



**Vlaanderen**  
is wetenschap

16\_001\_1  
WL rapporten

## **Sedimenttransport in het Schelde-estuarium**

Deelrapport 1  
Bepalen van het aandeel zandtransport  
uit metingen met de Delftse fles

**DEPARTEMENT  
MOBILITEIT &  
OPENBARE  
WERKEN**

[waterbouwkundiglaboratorium.be](http://waterbouwkundiglaboratorium.be)

# Sedimenttransport in het Schelde-estuarium

## Deelrapport 1 – Bepalen van het aandeel zandtransport uit metingen met de Delftse fles

Plancke, Y.; Smolders, S.; Mostaert, F.

### 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 2018  
D/2018/3241/168

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

**Plancke, Y.; Smolders, S.; Mostaert, F.** (2018). Sedimenttransport in het Schelde-estuarium: Deelrapport 1 – Bepalen van het aandeel zandtransport uit metingen met de Delftse fles. Versie 3.0. WL Rapporten, 16\_001\_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

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

### Documentidentificatie


Opdrachtgever:	Waterbouwkundig Laboratorium	Ref.:	WL2018R16_001_1
Keywords (3-5):	Metingen, sediment transport, zand transport, Delftse fles		
Tekst (p.):	13	Bijlagen (p.):	22
Vertrouwelijk:	<input checked="" type="checkbox"/> Nee	<input checked="" type="checkbox"/> Online beschikbaar	

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

### Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	Smolders, S.	
Projectleider:	Plancke, Y.	

### Goedkeuring

Afdelingshoofd:	Mostaert, F.	
-----------------	--------------	--

## Abstract

In het kader van het project “Integraal plan Boven-Zeeschelde” worden door het Waterbouwkundig Laboratorium numerieke modellen opgemaakt en ingezet om diverse scenario’s te onderzoeken. Deze modellen simuleren ook het sedimenttransport, waarbij onderscheid gemaakt wordt tussen zand (niet-cohesief) en slib (cohesief) transport. Om deze modellen te kalibreren/valideren werden in 2014 een reeks extra sedimenttransport metingen uitgevoerd in de Zeeschelde. Deze metingen (met behulp van Delftse flessen) werden gerapporteerd als totaal sedimenttransport.

Ter validatie van het zandtransport model rees de vraag om expliciet een inschatting te maken van het totaal zandtransport. Op basis van de beschikbare korrelgrootteverdelingen uit deze metingen, werd een inschatting gemaakt van het aandeel zandtransport in het totale sedimenttransport. Uit de analyse blijkt dat het aandeel van het zandtransport in de Zeeschelde zeer beperkt (< 5%) is ten opzichte van het totale transport. De patronen van het zand- en sedimenttransport zijn grotendeels gelijkaardig voor de meeste bemeten locaties, met hier en daar een afwijking.



# Inhoudstafel

Abstract .....	III
Inhoudstafel.....	V
Lijst van de figuren .....	VI
1 Inleiding .....	1
2 Methodologie .....	2
2.1 Metingen .....	2
2.2 Bepalen aandeel zandtransport .....	2
2.3 Bepalen totale zandtransport.....	4
3 Resultaten zandtransport.....	5
3.1 Oosterweel .....	5
3.2 Kruibeke.....	6
3.3 Driegoten.....	7
3.4 Dendermonde.....	8
3.5 Schoonaarde.....	9
3.6 Schellebelle.....	10
3.7 Terhagen.....	11
4 Conclusies en aanbevelingen .....	12
4.1 Conclusies.....	12
4.2 Aanbevelingen.....	12
5 Referenties .....	13
Bijlage A – Aandeel zandfractie .....	B1
Bijlage B – Diepteprofielen zandtransport .....	B5
Oosterweel .....	B6
Kruibeke.....	B9
Driegoten.....	B11
Dendermonde.....	B14
Schoonaarde.....	B16
Schellebelle.....	B19
Terhagen.....	B21

## Lijst van de figuren

Figuur 1 – Delftse fles op frame (links) en opgehangen (rechts) .....	2
Figuur 2 – Schematische voorstelling maatbuis met zanddeeltjes (snelle bezinking) en slibdeeltjes (trage bezinking) .....	3
Figuur 3 – Overzicht totale SEDIMENT transport en totale ZAND transport .....	5
Figuur 4 – Overzicht totale SEDIMENT transport en totale ZAND transport .....	6
Figuur 5 – Overzicht totale SEDIMENT transport en totale ZAND transport .....	7
Figuur 6 – Overzicht totale SEDIMENT transport en totale ZAND transport .....	8
Figuur 7 – Overzicht totale SEDIMENT transport en totale ZAND transport .....	9
Figuur 8 – Overzicht totale SEDIMENT transport en totale ZAND transport .....	10
Figuur 9 – Overzicht totale SEDIMENT transport en totale ZAND transport .....	11
Figuur 10 – Aandeel zandfractie op verschillende hoogten tijdens 13u-meting te Oosterweel.....	B1
Figuur 11 – Aandeel zandfractie op verschillende hoogten tijdens 13u-meting te Kruikebe .....	B1
Figuur 12 – Aandeel zandfractie op verschillende hoogten tijdens 13u-meting te Driegoten .....	B2
Figuur 13 – Aandeel zandfractie op verschillende hoogten tijdens 13u-meting te Dendermonde.....	B2
Figuur 14 – Aandeel zandfractie op verschillende hoogten tijdens 13u-meting te Schoonaarde .....	B3
Figuur 15 – Aandeel zandfractie op verschillende hoogten tijdens 13u-meting te Schellebelle .....	B3
Figuur 16 – Aandeel zandfractie op verschillende hoogten tijdens 13u-meting te Terhagen .....	B4
Figuur 17 – Diepteprofiel zandtransport te Oosterweel .....	B6
Figuur 18 – Diepteprofiel zandtransport te Oosterweel .....	B7
Figuur 19 – Diepteprofiel zandtransport te Oosterweel .....	B8
Figuur 20 – Diepteprofiel zandtransport te Kruikebe .....	B9
Figuur 21 – Diepteprofiel zandtransport te Kruikebe .....	B10
Figuur 22 – Diepteprofiel zandtransport te Driegoten.....	B11
Figuur 23 – Diepteprofiel zandtransport te Driegoten.....	B12
Figuur 24 – Diepteprofiel zandtransport te Driegoten.....	B13
Figuur 25 – Diepteprofiel zandtransport te Dendermonde .....	B14
Figuur 26 – Diepteprofiel zandtransport te Dendermonde .....	B15
Figuur 27 – Diepteprofiel zandtransport te Schoonaarde.....	B16
Figuur 28 – Diepteprofiel zandtransport te Schoonaarde.....	B17
Figuur 29 – Diepteprofiel zandtransport te Schoonaarde.....	B18
Figuur 30 – Diepteprofiel zandtransport te Schellebelle .....	B19
Figuur 31 – Diepteprofiel zandtransport te Schellebelle .....	B20
Figuur 32 – Diepteprofiel zandtransport te Terhagen.....	B21
Figuur 33 – Diepteprofiel zandtransport te Terhagen.....	B22

# 1 Inleiding

In het kader van het project “Integraal plan Boven-Zeeschelde” werden door het Waterbouwkundig Laboratorium aanvullende sedimenttransportmetingen uitgevoerd op 8 locaties in de Zeeschelde. De resultaten van deze meetcampagnes werden gerapporteerd in Plancke *et al.* (2014). Aangezien in het project aparte numerieke modellen worden opgezet voor het cohesief (slib) en niet-cohesief (zand) sediment, wordt in voorliggend rapport het aandeel van het zandtransport uit het totaal transport bepaald. Dit gebeurt op basis van sedimenttransportmetingen met behulp van Delftse flessen. Hoewel deze toestellen in principe louter zandtransport meten, is tijdens de verwerking van de metingen gebleken dat ook een (belangrijk) aandeel slib in de flessen achterbleef, met name tijdens periodes met lage stroomsnelheden. Hierdoor was een extra verwerking noodzakelijk om het zandtransport te bepalen.

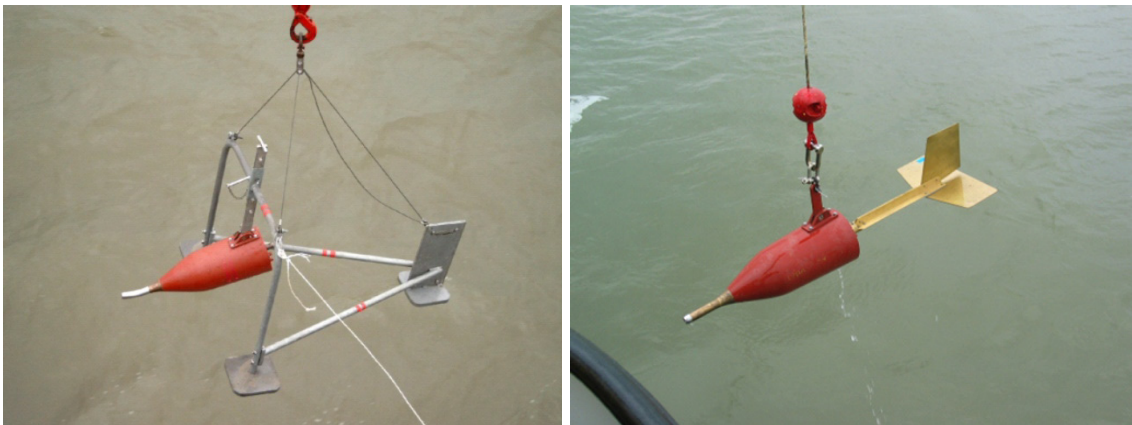


## 2 Methodologie

### 2.1 Metingen

Voor het bepalen van het totaal zandtransport zal louter gebruik gemaakt worden van de metingen met behulp van de Delftse fles. De Delftse fles (Figuur 1) bestaat uit een bronzen lichaam met vooraan een kleine inlaatopening en achteraan vier openingen waardoor het water uitstroomt. Door de uitwendige vorm ontstaat een drukverschil tussen inlaat en uitlaatopeningen dat de ladingsverliezen binnen het toestel ongeveer evenaart voor alle stroomsnelheden. Binnen moet het water door een labyrint waarin de snelheid geleidelijk afneemt, zodat de sedimentdeeltjes groter dan 50 micron zich afzetten binnen het lichaam. De duur van de bemonstering kan worden aangepast aan de stroomsnelheid en het sedimenttransport opdat het monster voldoende vaste stof zou bevatten. Vervolgens wordt het sediment uit de fles opgevangen in een emmer aan boord en via een trechter in een maatbuis overgegoten. Het sedimenttransport wordt vervolgens bepaald door het afgelezen volume sediment te delen door de bemonsteringstijd en om te zetten naar een massa via een aangenomen porositeit en sedimentdensiteit. Voor een uitgebreidere beschrijving wordt verwezen naar Plancke *et al.* (2014).

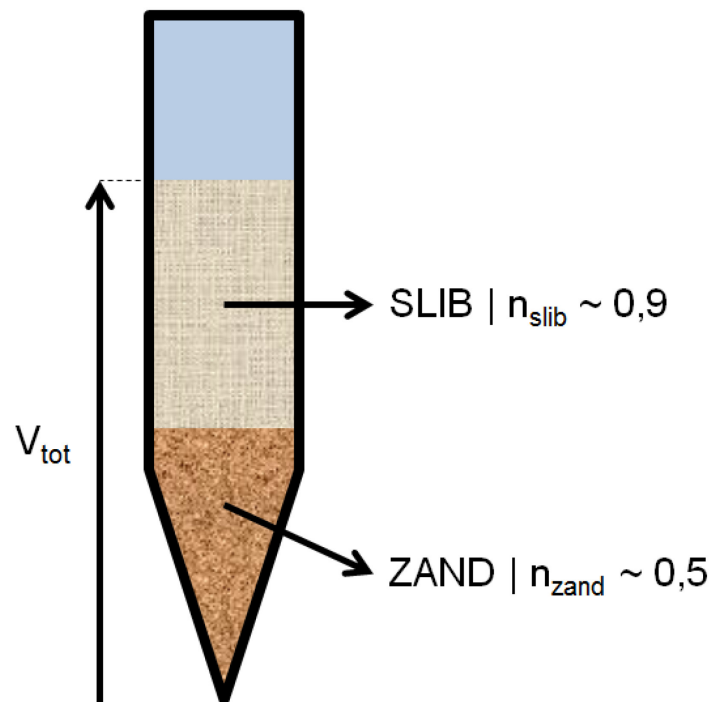
Figuur 1 – Delftse fles op frame (links) en opgehangen (rechts)



### 2.2 Bepalen aandeel zandtransport

Hoewel zich in de Delftse fles in principe enkel sedimentdeeltjes groter dan 50  $\mu\text{m}$  afzetten, is tijdens de metingen gebleken dat er zich ook fijnere deeltjes konden afzetten. Een mogelijk oorzaak zijn de lagere snelheden die optreden tijdens een getijcyclus, waardoor de stroming in de fles onvoldoende is om deze fijnere fractie doorheen de fles te transporteren. De sedimentvolumes die aan boord in de maatbuis worden bepaald, bestaan dan ook uit een deel zand en slib. De zanddeeltjes zullen eerst bezinken, terwijl de slibdeeltjes bovenaan te vinden zijn (Figuur 2). Beide fracties hebben ook een andere pakking (of porositeit), wat visueel kan vastgesteld worden, maar ook breder gekend is (Koltermann & Gorelick, 1995).

Figuur 2 – Schematische voorstelling maatbuis met zanddeeltjes (snelle bezinking) en slibdeeltjes (trage bezinking)



Aangezien van ongeveer de helft van de stalen ook een korrelverdeling werd bepaald, worden deze gegevens gebruikt om het zandtransport te bepalen. Uit de korrelverdelingen werd telkens het aandeel > 63  $\mu\text{m}$  ("zandfractie") afgeleid. In Bijlage A – Aandeel zandfractie wordt voor elke locatie het aandeel van de zandfractie gepresenteerd tijdens de metingen. Hieruit blijkt dat in de meest afwaartse locaties het kleinste aandeel in zandfractie voorkomt rond het moment van kentering (20 - 30%). Gedurende de andere fases van de getijcyclus is het aandeel groter dan 50% met pieken tot 80 - 90 % rond maximale eb- en vloedstroming. Meer opwaarts ligt het aandeel zandfractie, met name tijdens de ebfase, aanzienlijk lager (40 - 50%, met uitschieter in Schoonaarde waar dit ca. 10% bedraagt bij eb), terwijl bij maximale vloedstroming het aandeel zandfractie hoog blijft (70 - 90%). Terhagen vertoont een ietwat afwijkend gedrag, met een kleiner aandeel van de zandfractie bij vloed dan bij eb. Mogelijks speelt de positie van de meetlocatie hier een rol, door o.a. de aanwezige kribben in de onmiddellijke nabijheid.

De korrelverdeling gebeurt op een deelstaal van het sedimentmonster, waarbij tevens ultrasone behandeling is toegepast om vlokken op te breken. De zandfractie bepaald volgens de laserdiffractie, is een volumefractie. Aangezien de vlokken opgebroken zijn, en mits de aanname dat de dichtheid van de individuele sedimentdeeltjes gelijk is, kan verondersteld worden dat de volumefractie gelijk is aan de massafractie (wel verschillende van aantal-fractie!) (Rawle, 2011).

