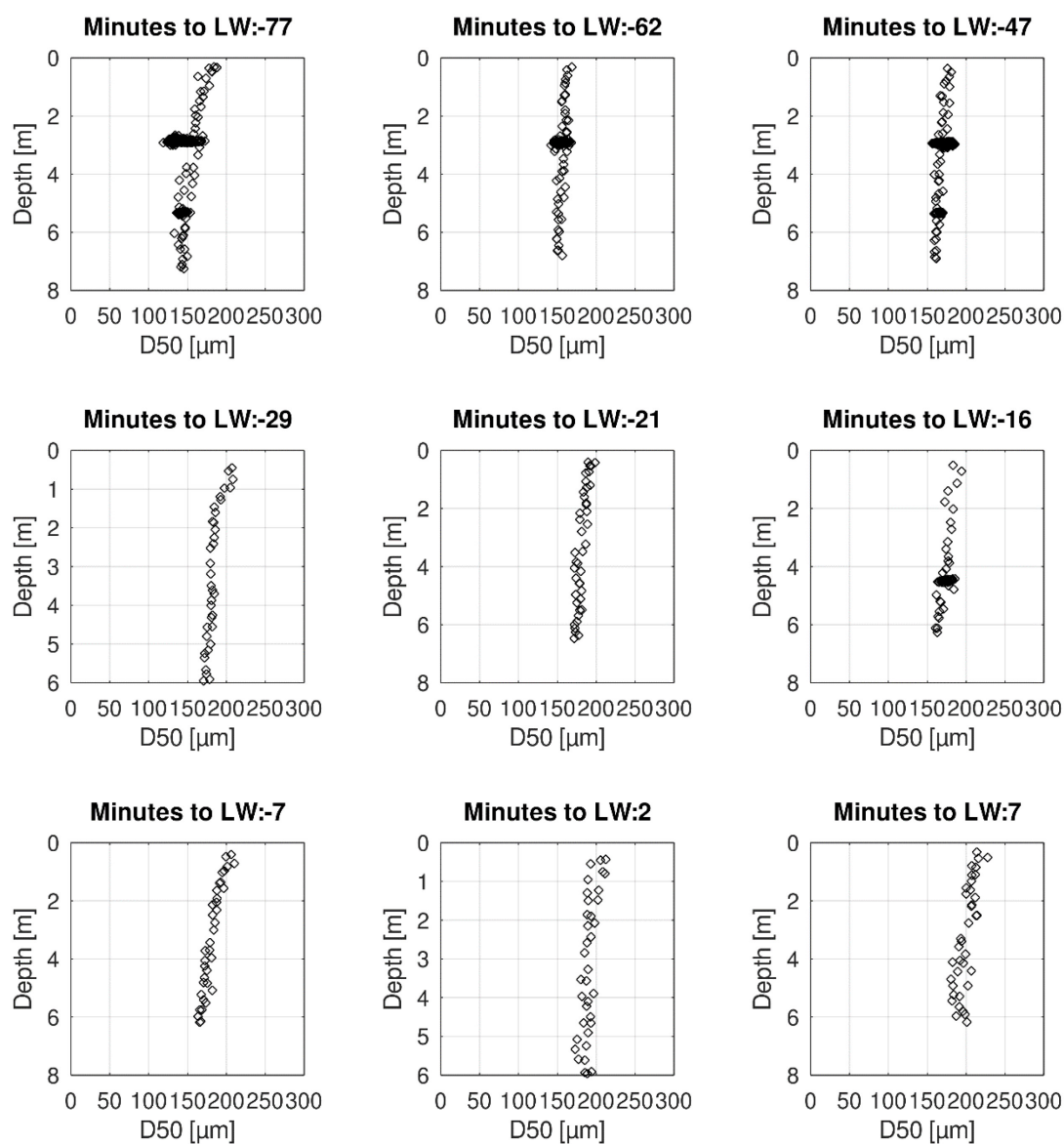
Bijlage 6 Resultaten 29/08/2022



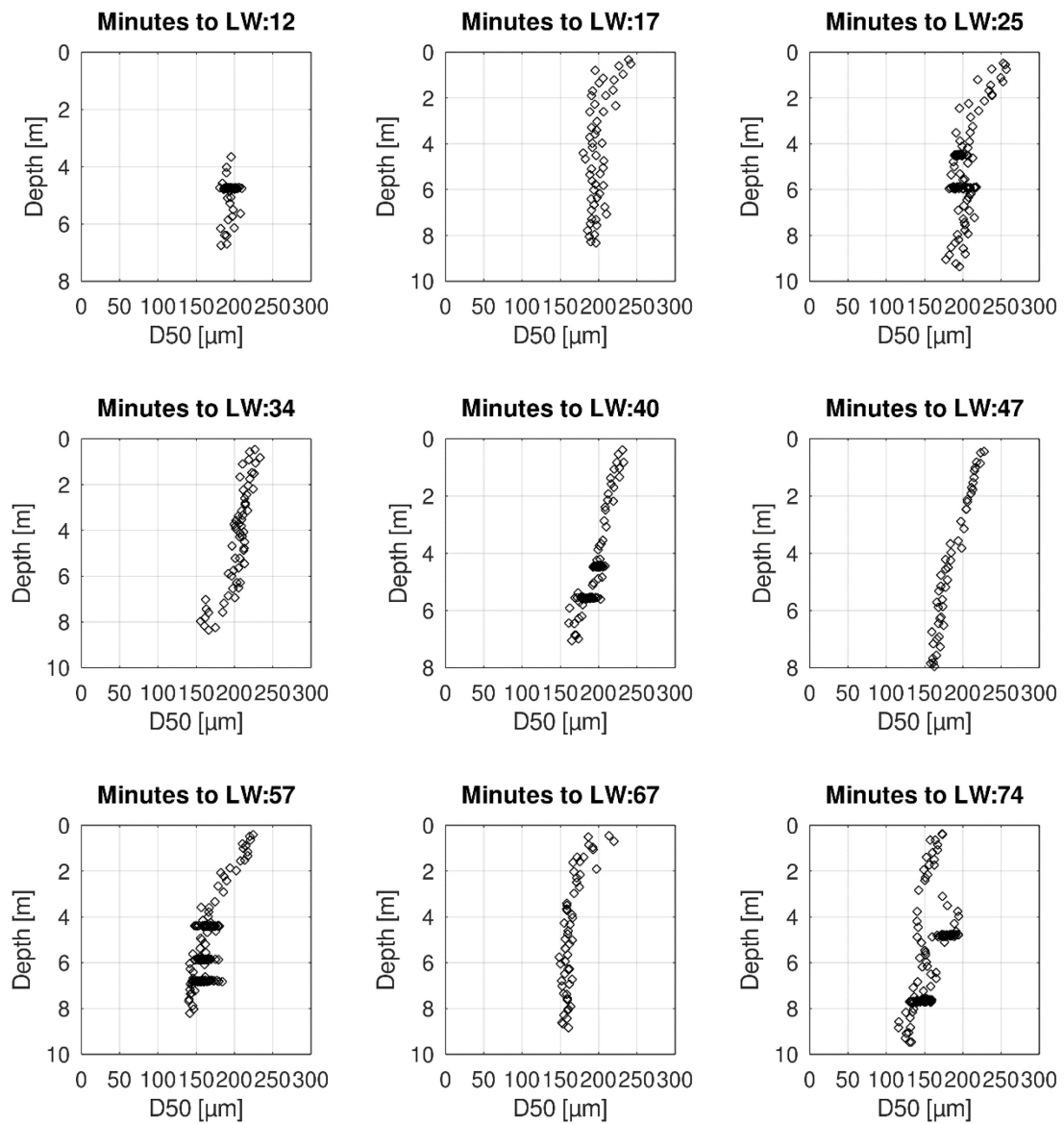
Figuur 39 – Verticaal profiel SSC (uit YSI-OBS) meetdag 29/08/2022 (deel 1)



Figuur 40 – Verticaal profiel SSC (uit YSI-OBS) meetdag 29/08/2022 (deel 2)

