



**Vlaanderen**  
is wetenschap

14\_138\_1  
WL rapporten

## Optimalisatie monitoring Zeeschelde

Modernisering getijmeetnet en kwaliteitscontrole

DEPARTEMENT  
MOBILITEIT &  
OPENBARE  
WERKEN

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

# Optimalisatie monitoring Zeeschelde

## Modernisering getijmeetnet en kwaliteitscontrole

Vandenbruwaene, W.; Hertoghs, R.; Meire, D.; Vereecken, H.; Deschamps, M.; 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 2019  
D/2019/3241/046

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

**Vandenbruwaene, W.; Hertoghs, R.; Meire, D.; Vereecken, H.; Deschamps, M.; Mostaert, F.** (2019). Optimalisatie monitoring Zeeschelde: Modernisering getijmeetnet en kwaliteitscontrole. Versie 4.0. WL Rapporten, 14\_138\_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

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

### Documentidentificatie

Opdrachtgever:	WL	Ref.:	WL2019R14_138_1
Keywords (3-5):	Getij, monitoring, optimalisatie, kwaliteitscontrole		
Tekst (p.):	12	Bijlagen (p.):	2
Vertrouwelijk:	<input checked="" type="checkbox"/> Nee	<input checked="" type="checkbox"/> Online beschikbaar	

Auteur(s)	Vandenbruwaene, W.; Hertoghs, R.
-----------	----------------------------------

### Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	Meire, D.	<small>Getekend door: Dieter Meire (Signature) Getekend op: 2019-05-09 14:07:44 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed</small> <i>Dieter Meire</i>
Projectleider:	Vereecken, H.	<small>Getekend door: Hans Vereecken (Signature) Getekend op: 2019-05-09 14:47:33 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed</small> <i>Hans Vereecken</i>

### Goedkeuring

Verantwoordelijke HIC	Deschamps, M.	<small>Getekend door: Maarten Deschamps (Signature) Getekend op: 2019-05-09 14:51:30 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed</small> <i>Maarten Deschamps</i>
Afdelingshoofd:	Mostaert, F.	<small>Getekend door: Frank Mostaert (Signature) Getekend op: 2019-05-09 14:55:02 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed</small> <i>Frank Mostaert</i>



## Abstract

Sinds 2005 worden de mechanische tijmeters van het Waterbouwkundig Laboratorium stelselmatig vervangen door radartoestellen of druksondes die de waterstanden digitaal registreren. De geregistreeerde waterstanden worden telemetrisch doorgestuurd naar de WISKI (Water Information System Kisters) databank, waarin de meetdata worden bewaard en gevalideerd. Anno 2018 zijn alle getijposten voorzien van radar of druksonde en opgenomen in de WISKI database. Voorliggend rapport beschrijft de modernisering van het getijmeetnet en de bijhorende kwaliteitsborging.



# Inhoudstafel

Abstract .....	III
Inhoudstafel.....	V
Lijst van de tabellen.....	VI
Lijst van de figuren .....	VII
1 Inleiding .....	1
2 Registratie getij.....	2
2.1 Historisch .....	2
2.2 Modernisering van het meetinstrumentarium .....	2
2.2.1 Implementatie radartoestellen en druksondes.....	2
2.2.2 Opstelling getijpost.....	2
2.2.3 Radartoestellen .....	3
2.2.4 Inmeting hoogte radartoestellen .....	3
2.2.5 Controlemetingen: vervanging peilschaal door mobiele radar .....	5
2.2.6 Telemetrie naar WISKI database .....	5
3 Kwaliteitsborging getijd-data.....	6
3.1 Historisch .....	6
3.2 Digitale registraties.....	6
3.2.1 Controle met peilschaalaflezingen .....	6
3.2.2 Controle met mobiele radar .....	6
3.3 Doorgevoerde peilschaalcorrectie .....	7
3.3.1 Peilschaalcorrectie doorgevoerd vanaf 2011 .....	7
3.3.2 Is er een invloed van de 2011 peilschaalcorrectie op lange termijn trends in waterstand? ....	7
4 Ontsluiting en rapportering getijd-data door WL.....	11
5 Referenties .....	12
Bijlage .....	1

## Lijst van de tabellen

Tabel 1 – Resultaten waterpassing en RTK GPS (Leica GS15) metingen uitgevoerd door ATO en WL-HIC in het najaar van 2018 te Dendermonde, Hemiksem, Sint-Amands en Tielrode.....	4
Tabel 2 – Berekende coëfficiënten $\lambda$ en $\alpha$ (met bijhorende standaarddeviatie op de schatting) voor de hoog- en laagwaters te Antwerpen, zonder en met peilschaalcorrectie .....	10
Tabel 3 – Overzicht getijposten met aanduiding van het tijdstip voorziening digitale registratie, de doorgevoerde peilschaalcorrectie in 2011, en de afstand tot het dichtstbijzijnde FLEPOS punt. ....	B1