Omwille van bovenstaande punten is ervoor geopteerd niet de zandfractie als correctiefactor op het sedimenttransport toe te passen, maar uit het sedimentvolume het zandvolume af te leiden en vervolgens het zandtransport te berekenen.

$$V_{zand} = \alpha \cdot V_{totaal} \quad (1)$$

$$V_{slib} = (1 - \alpha) \cdot V_{totaal} \quad (2)$$

$$\% > 63\mu\text{m} = \frac{m_{zand}}{m_{totaal}} = \frac{\rho_{zand} \cdot V_{zand} \cdot (1 - n_{zand})}{\rho_{zand} \cdot V_{zand} \cdot (1 - n_{zand}) + \rho_{slib} \cdot V_{slib} \cdot (1 - n_{slib})} \quad (3)$$

Aangezien  $\%>63 \mu\text{m}$  via laserdiffractie is bepaald op het opgebroken deelstaal, zal de densiteit van de individuele slib- en zanddeeltjes gelijk verondersteld worden ( $= 2650 \text{ kg/m}^3$ ). Mits substitutie van (1) en (2) in (3) volgt dat:

$$\alpha = \frac{\%>63\mu\text{m} \cdot (1 - n_{\text{slib}})}{(1 - \%>63\mu\text{m}) \cdot (1 - n_{\text{zand}}) + \%>63\mu\text{m} \cdot (1 - n_{\text{slib}})} \quad (4)$$

Met behulp van  $\alpha$  (bepaald voor elke beschikbare korrelverdeling, met de aanname dat  $n_{\text{zand}} = 0,5$  en  $n_{\text{slib}} = 0,9$ ) kan het zandvolume bepaald worden. Voor metingen waarvoor geen korrelverdeling beschikbaar is, werd via een spline-interpolatie op beschikbare zandaandeel-metingen van de metingen op dezelfde hoogte (i.e. 20 cm boven de bodem, 40 cm boven de bodem, ...), het zandaandeel bepaald opdat het zandtransport (zandvolume  $\times n_{\text{zand}} \times$  densiteit / bemonsteringstijd) voor alle metingen kon worden afgeleid.

## 2.3 Bepalen totale zandtransport

Identiek aan het bepalen van het totale sedimenttransport in Plancke *et al.* (2014), werd het totale zandtransport bepaald. Hiervoor werden volgende stappen ondernomen:

- $Q_s(t = n \times 30')$ : interpolatie van de zandtransporten op de verschillende verticale posities naar een transport op moment X (veelvoud van 30 minuten).
- $Q_s^{\text{rel}}(z)$  [rel. =  $Q_s(z) / Q_s(z = B+20\text{cm})$ ]: Bepalen van het verticale profiel via een exponentiële regressie op basis van de geïnterpoleerde relatieve transporten op de verschillende hoogten. Hierbij wordt de verhouding bepaald voor de transporten op 40 cm, 130 cm en 230 cm ten opzichte van het transport op 20 cm boven de bodem. Tevens werd nabij het wateroppervlak een extra punt toegevoegd waarbij het relatieve transport gelijk aan 0,10 werd opgelegd, dit om te voorkomen dat nabij het oppervlak te hoge transporten zouden optreden via extrapolatie naar het wateroppervlak.

Deze regressie werd opgesteld voor elke locatie afzonderlijk, op basis van alle tijdstappen (telkens veelvoud van 30 minuten) en alle beschikbare hoogten. Per locatie levert dit één relatieve verticale sedimenttransport-verdeling.

- $Q_s(z,t)$ : berekenen van het totale transport door integratie van het verticale profiel verkregen door combinatie van de relatieve (verhouding t.o.v. transport op 20 cm boven de bodem) verticale sedimenttransport-verdeling (exponentiële curve uit stap 2) en de uit stap 1 geïnterpoleerde waarde op hoogte bodem + 20 cm. Bij de integratie wordt per tijdstap voor de onderste 10 cm een constant transport aangenomen (waarde op bodem + 10 cm).

Voor meer informatie wordt opnieuw verwezen naar bovenstaande referentie.

### 3 Resultaten zandtransport

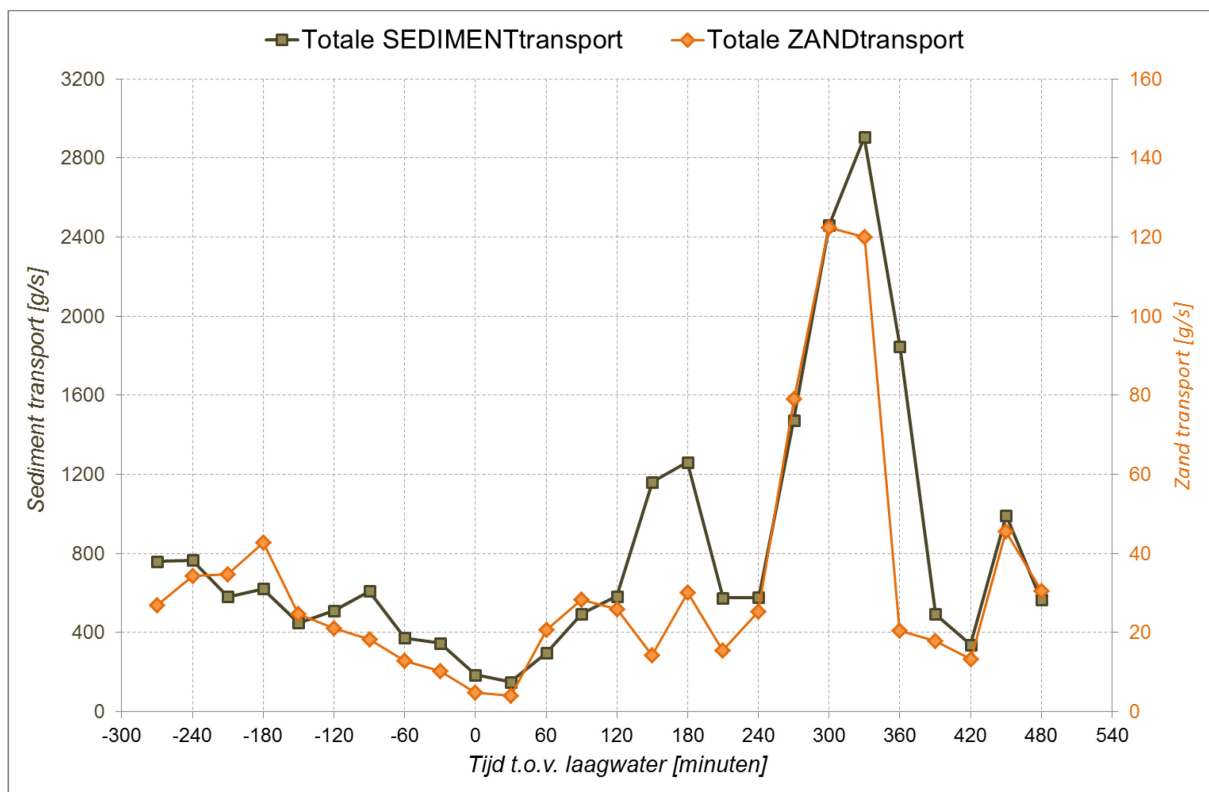
In volgende paragrafen wordt per locatie de resultaten gepresenteerd, alsook een vergelijking met de totale sedimenttransporten gegeven. De locatie Liefkenshoek werd niet opgenomen omwille van de problemen tijdens de meting door de wind en het ontbreken van gegevens over de volledige getijcyclus.

#### 3.1 Oosterweel

Figuur 3 geeft het verloop van het totale sedimenttransport en het totale zandtransport weer. Hieruit valt op dat het zandtransport slechts een klein aandeel is van het totale sedimenttransport (grootteorde 5%). Desalniettemin vertoont het zandtransport een gelijkaardig verloop gedurende de getijcyclus. De eerste (kleine) toename tijdens de vloedfase (LW + 180') die optreedt in het sedimenttransport is echter niet terug te zien bij het zandtransport.

In Bijlage B – Diepteprofielen zandtransport § 7.1 worden per tijdstap van 30' de verticale profielen van het zandtransport weergegeven.

Figuur 3 – Overzicht totale SEDIMENT transport en totale ZAND transport

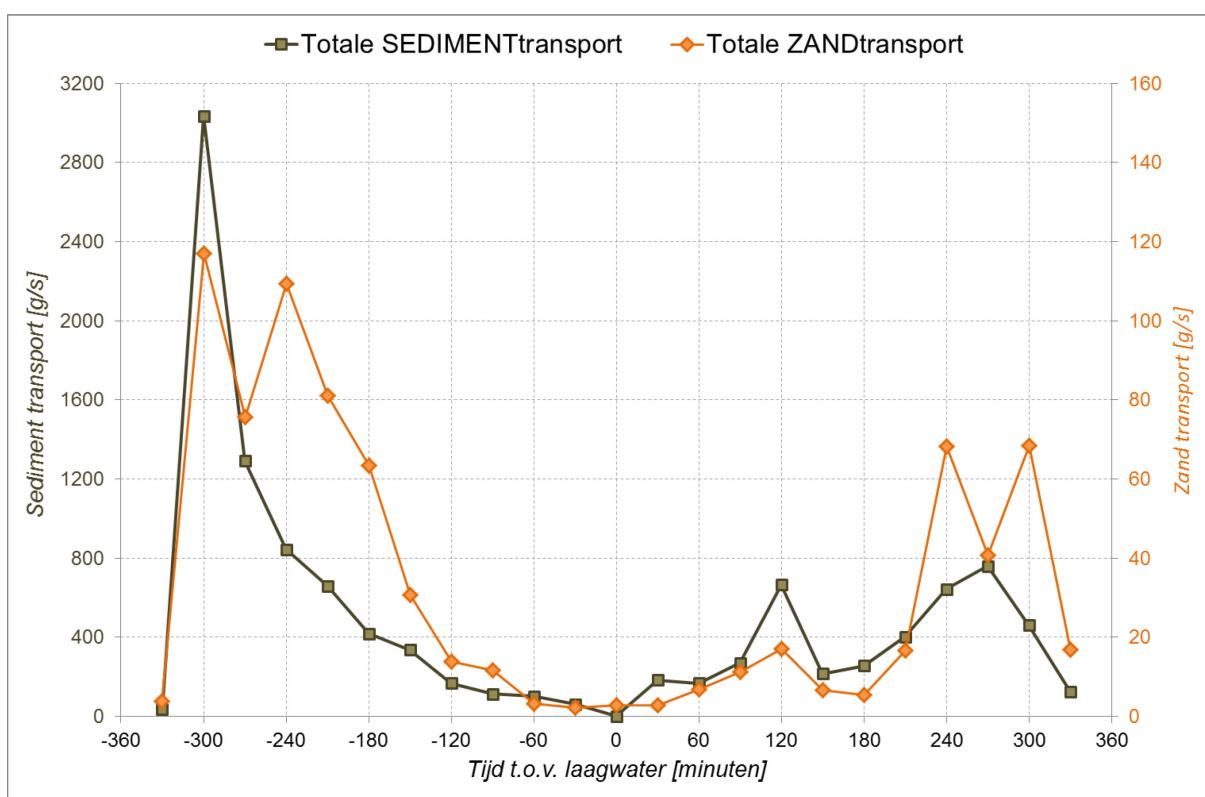


### 3.2 Kruibeke

Figuur 4 geeft het verloop van het totale sedimenttransport en het totale zandtransport weer. Hieruit valt op dat het zandtransport slechts een klein aandeel is van het totale sedimenttransport (grootteorde 5%). Desalniettemin vertoont het zandtransport een gelijkaardig verloop gedurende de getijcyclus. De relatieve toename tijdens het einde van de vloedfase (LW + 240') is wel sterker bij het zandtransport. In het zandtransport is er echter wel een terugval te zien tijdens het einde van de vloedfase (LW + 270') die toe te schrijven is aan een daling in transport in de metingen op 20 en 40 cm boven de bodem.

In Bijlage B – Diepteprofielen zandtransport § 7.2 worden per tijdstap van 30' de verticale profielen van het zandtransport weergegeven.

Figuur 4 – Overzicht totale SEDIMENT transport en totale ZAND transport

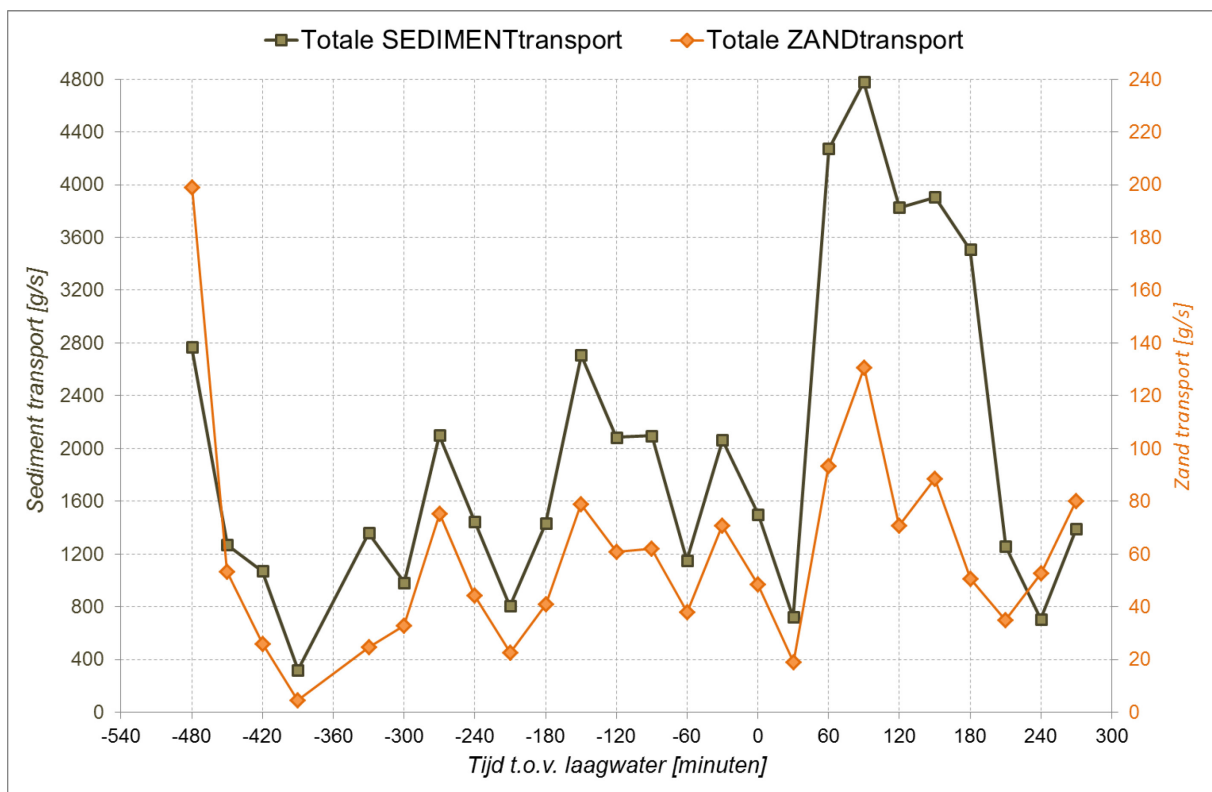


### 3.3 Driegoten

Figuur 5 geeft het verloop van het totale sedimenttransport en het totale zandtransport weer. Hieruit valt op dat het zandtransport slechts een klein aandeel is van het totale sedimenttransport (grootteorde minder dan 5%). Desalniettemin vertoont het zandtransport een gelijkaardig verloop gedurende de getijcyclus. De sterke toename tijdens het begin van de vloedfase (LW + 60') die optreedt in het sedimenttransport is minder uitgesproken bij het zandtransport.

In Bijlage B – Diepteprofielen zandtransport § 7.3 worden per tijdstap van 30' de verticale profielen van het zandtransport weergegeven.