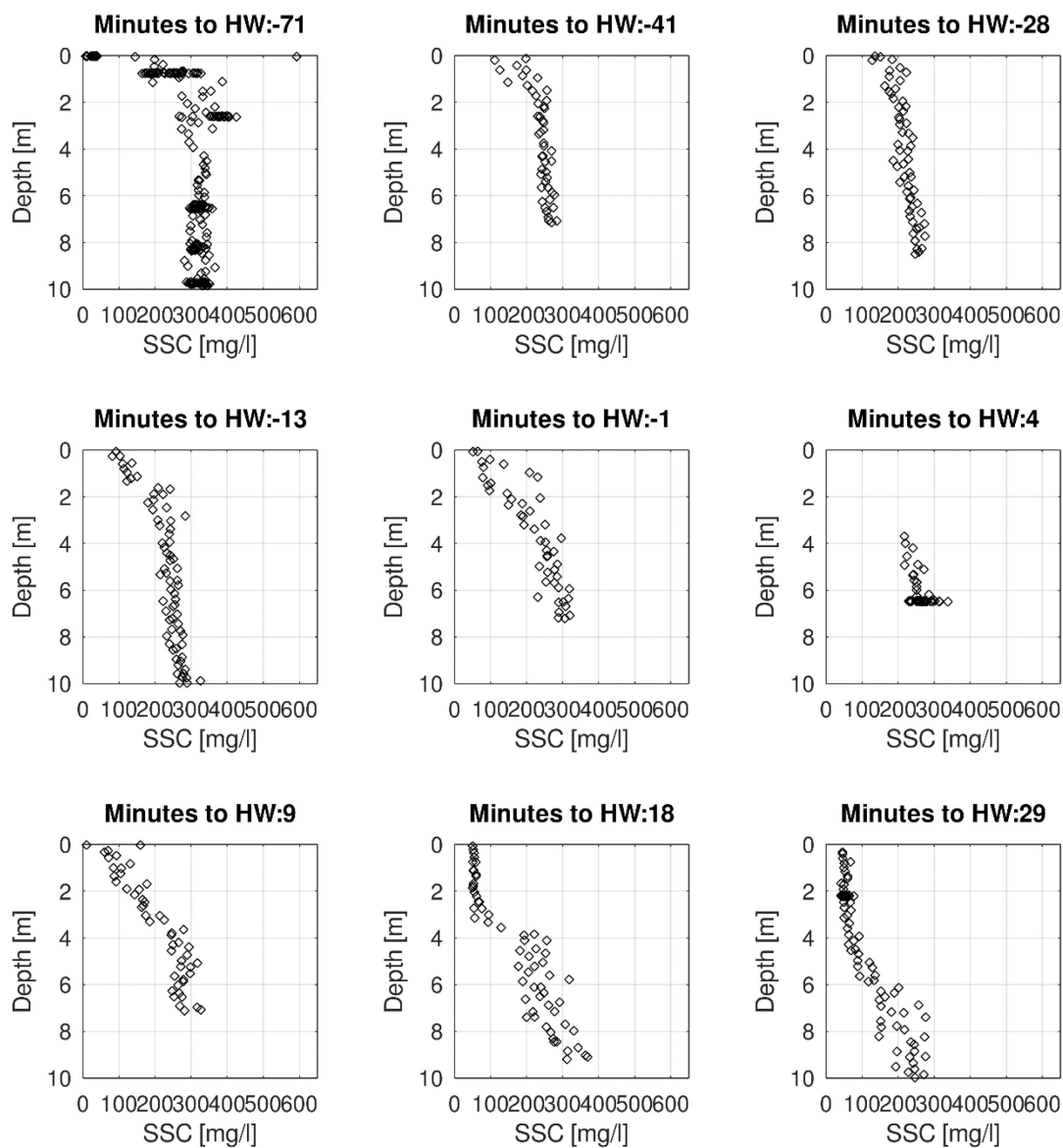


Figuur 41 – Verticaal profiel D50 (uit LISST-100X) meetdag 29/08/2022 (deel 1)

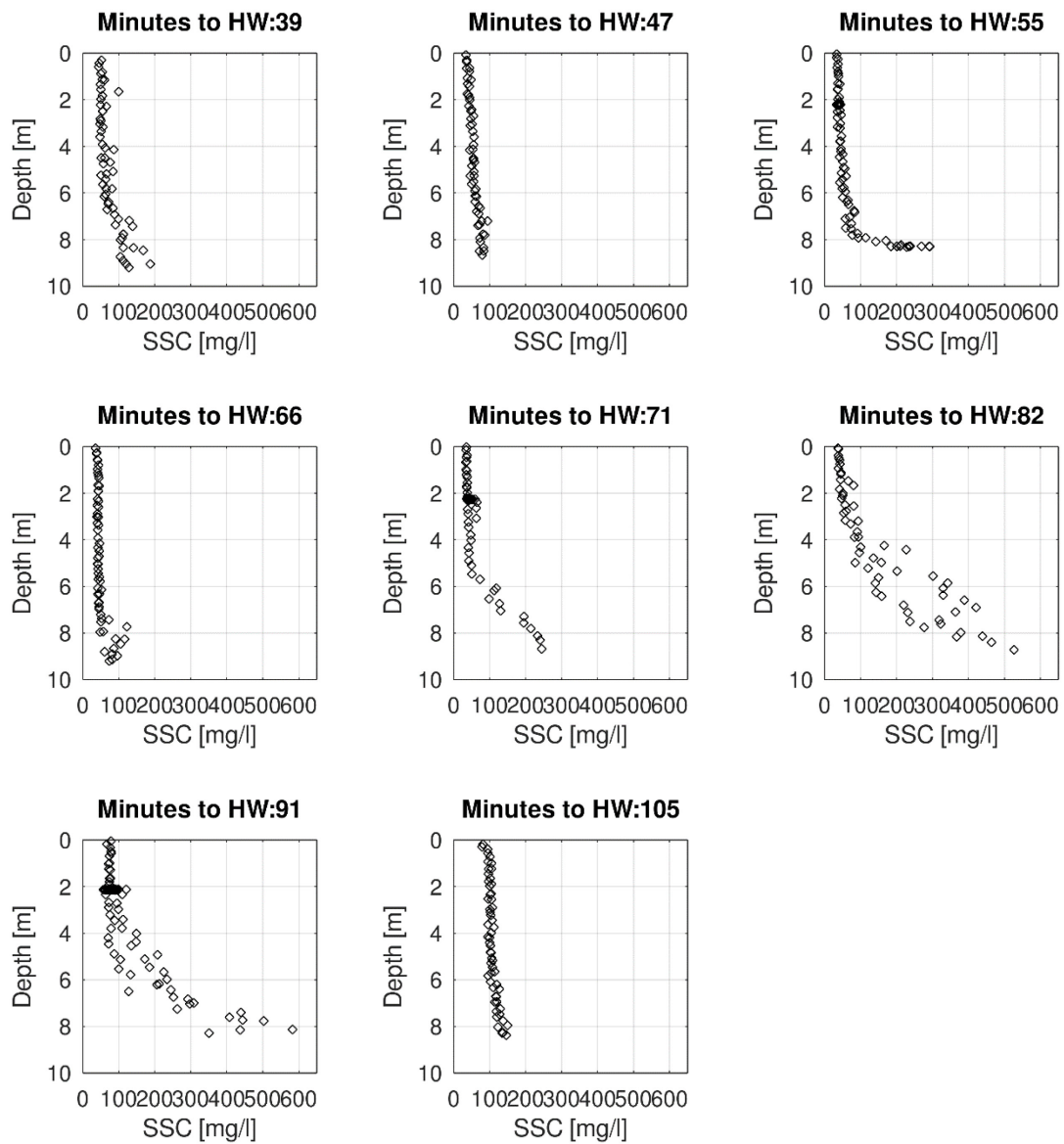


Figuur 42 – Verticaal profiel D50 (uit LISST-100X) meetdag 29/08/2022 (deel 2)