Figuur 5 – Overzicht totale **SEDIMENT** transport en totale **ZAND** transport

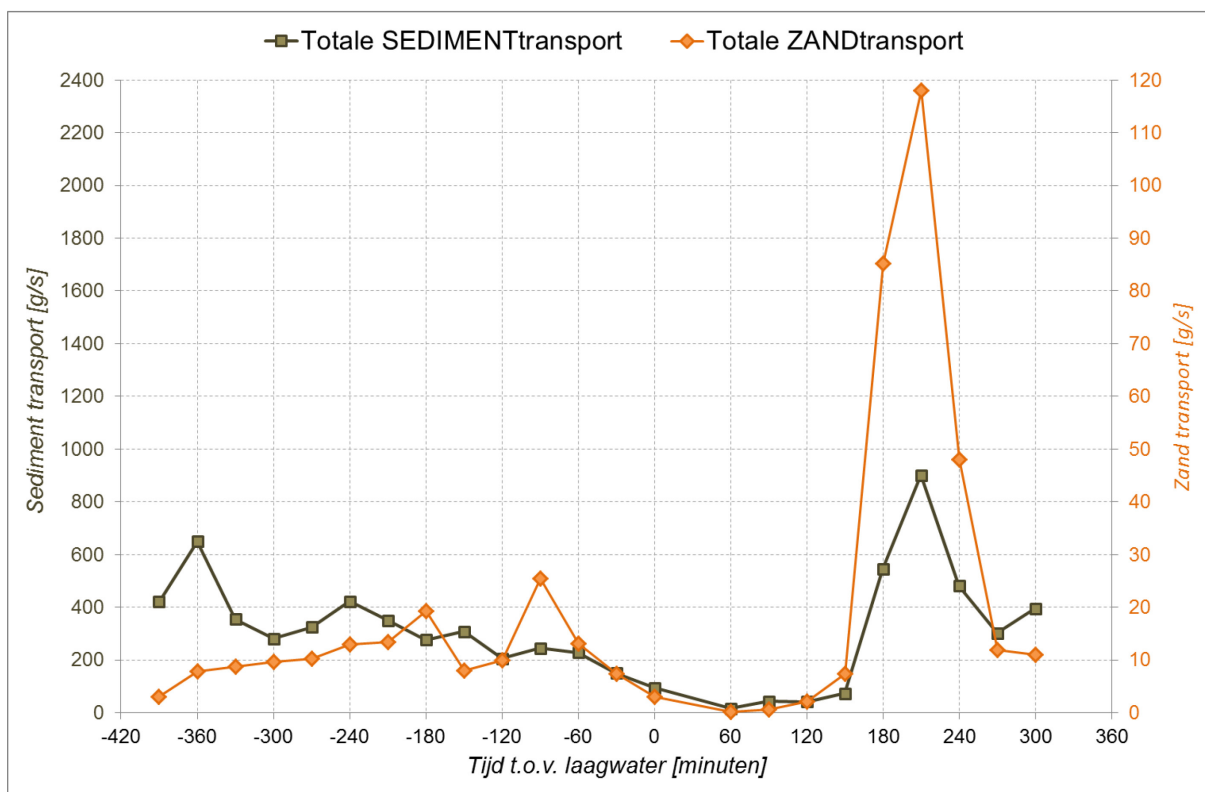


### 3.4 Dendermonde

Figuur 6 geeft het verloop van het totale sedimenttransport en het totale zandtransport weer. Hieruit valt op dat het zandtransport slechts een klein aandeel is van het totale sedimenttransport (grootteorde 5%). Desalniettemin vertoont het zandtransport een gelijkaardig verloop gedurende de getijcyclus. De relatieve toename tijdens het einde van de vloedfase (LW + 240') is wel sterker bij het zandtransport.

In Bijlage B – Diepteprofielen zandtransport § 7.4 worden per tijdstap van 30' de verticale profielen van het zandtransport weergegeven.

Figuur 6 – Overzicht totale **SEDIMENT** transport en totale **ZAND** transport

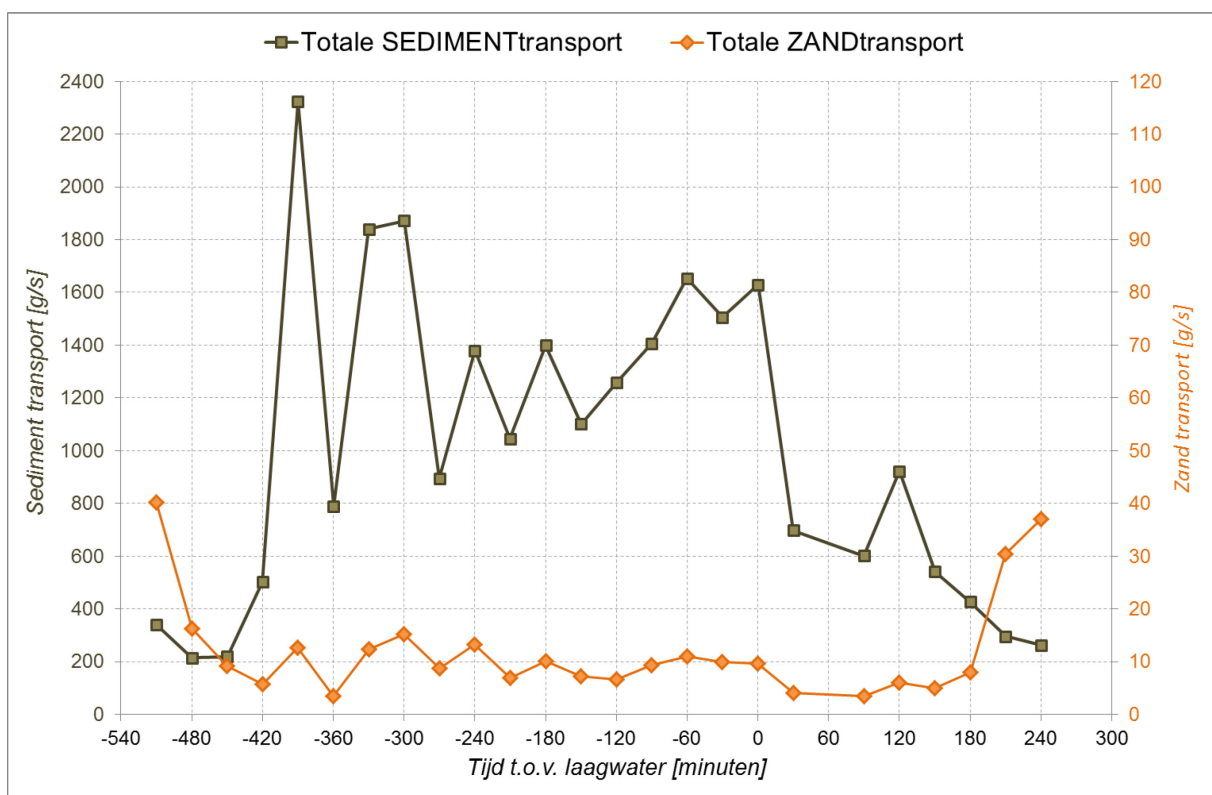


### 3.5 Schoonaarde

Figuur 7 geeft het verloop van het totale sedimenttransport en het totale zandtransport weer. Hieruit valt op dat het zandtransport slechts een klein aandeel is van het totale sedimenttransport (grootteorde 1%). In tegenstelling tot de meer afwaartse locaties, is het relatieve verloop anders bij het zandtransport ten opzichte van het sedimenttransport. Het zandtransport wordt gekenmerkt door een uitgesproken piek op het einde van de vloedfase (LW + 240'), terwijl gedurende de rest van de getijcyclus het zandtransport beperkt blijft. Bij het sedimenttransport traden de hoogste waarden op tijdens de eb fase.

In Bijlage B – Diepteprofielen zandtransport § 7.5 worden per tijdstap van 30' de verticale profielen van het zandtransport weergegeven.

Figuur 7 – Overzicht totale **SEDIMENT** transport en totale **ZAND** transport



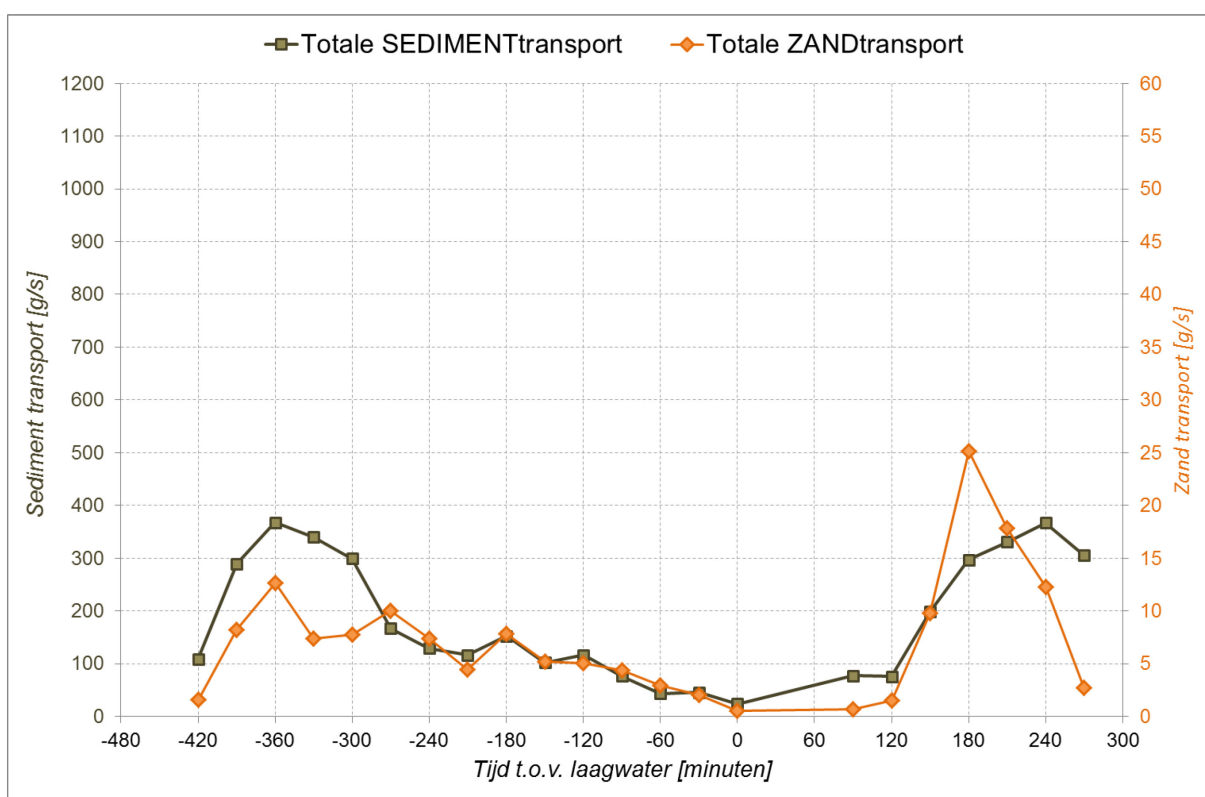


### 3.6 Schellebelle

Figuur 8 geeft het verloop van het totale sedimenttransport en het totale zandtransport weer. Hieruit valt op dat het zandtransport slechts een klein aandeel is van het totale sedimenttransport (grootteorde 5%). Desalniettemin vertoont het zandtransport een gelijkaardig verloop gedurende de getijcyclus. De toename bij het begin van de eb fase (LW - 360') is minder uitgesproken in het zandtransport, terwijl de toename op het einde van de vloedfase (LW + 180') meer uitgesproken is in het zandtransport (weliswaar korter in duur).

In Bijlage B – Diepteprofielen zandtransport § 7.6 worden per tijdstap van 30' de verticale profielen van het zandtransport weergegeven.

Figuur 8 – Overzicht totale **SEDIMENT** transport en totale **ZAND** transport

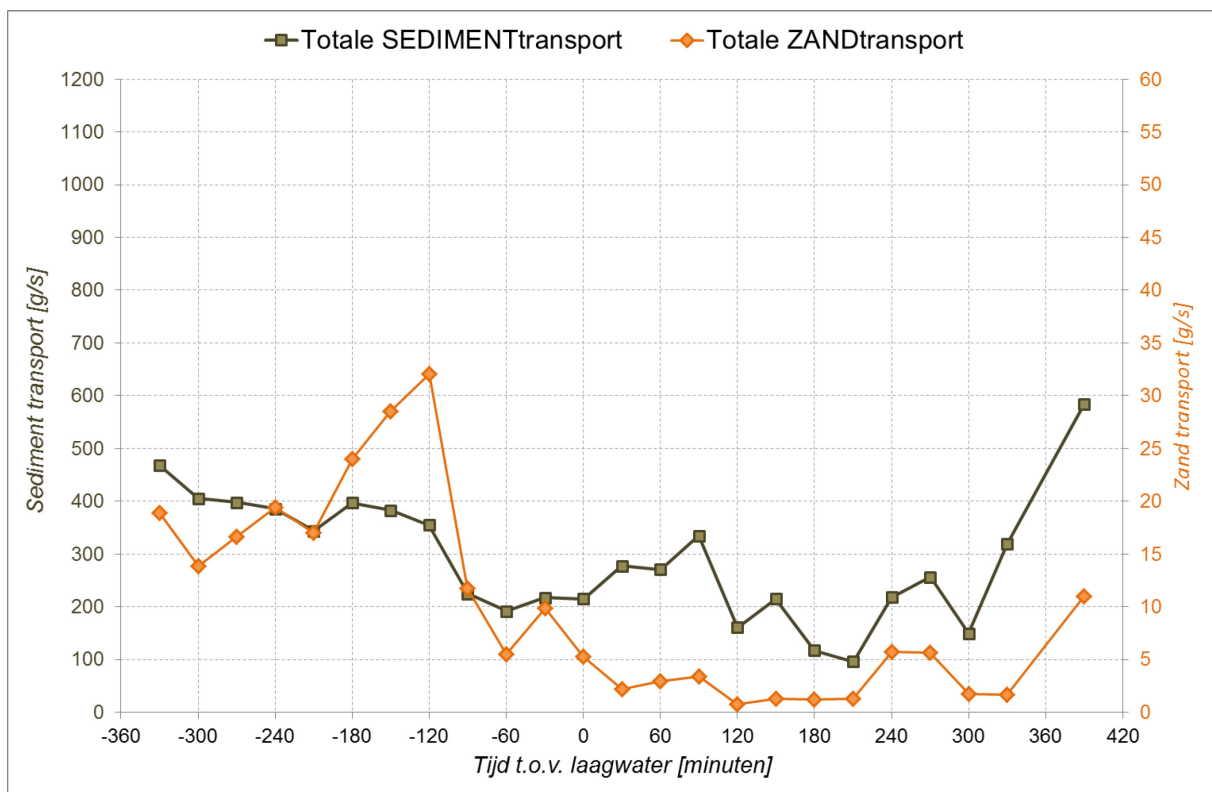


### 3.7 Terhagen

Figuur 9 geeft het verloop van het totale sedimenttransport en het totale zandtransport weer. Hieruit valt op dat het zandtransport slechts een klein aandeel is van het totale sedimenttransport (grootteorde 5% bij eb, grootteorde 2% bij vloed). Desalniettemin vertoont het zandtransport een gelijkaardig verloop gedurende de getijcyclus. Het zandtransport vertoont weliswaar een meer uitgesproken toename in het midden van de eb fase (LW – 120').

In Bijlage B – Diepteprofielen zandtransport § 7.7 worden per tijdstap van 30' de verticale profielen van het zandtransport weergegeven.

Figuur 9 – Overzicht totale **SEDIMENT** transport en totale **ZAND** transport



## 4 Conclusies en aanbevelingen

### 4.1 Conclusies

In het kader van het project “Integraal plan Boven-Zeeschelde” worden door het Waterbouwkundig Laboratorium numerieke modellen (Smolders *et al.*, 2016) opgemaakt en ingezet om diverse scenario’s te onderzoeken. Deze modellen simuleren ook het sedimenttransport, waarbij onderscheid gemaakt wordt tussen zand (niet-cohesief) en slib (cohesief) transport. Om deze modellen te kalibreren/valideren werden in 2014 een reeks extra sedimenttransport metingen uitgevoerd in de Zeeschelde. Deze metingen werden gerapporteerd als totaal sedimenttransport. Ter validatie van het zandtransport model rees de vraag om expliciet een inschatting te maken van het totaal zandtransport.

Op basis van de beschikbare korrelgrootteverdelingen werd een inschatting gemaakt van het aandeel zandtransport in het totale sedimenttransport, gemeten met behulp van Delftse flessen. Om deze inschatting te maken werd expliciet rekening gehouden met het verschil in pakking tussen het zand en het slib van het opgevangen sediment. Hiertoe moest een aanname gemaakt worden voor de porositeit bij respectievelijk het opgevangen zand en slib. Op basis van deze methode blijkt het aandeel van het zandtransport in de Zeeschelde zeer beperkt (< 5%) te zijn ten opzichte van het totale transport. De patronen van het zand- en sedimenttransport zijn grotendeels gelijkaardig voor de meeste bemeten locaties, met hier en daar een afwijking.

### 4.2 Aanbevelingen

Bij het uitvoeren van de sedimenttransport metingen werd gebruik gemaakt van Delftse flessen, aangezien deze toestellen in principe enkel de fractie groter dan 50  $\mu\text{m}$  capteren. In de praktijk bleek ook dat de fijnere fractie in de fles achterbleef. Het verdient dan de aanbeveling na te gaan wat de invloed is van de stroomsnelheid op het capteren van fijnere sedimentdeeltjes in de Delftse fles, aangezien vooral rond de momenten van kentering grote hoeveelheden slib werd waargenomen in de fles.

Een tweede aanbeveling volgt uit de gehanteerde methodiek om het aandeel van het zandtransport te bepalen. Om deze berekening te optimaliseren wordt voorgesteld om tijdens een meetcampagne waarbij een Delftse fles wordt ingezet, enerzijds in situ een onderscheid trachten te maken tussen het aandeel zand en het aandeel slib (bij aflezen maatbuis) en anderzijds achteraf bij de analyse in het labo het aandeel zand als slib te bepalen (zowel volumetrisch als gewicht). Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat de aanwezigheid van vlokken een bijkomende moeilijkheid vormt, aangezien deze tijdens het transport beïnvloed kunnen worden.

## 5 Referenties

**Koltermann, C.E.; Gorelick, S.M.** (1995). Fractional packing model for hydraulic conductivity derived from sediment mixtures. *Water Resour. Res.* 31(12): 3283–3297. doi:10.1029/95WR02020

**Plancke, Y.; Vereecken, H.; Vanlede, J.; Verwaest, T.; Mostaert, F.** (2014). Integraal plan Boven-Zeeschelde: deelrapport 3. Factual data-rapport sediment transportmetingen in de Zeeschelde in 2014. *RPRT. WL Rapporten*, 13\_131. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen

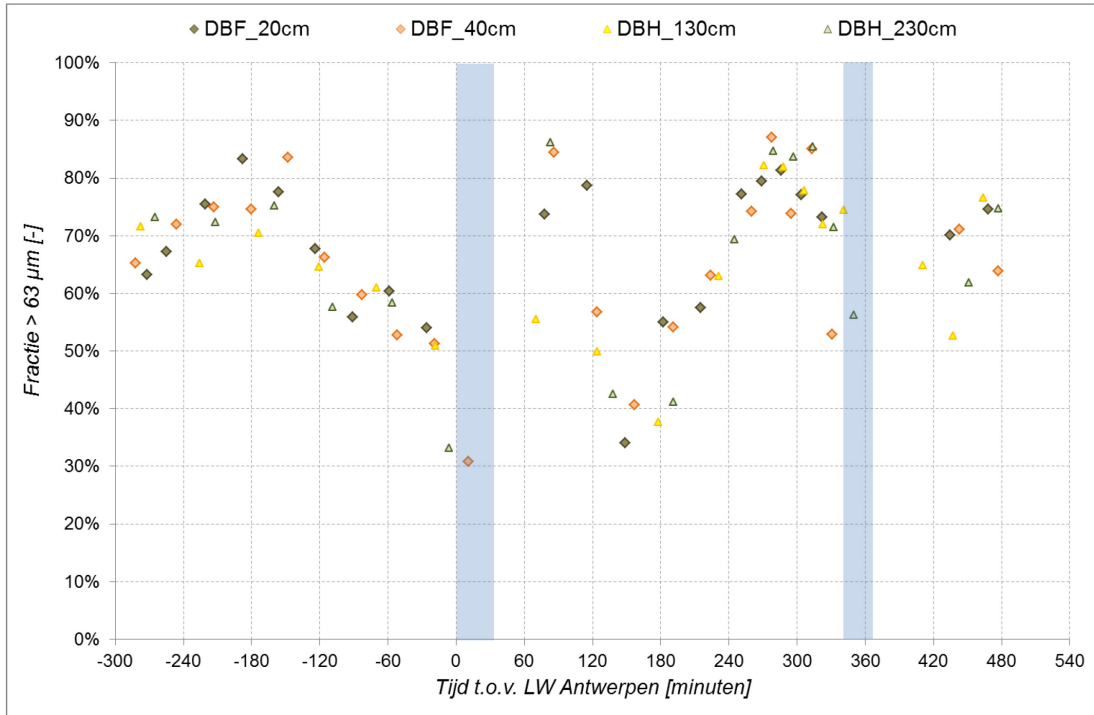
**Rawle, A.** (2011). BASIC PRINCIPLES OF PARTICLE SIZE ANALYSIS

**Smolders, S.; Maximova, T.; Vanlede, J.; Plancke, Y.; Verwaest, T.; Mostaert, F.** (2016). Integraal plan Bovenzeeschelde: Subreport 1. SCALDIS: a 3D Hydrodynamic model for the Scheldt Estuary. *RPRT. WL Rapporten*, 13\_131. Flanders Hydraulics Research: Antwerp

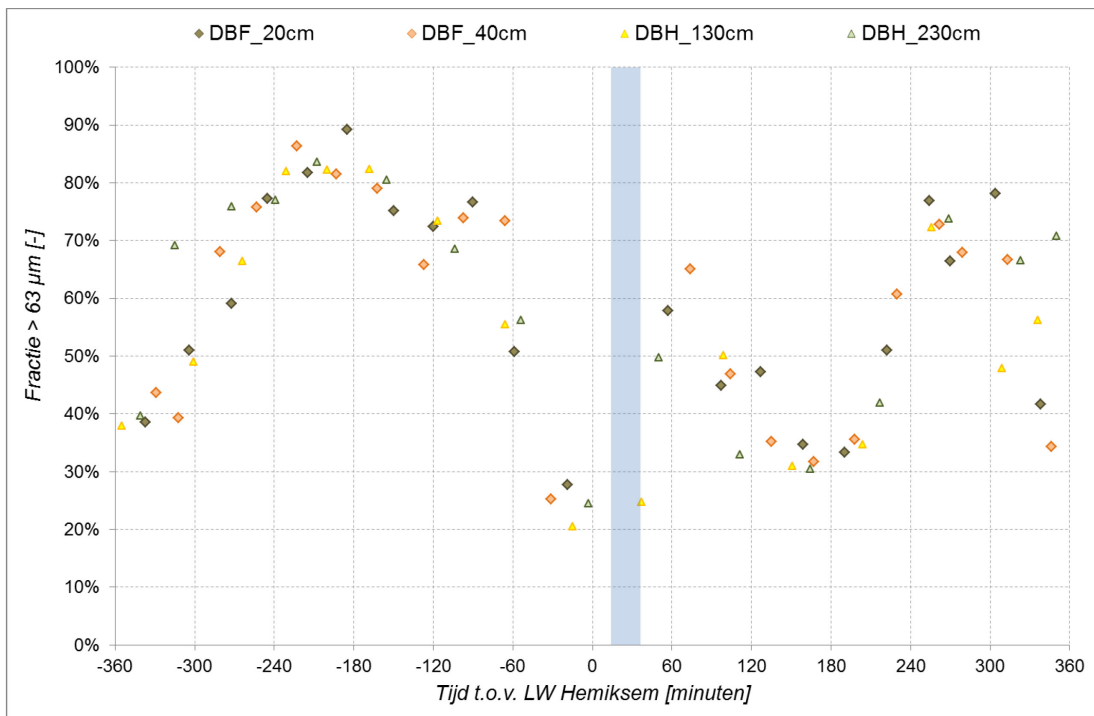


# Bijlage A – Aandeel zandfractie

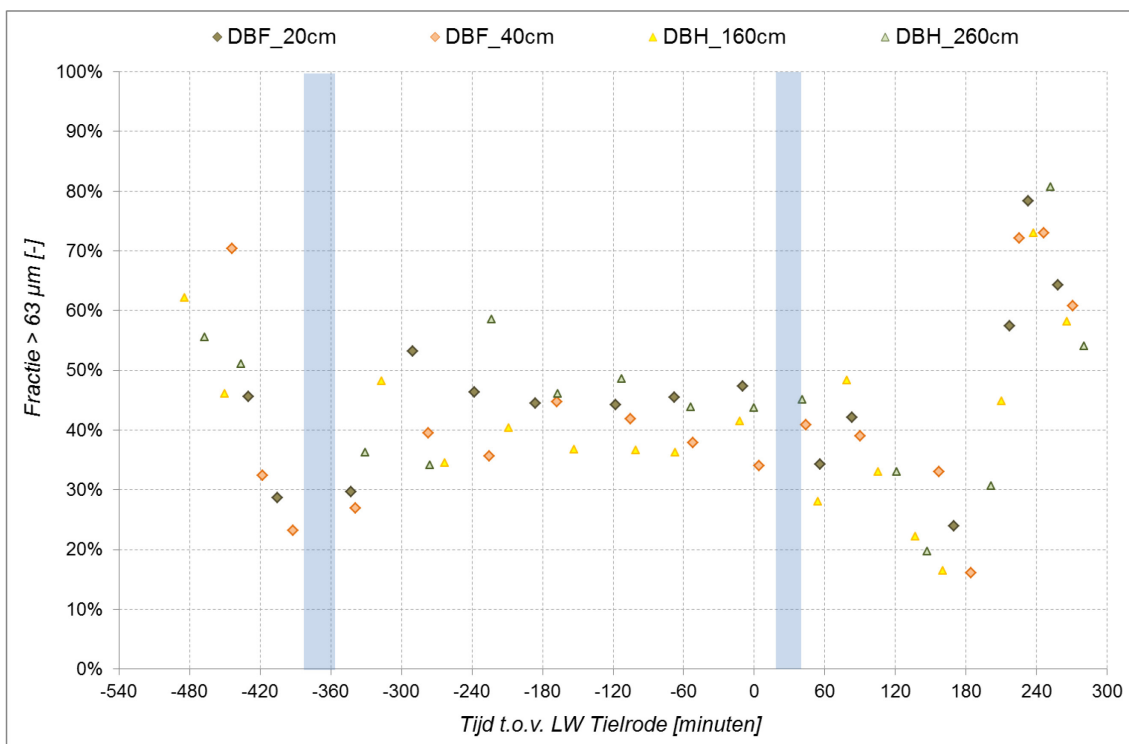
Figuur 10 – Aandeel zandfractie op verschillende hoogten tijdens 13u-meting te Oosterweel



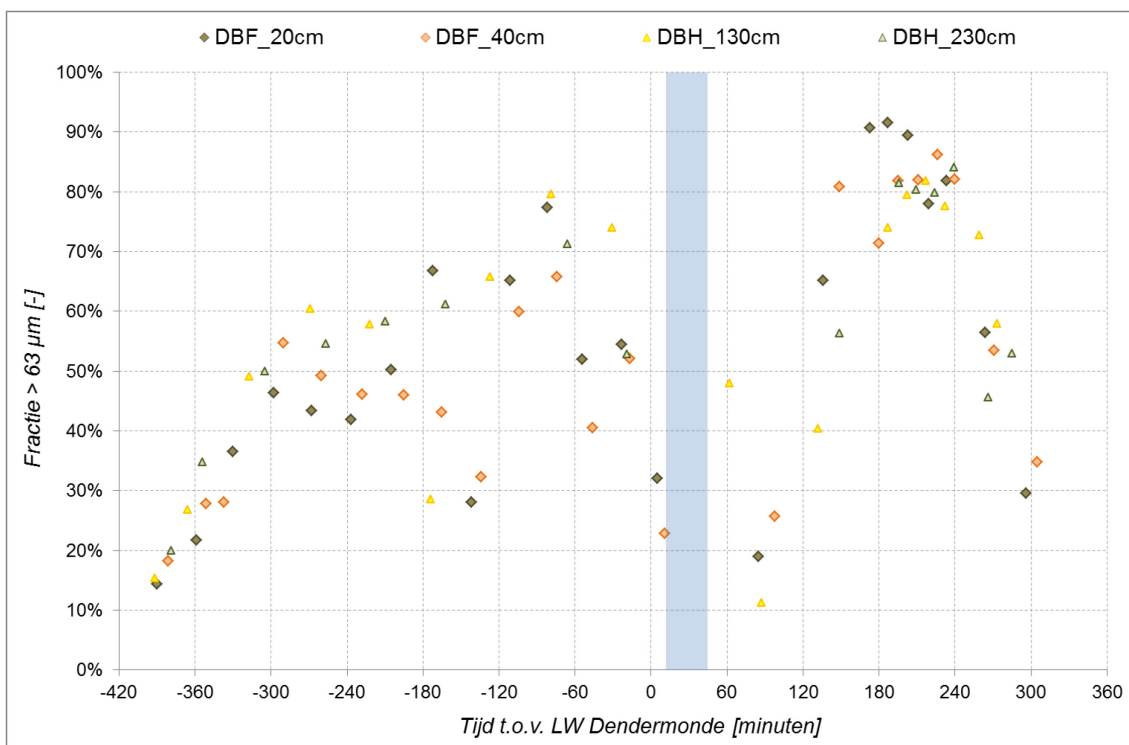
Figuur 11 – Aandeel zandfractie op verschillende hoogten tijdens 13u-meting te Kruikeke



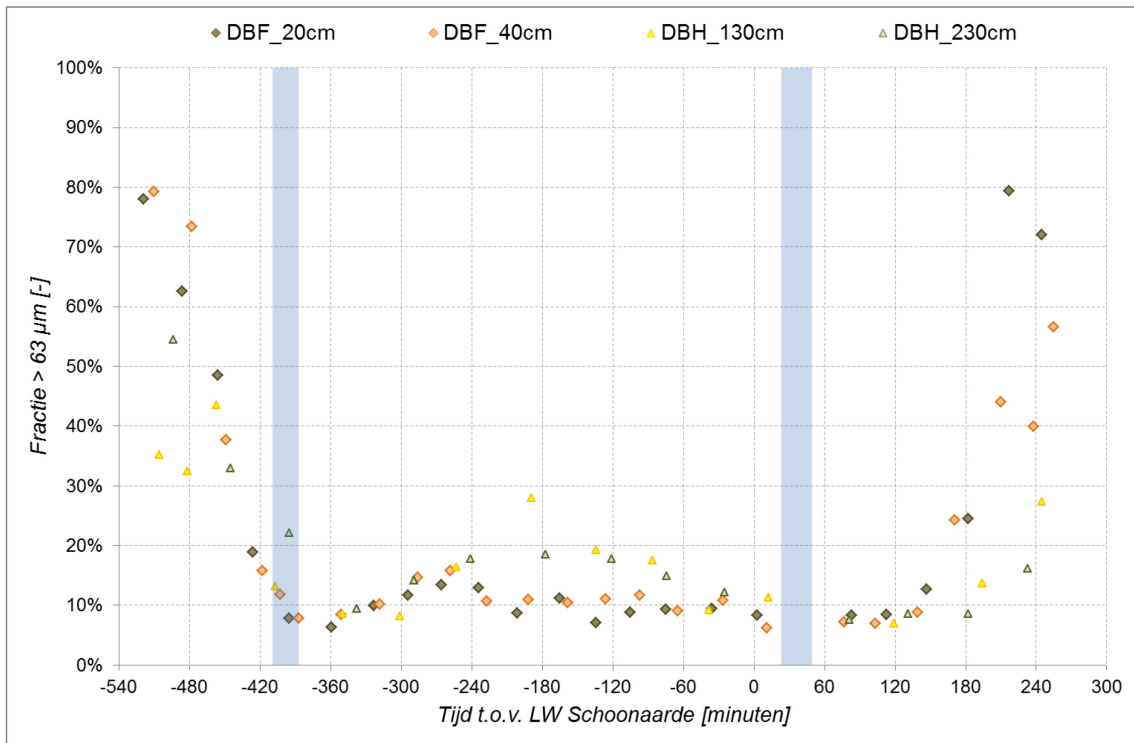
Figuur 12 – Aandeel zandfractie op verschillende hoogten tijdens 13u-meting te Driegoten