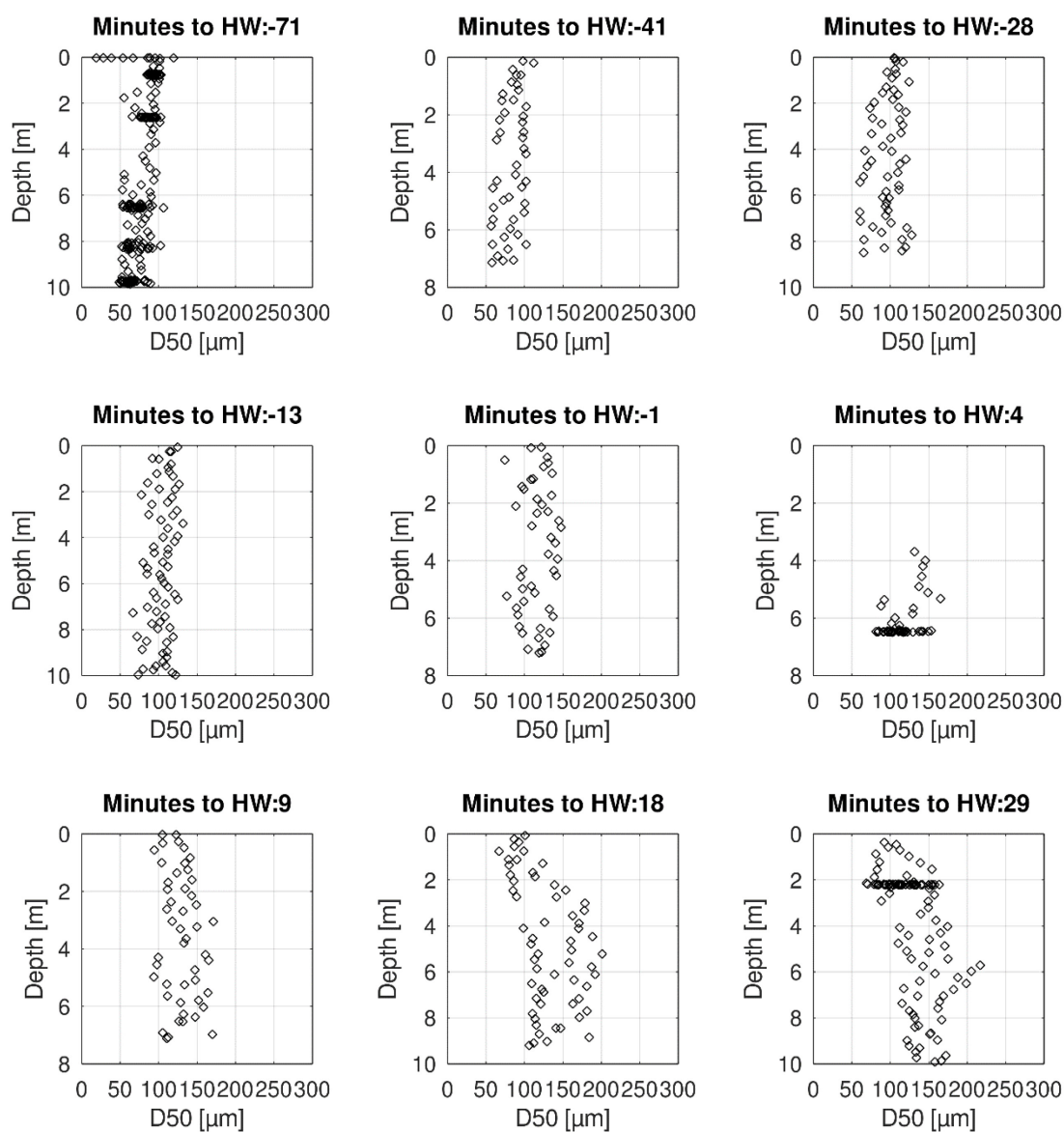
Bijlage 7 Resultaten 04/10/2022



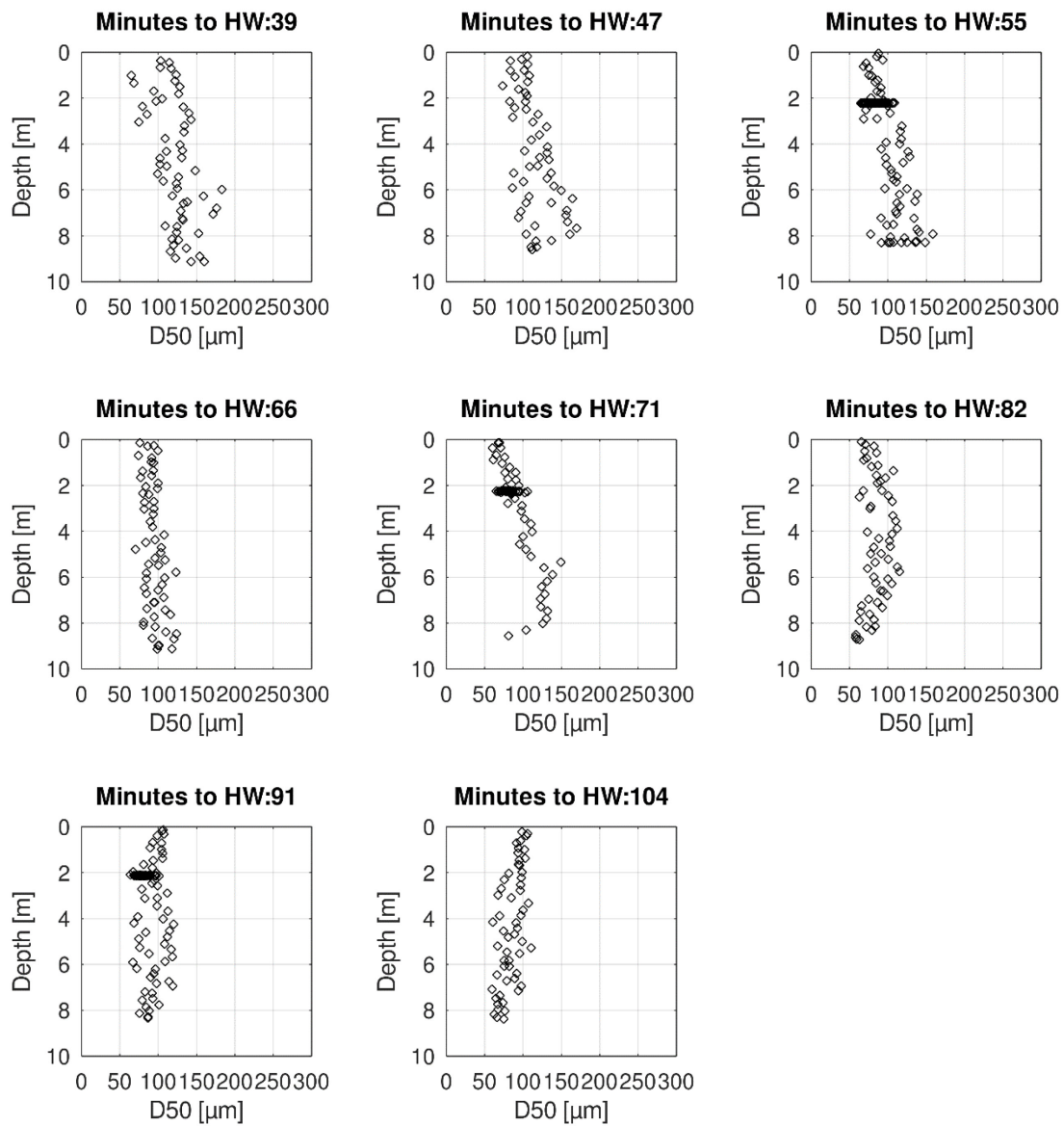
Figuur 43 – Verticaal profiel SSC (uit YSI-OBS) meetdag 04/10/2022 (deel 1)
[range x-as = 0 – 600 mg/l met stap van 100 mg/l]