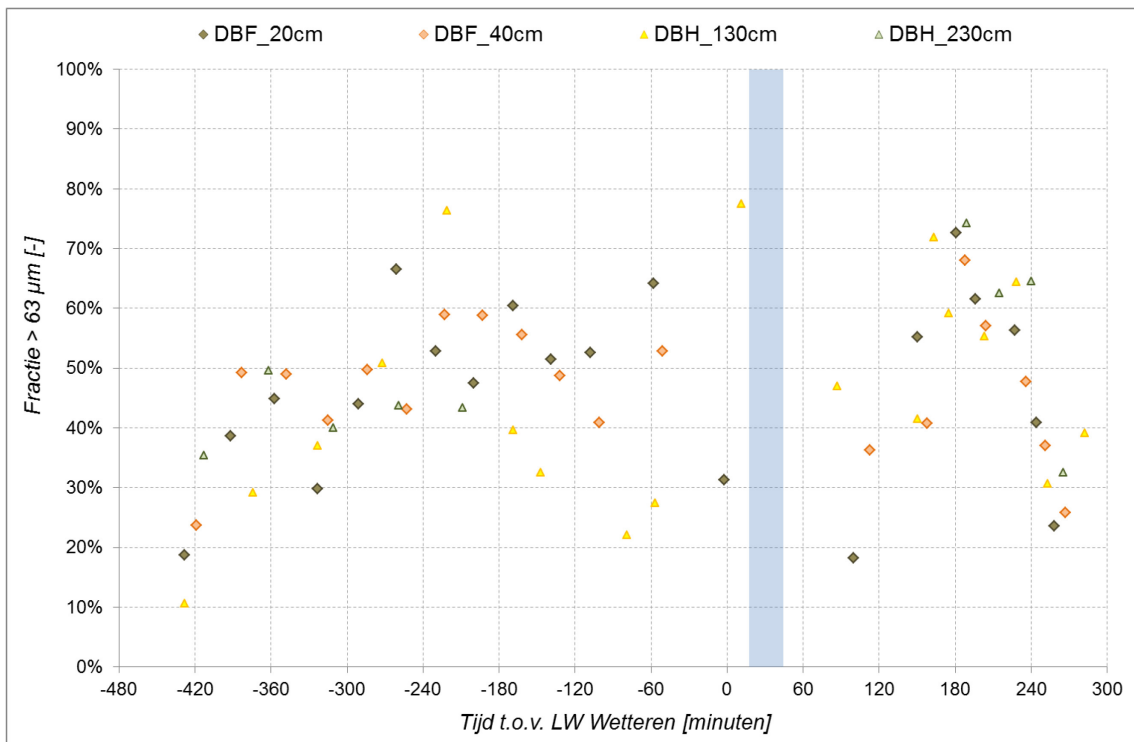
Figuur 13 – Aandeel zandfractie op verschillende hoogten tijdens 13u-meting te Dendermonde



Figuur 14 – Aandeel zandfractie op verschillende hoogten tijdens 13u-meting te Schoonaarde

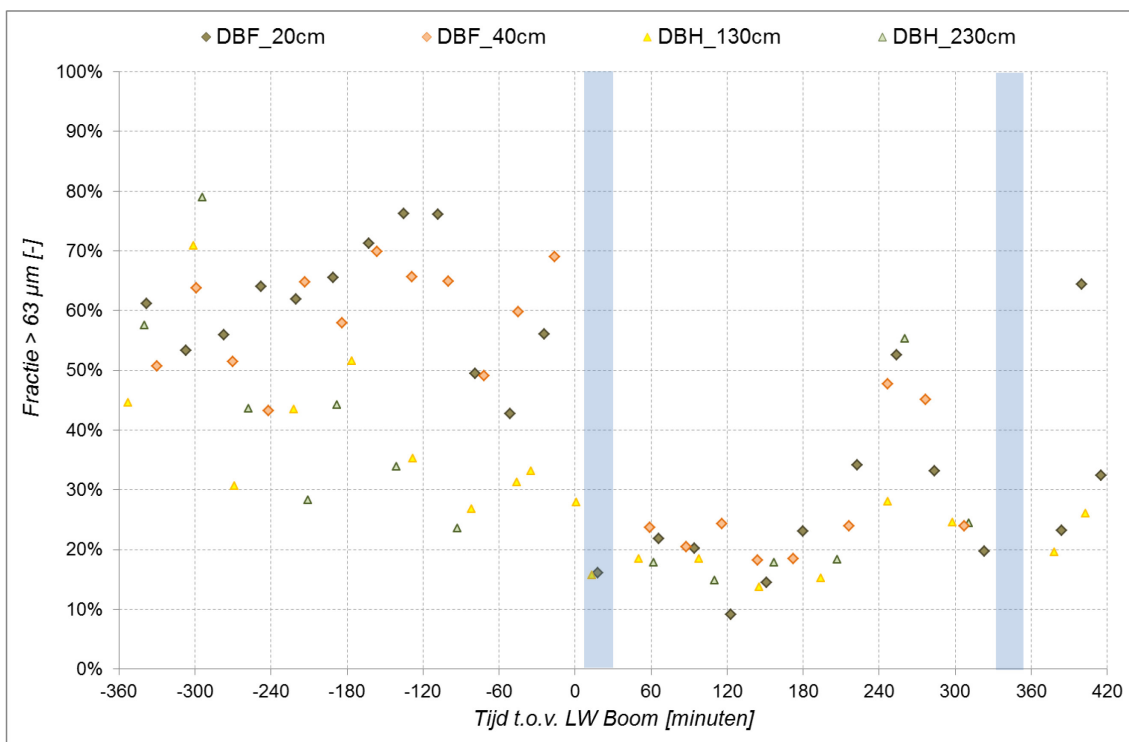


Figuur 15 – Aandeel zandfractie op verschillende hoogten tijdens 13u-meting te Schellebelle





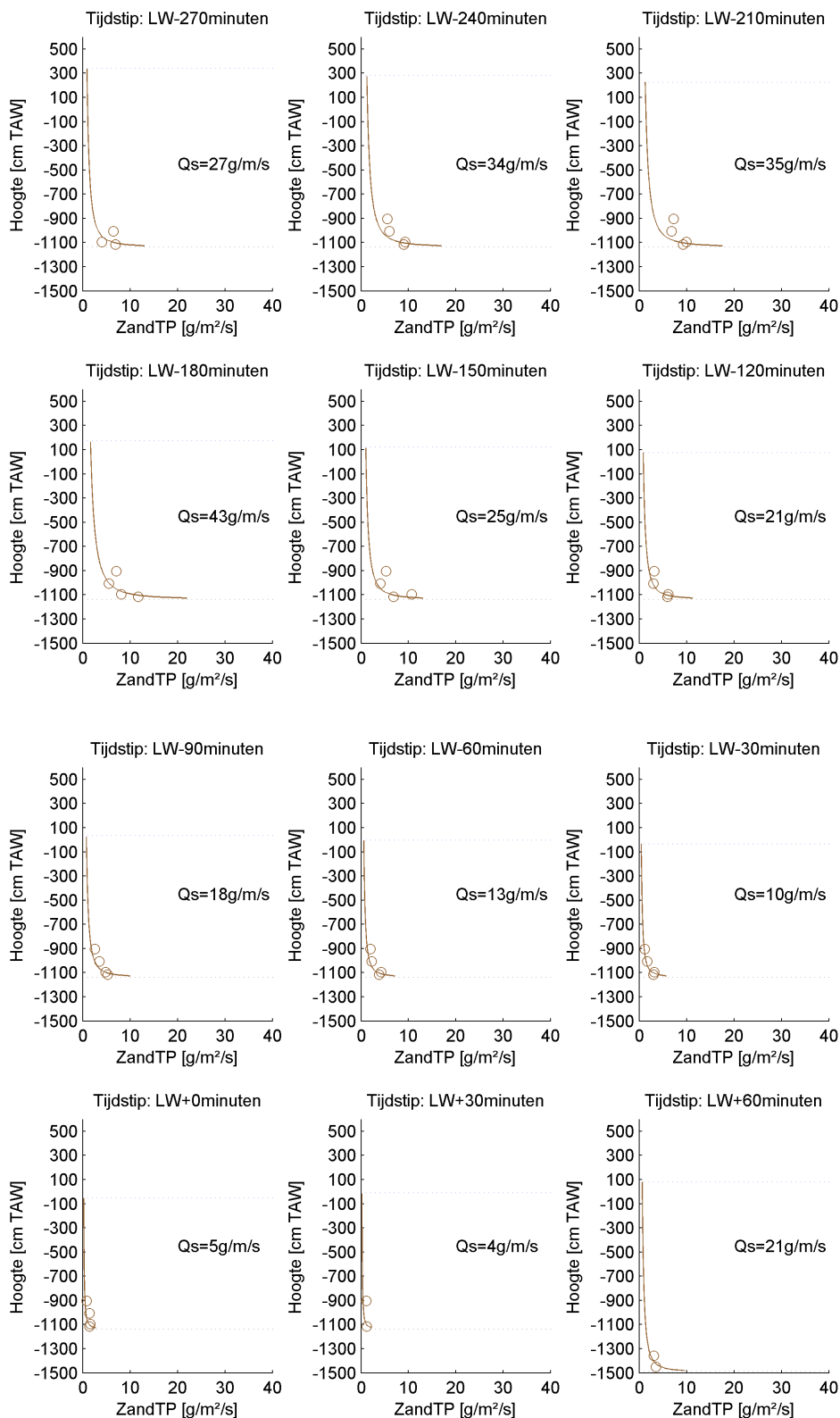
Figuur 16 – Aandeel zandfractie op verschillende hoogten tijdens 13u-meting te Terhagen



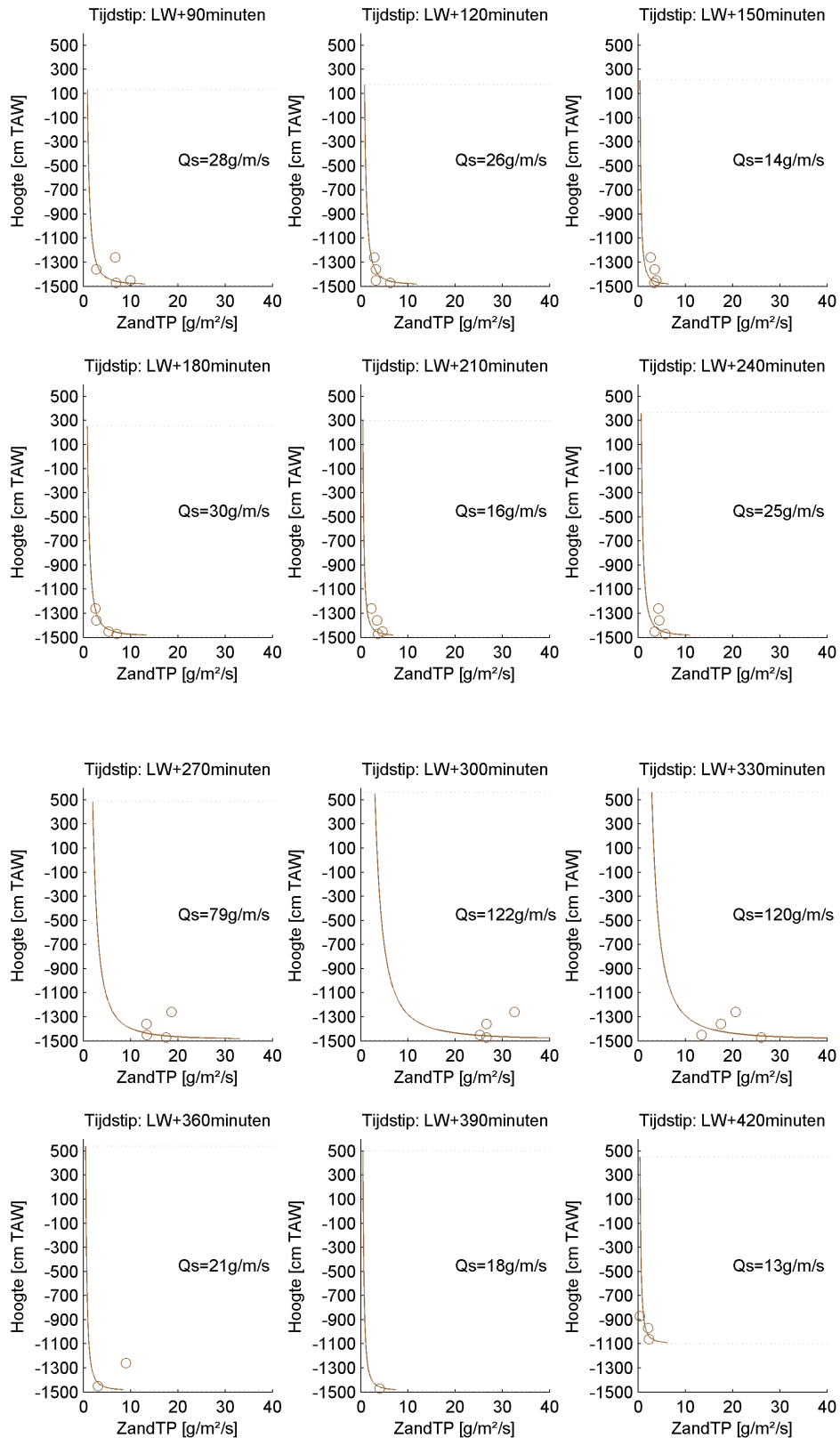
## Bijlage B – Diepteprofielen zandtransport

# Oosterweel

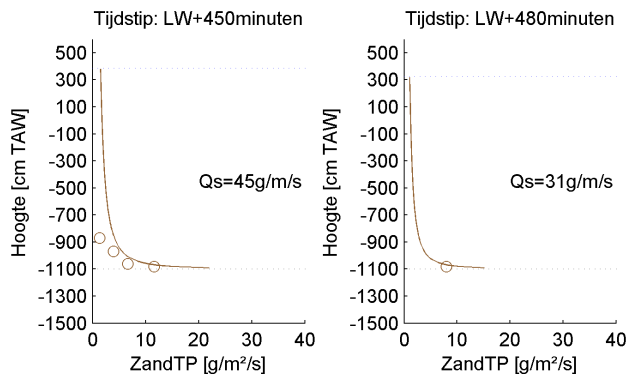
Figuur 17 – Diepteprofiel zandtransport te Oosterweel (o = meting | - = exponentiële fit verticaal profiel)



Figuur 18 – Diepteprofiel zandtransport te Oosterweel (o = meting | - = exponentiële fit verticaal profiel)