Figuur 44 – Verticaal profiel SSC (uit YSI-OBS) meetdag 04/10/2022 (deel 2)
[range x-as = 0 – 600 mg/l met stap van 100 mg/l]

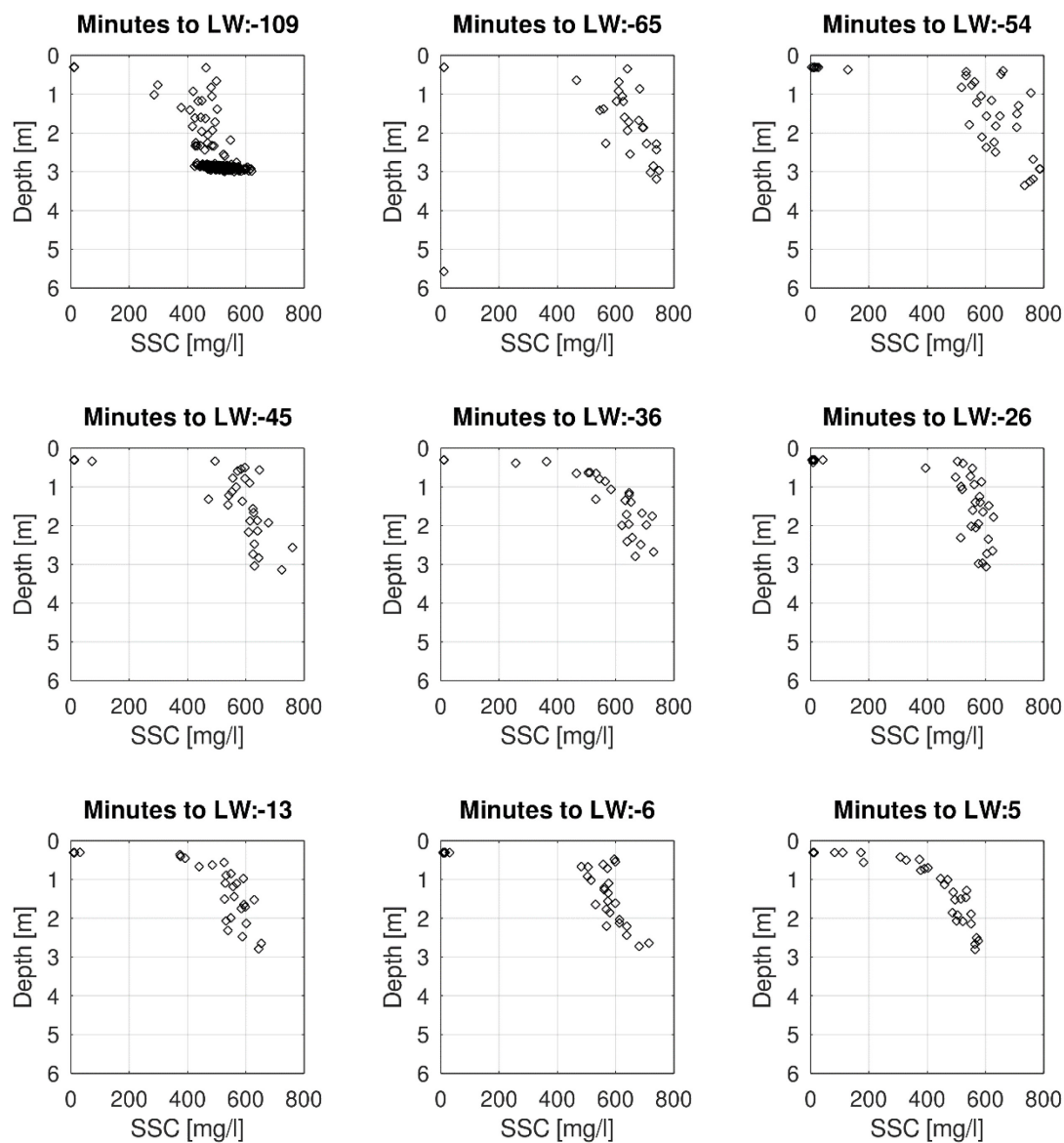


Figuur 45 – Verticaal profiel D50 (uit LISST-100X) meetdag 04/10/2022 (deel 1)

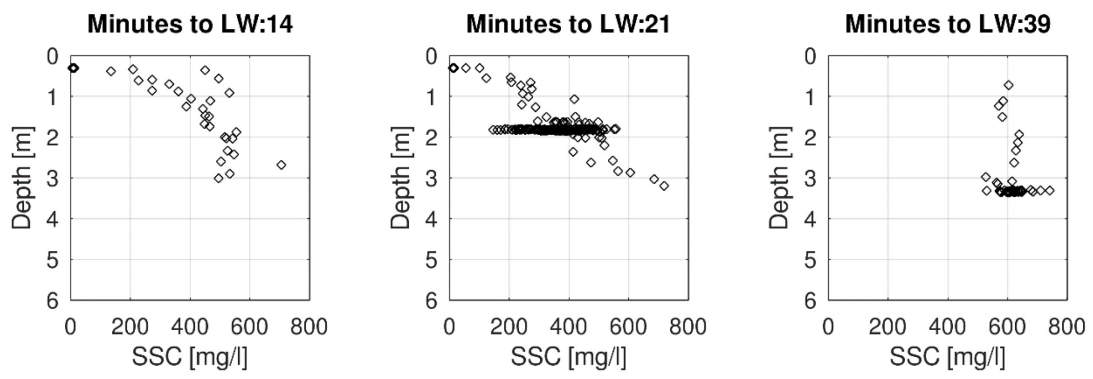


Figuur 46 – Verticaal profiel D50 (uit LISST-100X) meetdag 04/10/2022 (deel 2)