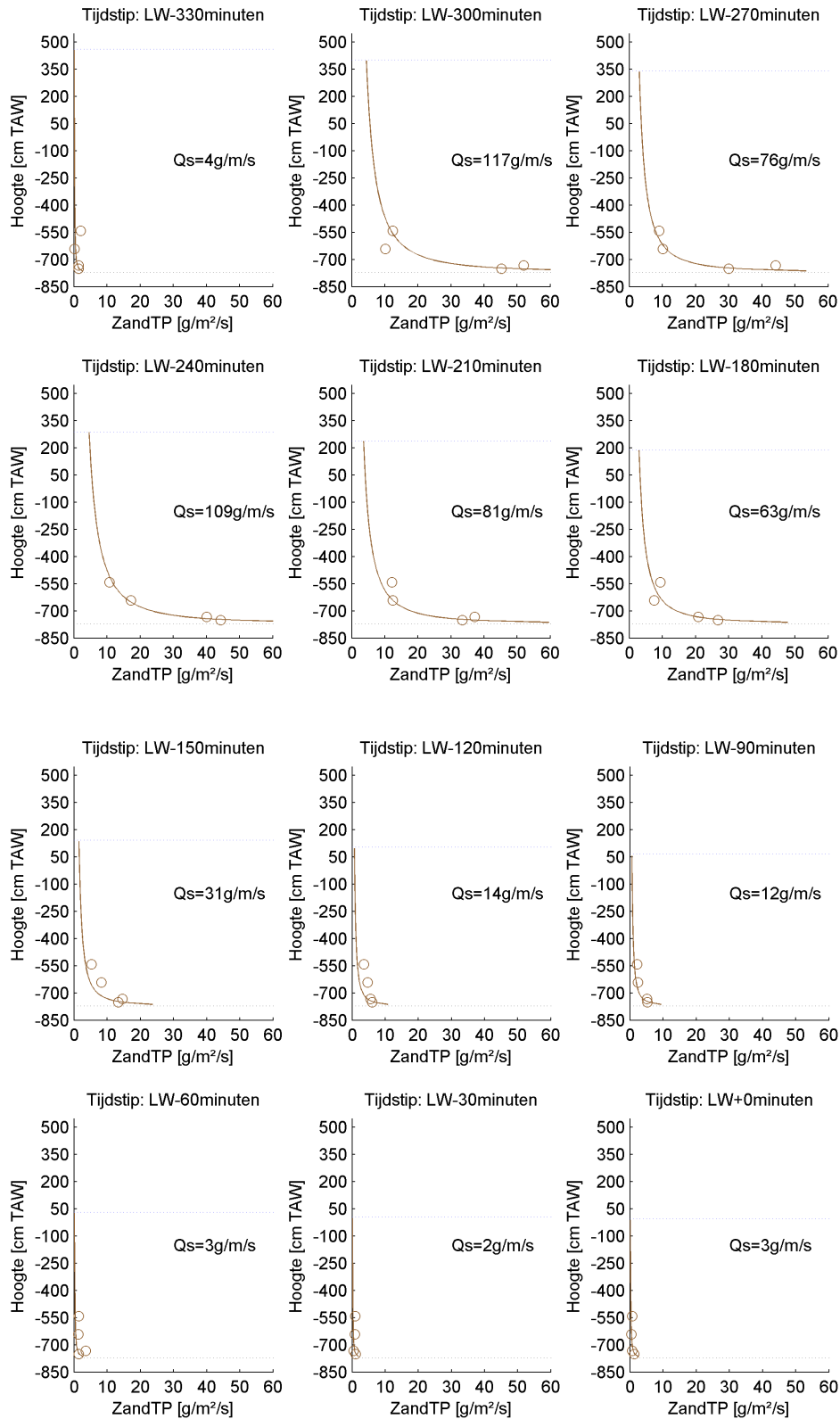


Figuur 19 – Diepte-profiel zandtransport te Oosterweel (o = meting | - = exponentiële fit verticaal profiel)

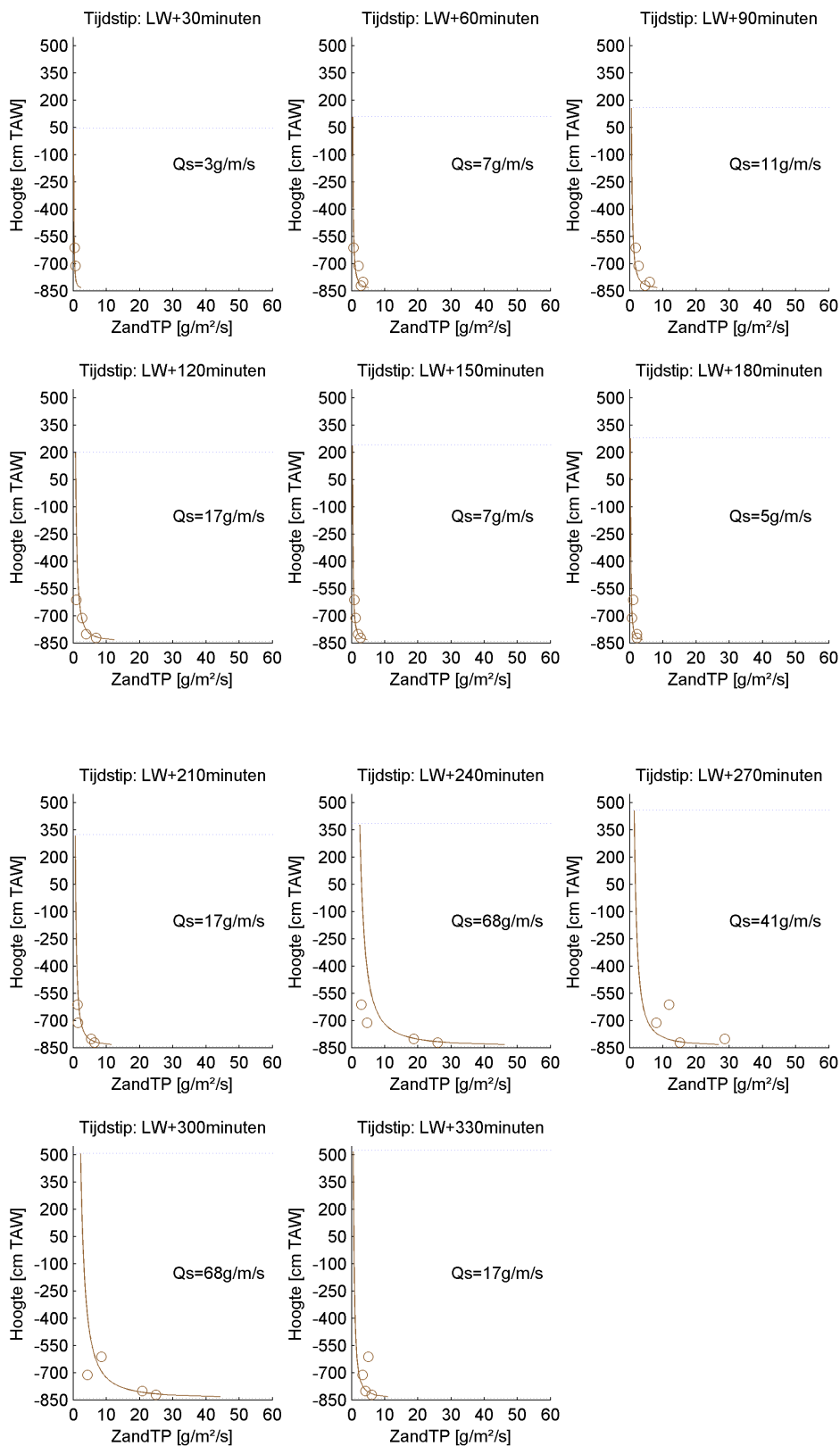


# Kruibeke

Figuur 20 – Diepte-profiel zandtransport te Kruibeke (o = meting | - = exponentiële fit verticaal profiel)

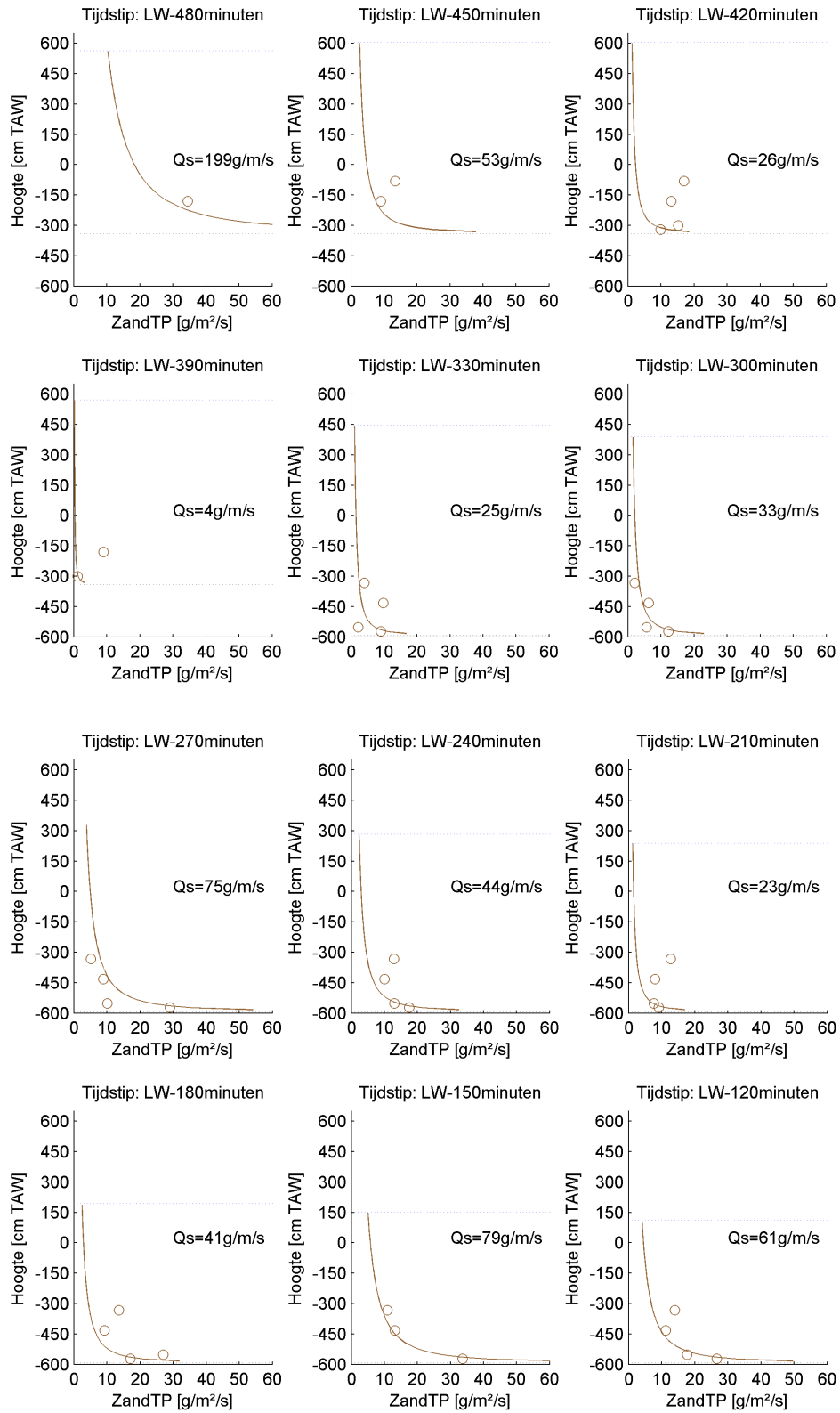


Figuur 21 – Diepte-profiel zandtransport te Kruibeke (o = meting | - = exponentiële fit verticaal profiel)



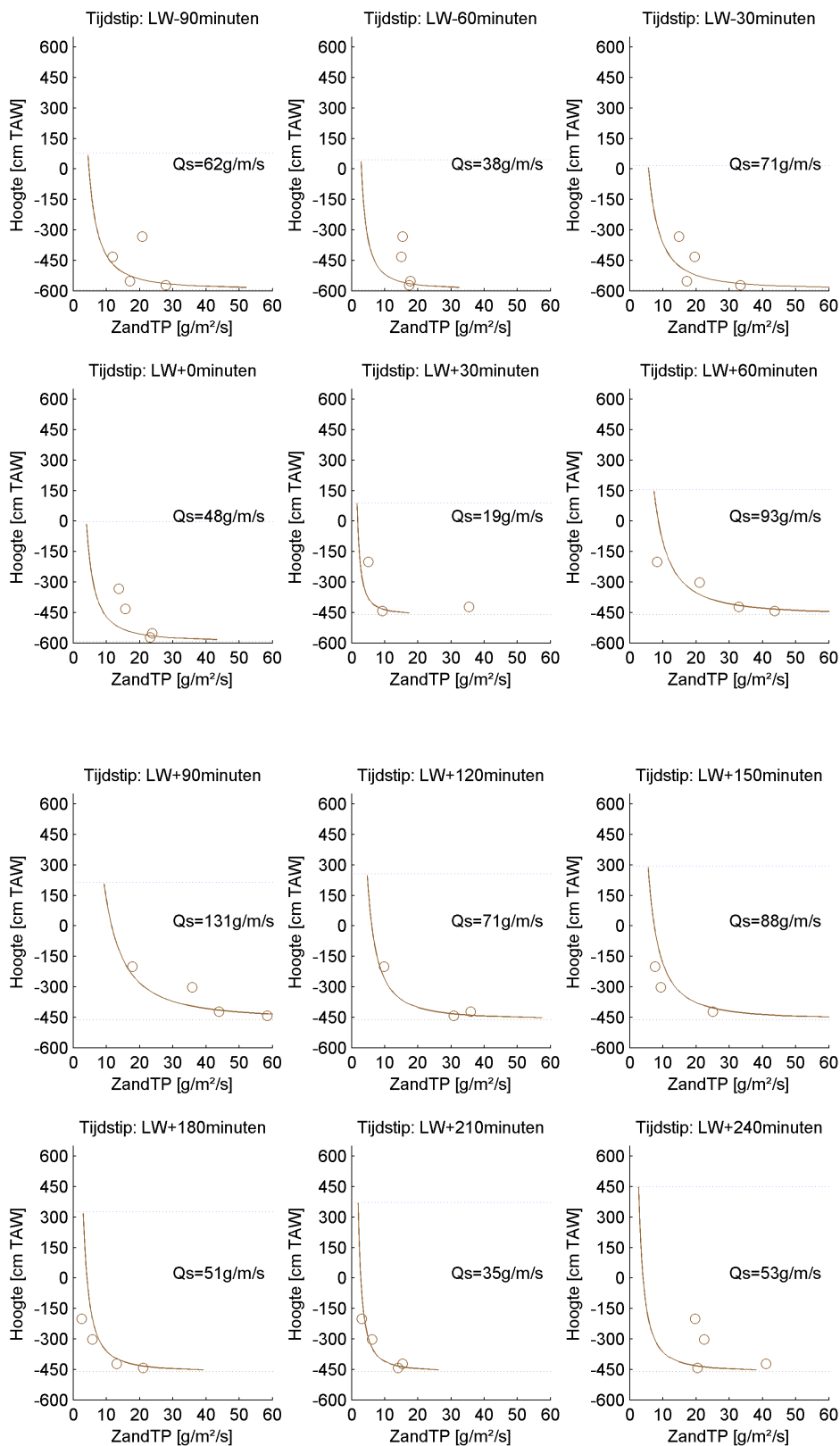
## Driegoten

Figuur 22 – Diepte-profiel zandtransport te Driegoten (o = meting | - = exponentiële fit verticaal profiel)

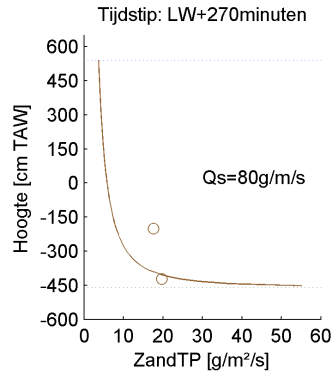




Figuur 23 – Diepte-profiel zandtransport te Driegoten (o = meting | - = exponentiële fit verticaal profiel)

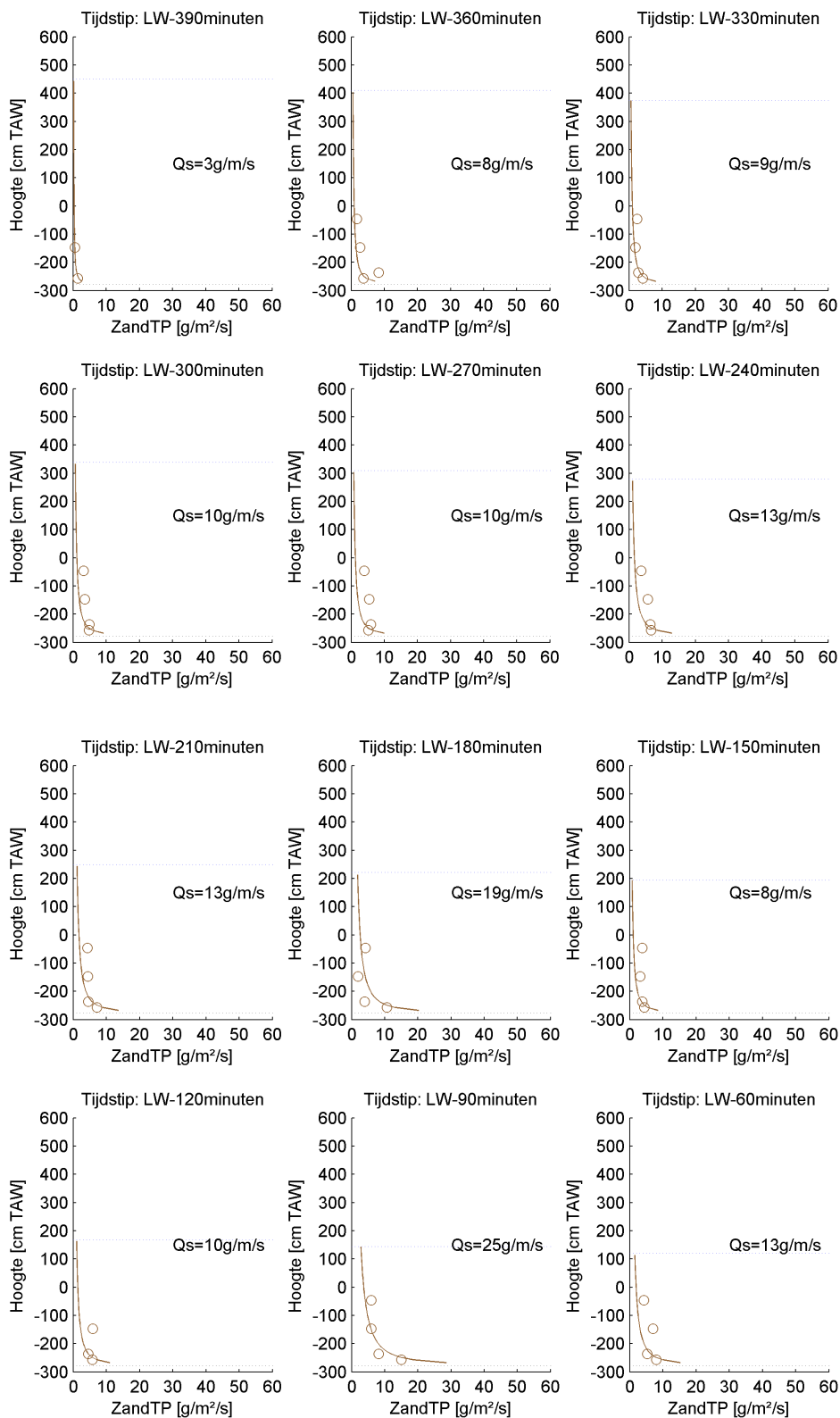


Figuur 24 – Diepteprofiel zandtransport te Driegoten (o = meting | - = exponentiële fit verticaal profiel)

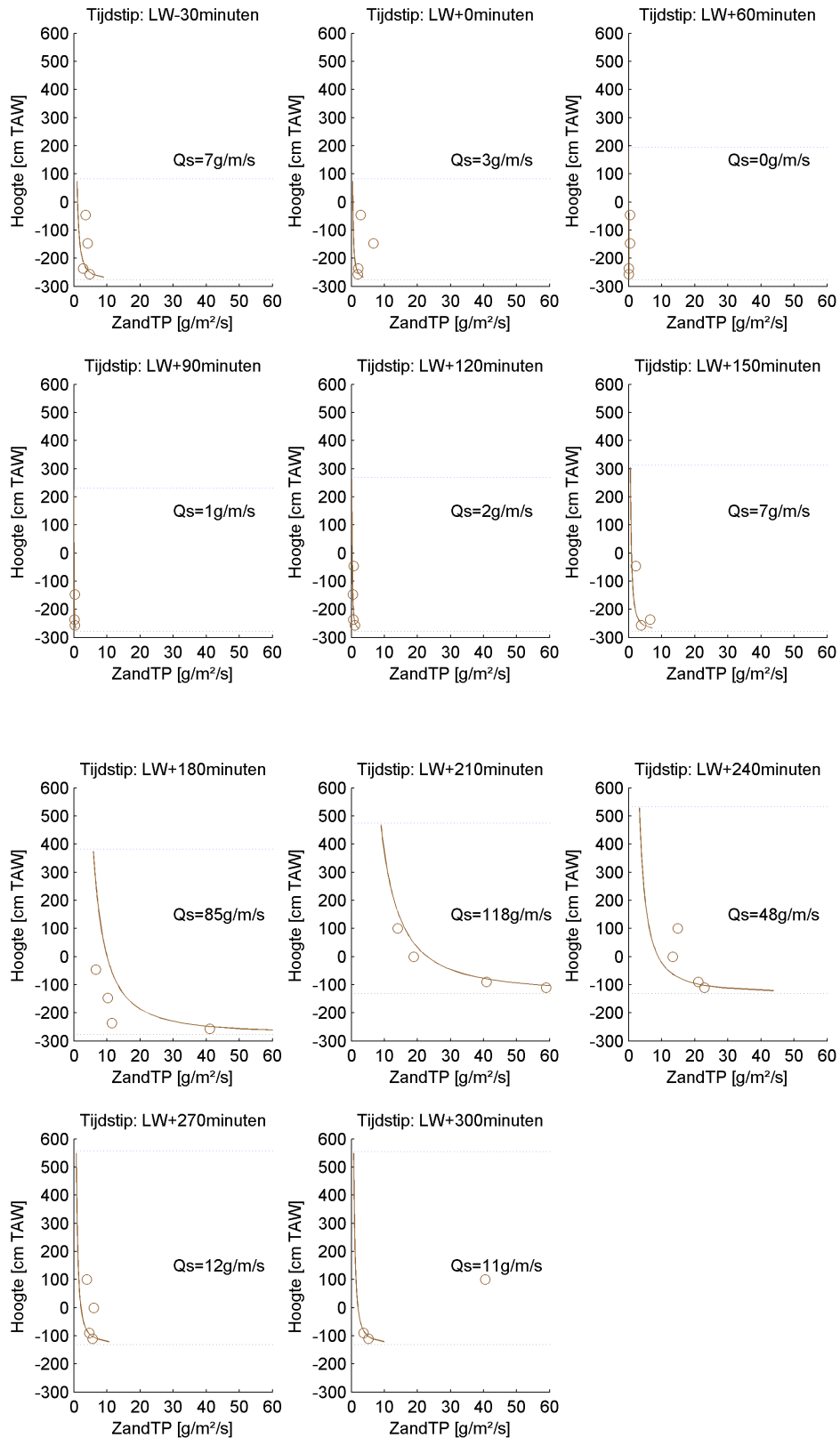


# Dendermonde

Figuur 25 – Diepte-profiel zandtransport te Dendermonde (o = meting | - = exponentiële fit verticaal profiel)

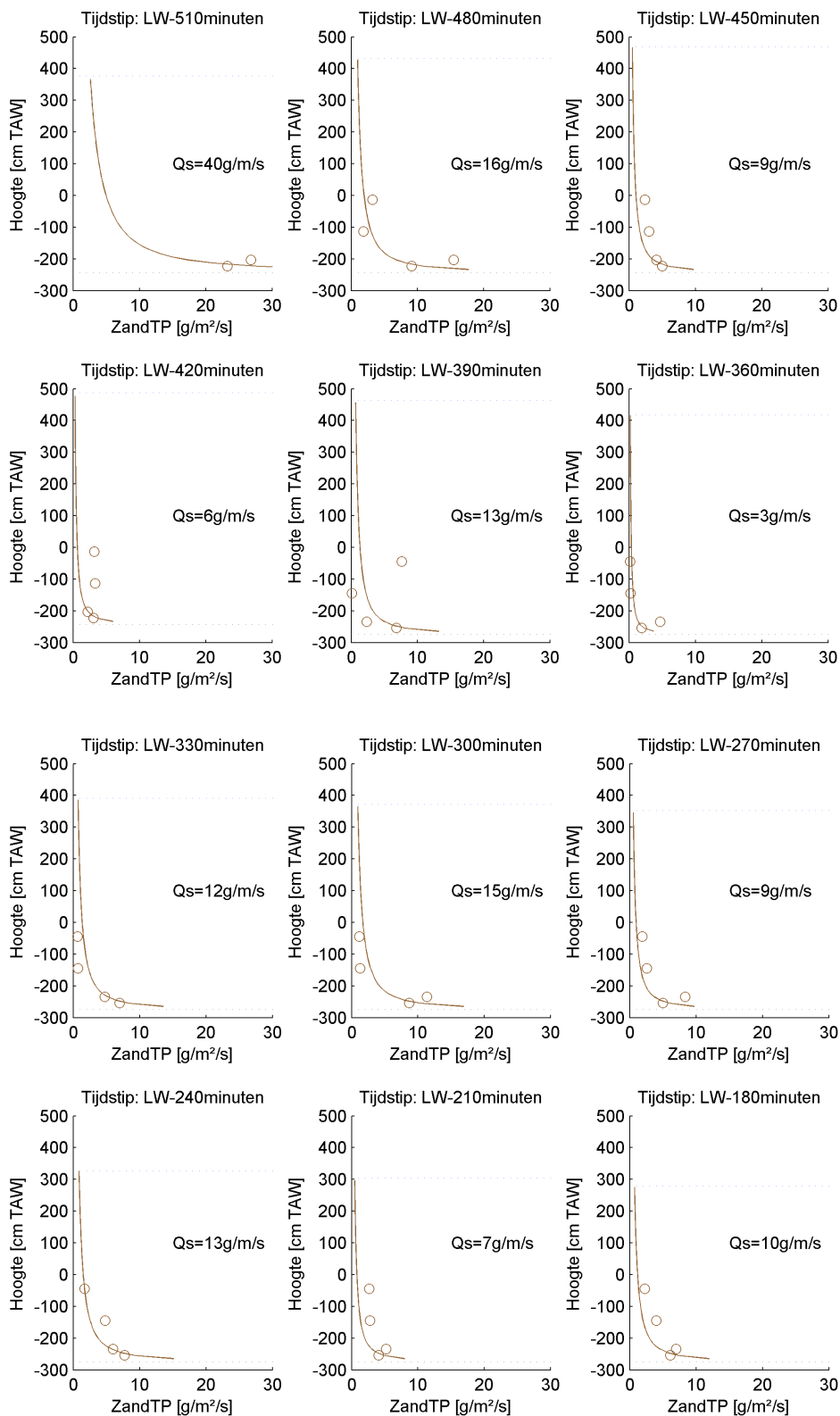


Figuur 26 – Diepte-profiel zandtransport te Dendermonde (o = meting | - = exponentiële fit verticaal profiel)

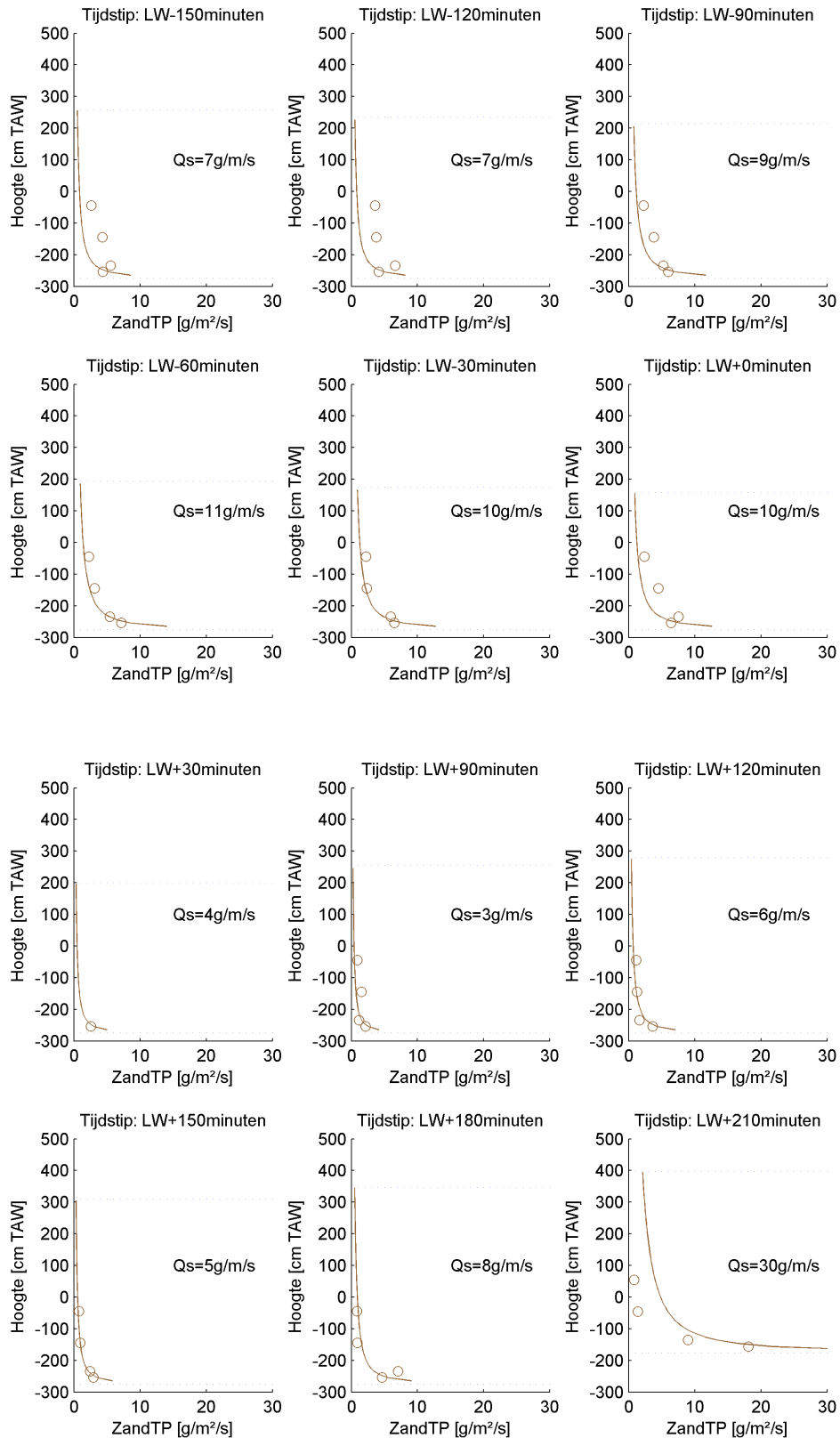


## Schoonaarde

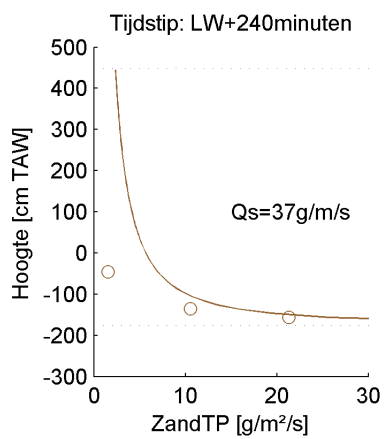
Figuur 27 – Diepteprofiel zandtransport te Schoonaarde (o = meting | - = exponentiële fit verticaal profiel)



Figuur 28 – Diepteprofiel zandtransport te Schoonaarde (o = meting | - = exponentiële fit verticaal profiel)