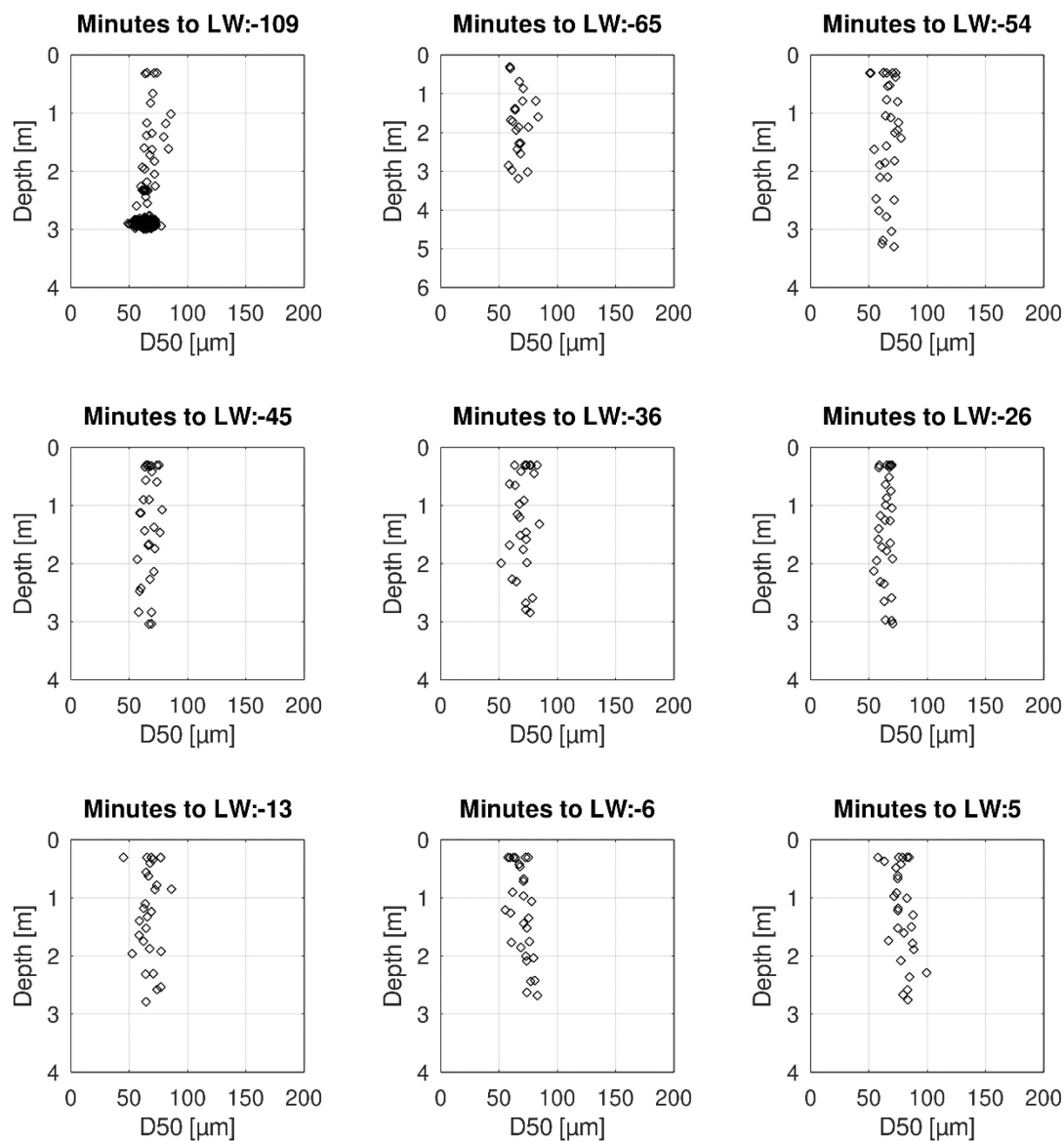
Bijlage 8 Resultaten 11/10/2022



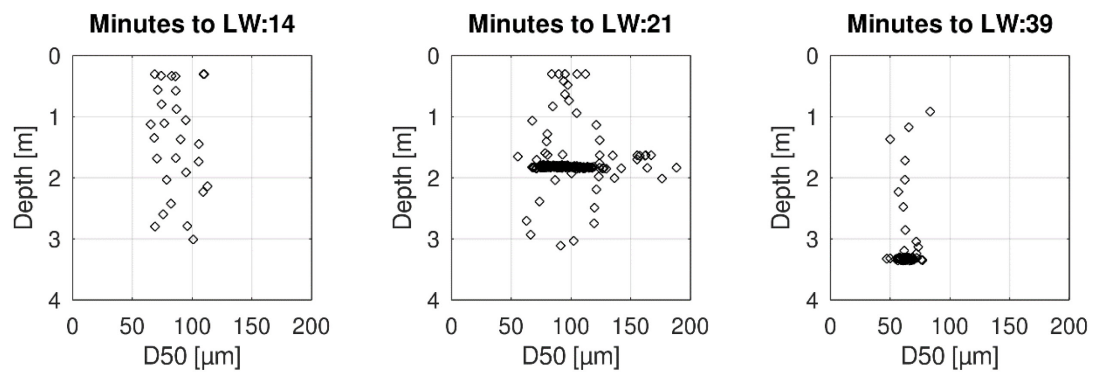
Figuur 47 – Verticaal profiel SSC (uit YSI-OBS) meetdag 11/10/2022 (deel 1)



Figuur 48 – Verticaal profiel SSC (uit YSI-OBS) meetdag 11/10/2022 (deel 2)



Figuur 49 – Verticaal profiel D50 (uit LISST-100X) meetdag 11/10/2022 (deel 1)



Figuur 50 – Verticaal profiel D50 (uit LISST-100X) meetdag 11/10/2022 (deel 2)

DEPARTEMENT **MOBILITEIT & OPENBARE WERKEN**
Waterbouwkundig Laboratorium

Berchemlei 115, 2140 Antwerpen

T +32 (0)3 224 60 35

F +32 (0)3 224 60 36

waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be

www.waterbouwkundiglaboratorium.be