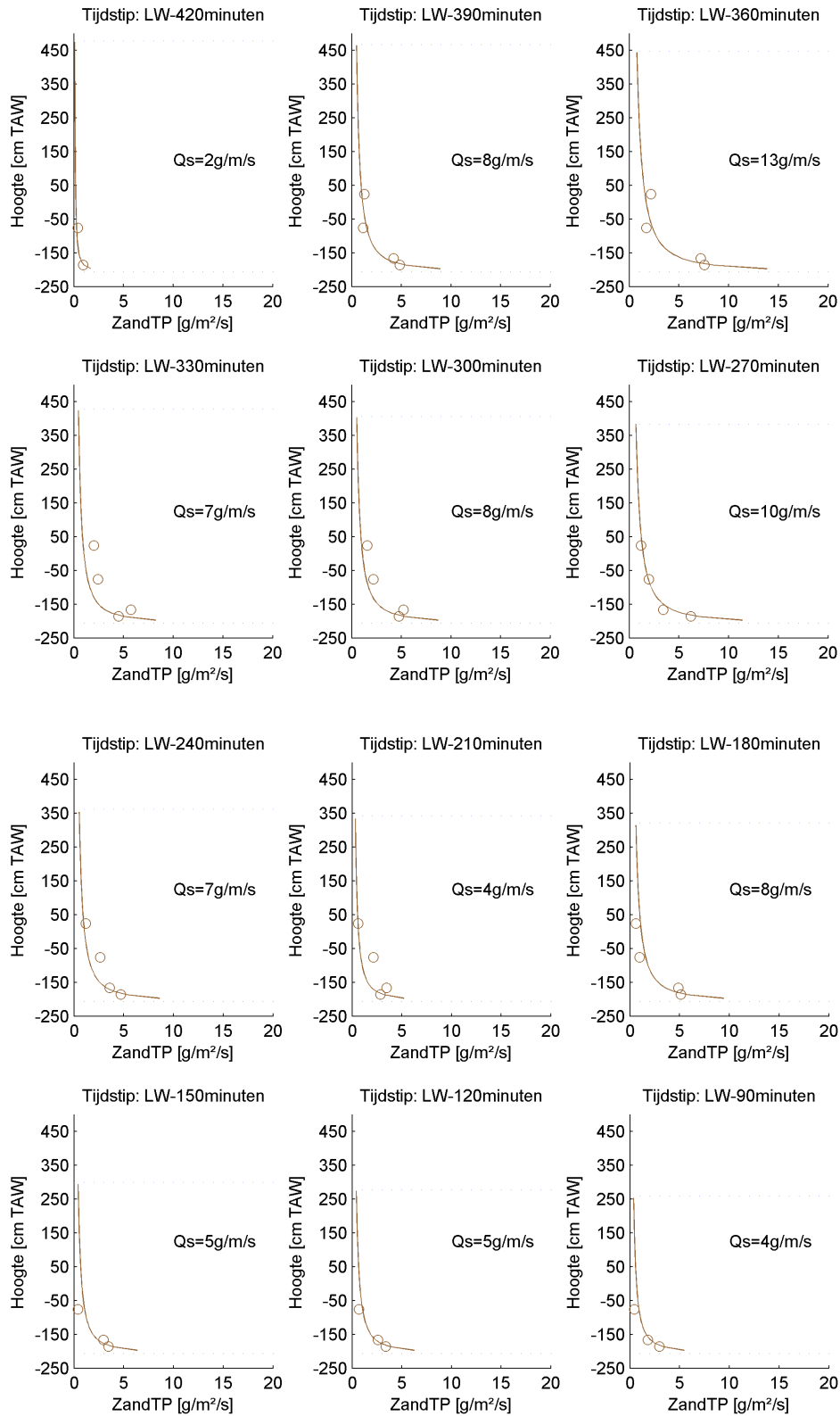


Figuur 29 – Diepteprofiel zandtransport te Schoonaarde (o = meting | - = exponentiële fit verticaal profiel)



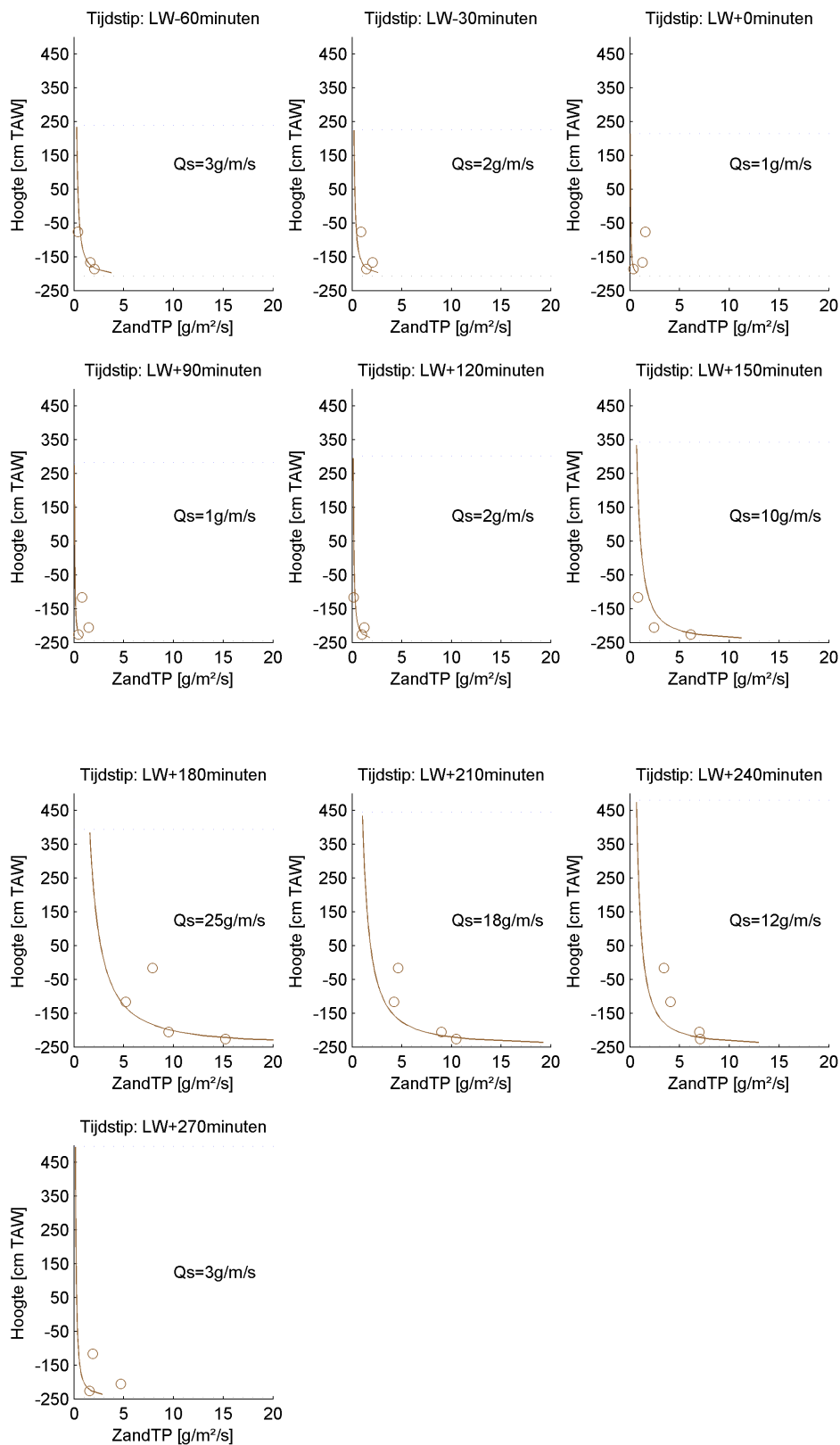
## Schellebelle

Figuur 30 – Diepteprofiel zandtransport te Schellebelle (o = meting | - = exponentiële fit verticaal profiel)



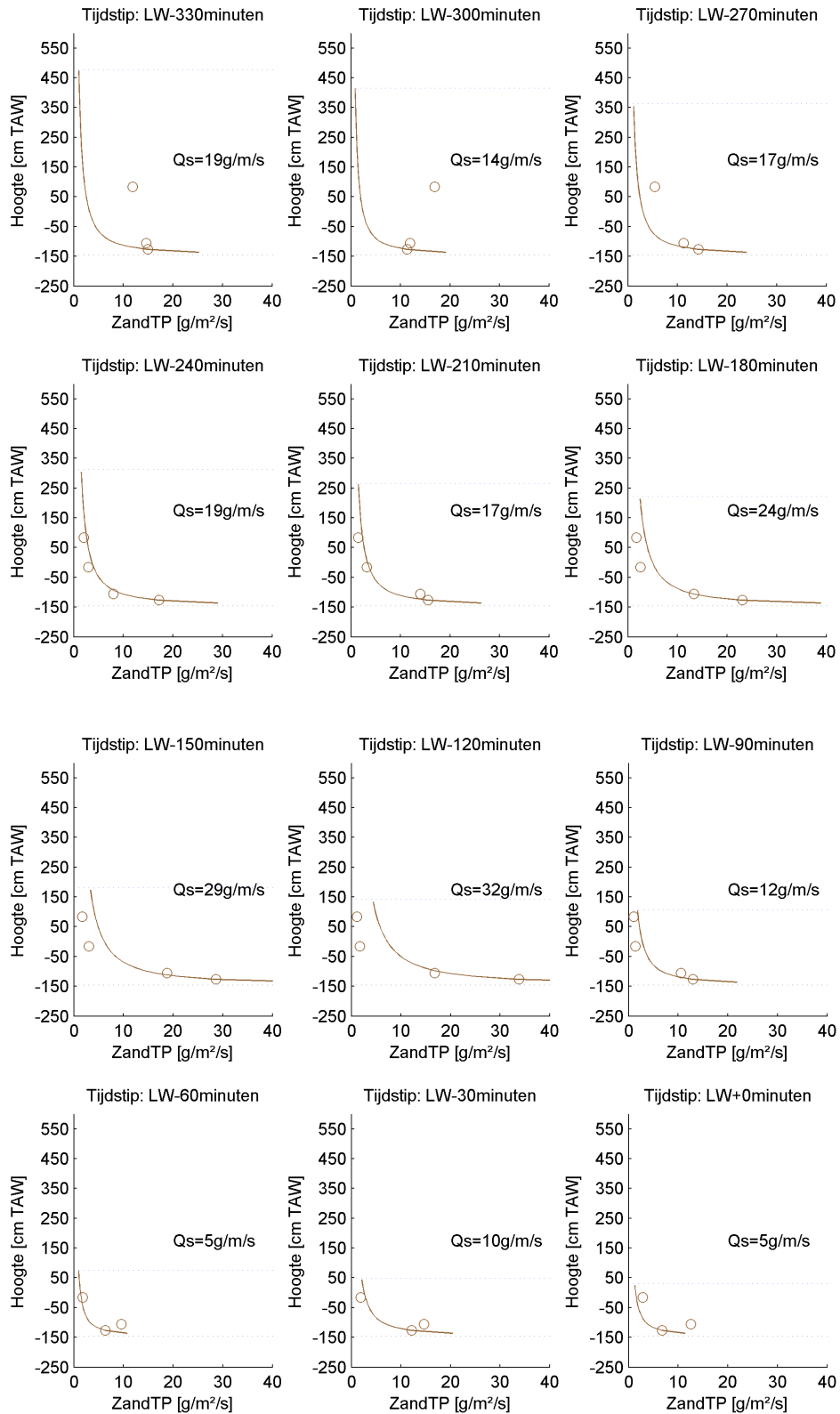


Figuur 31 – Diepteprofiel zandtransport te Schellebelle (o = meting | - = exponentiële fit verticaal profiel)

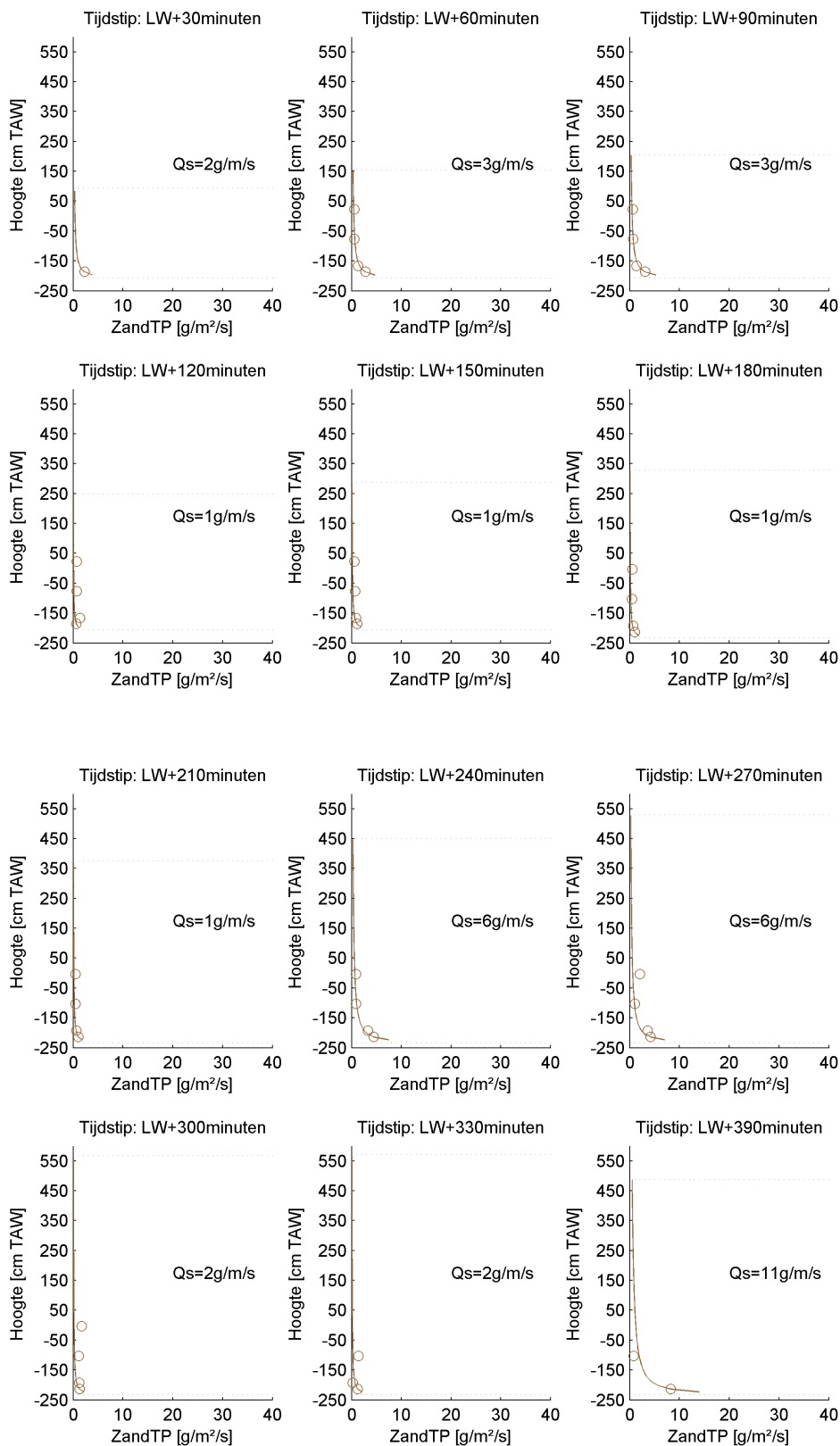


# Terhagen

Figuur 32 – Diepteprofiel zandtransport te Terhagen (o = meting | - = exponentiële fit verticaal profiel)



Figuur 33 – Diepteprofiel zandtransport te Terhagen (o = meting | - = exponentiële fit verticaal profiel)



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](mailto:waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be)

[www.waterbouwkundiglaboratorium.be](http://www.waterbouwkundiglaboratorium.be)