## Lijst van de figuren

Figuur 1 – Tijmeetposten in het beheer van het Waterbouwkundig Laboratorium-Hydrologisch Informatiecentrum in 2018. ....	1
Figuur 2 – Opstelling radar voor de getijposten Antwerpen en Prosperpolder.....	2
Figuur 3 – Radararm bevestigd aan brug getijpost Kessel .....	3
Figuur 4 – Radartoestel (OTT – RLS) .....	3
Figuur 5 – RTK GPS Topcon GRS-1 .....	4
Figuur 6 – Mobiele radar (geel meettoestel) tijdelijk geïnstalleerd ter hoogte van Waasmunster Brug .....	5
Figuur 7 – Ontwikkeling van het hoogwater te Antwerpen over de periode 1980-2015, .....	8
Figuur 8 – Ontwikkeling van het laagwater te Antwerpen over de periode 1980-2015,.....	8
Figuur 9– Ontwikkeling van het hoogwater te Antwerpen over de periode 1980-2015, .....	9
Figuur 10– Ontwikkeling van het laagwater te Antwerpen over de periode 1974-2015,.....	9

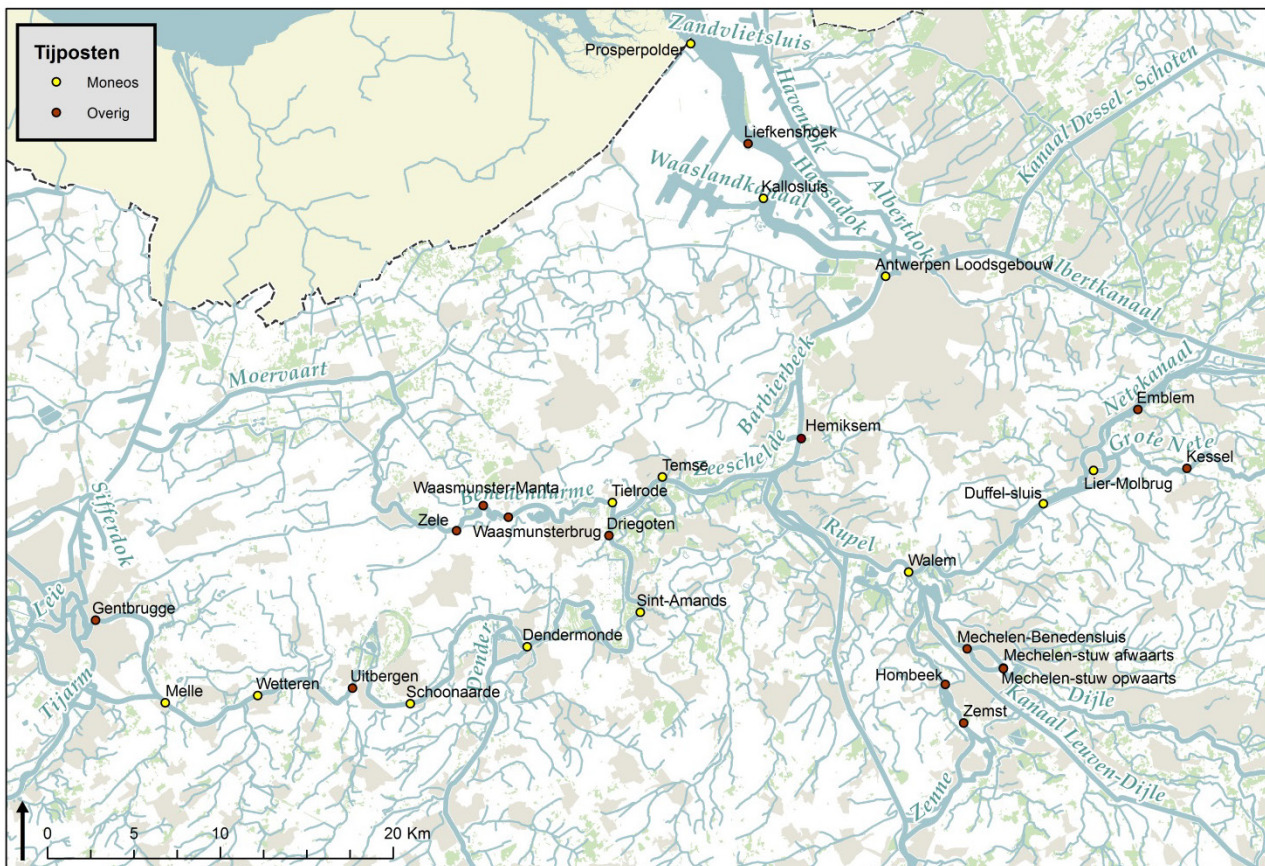




# 1 Inleiding

Het Waterbouwkundig Laboratorium-Hydrologisch Informatiecentrum (WL-HIC) is verantwoordelijk voor de monitoring van het getij langsheen de Zeeschelde en bijrivieren. Op 28 locaties in het Zeescheldebekken (Figuur 1) wordt het getij (waterstand en bijhorend tijdstip) continu geregistreerd. Historisch werd deze registratie analoog uitgevoerd met behulp van mechanische, op papier registrerende tijmeters (voor meer informatie, zie bv. Vanlierde et al., 2016). Sinds 2005 werden deze mechanische tijmeters echter stelselmatig vervangen door radartoestellen die de waterstanden digitaal registreren (zie Tabel 3 in Bijlage). Op enkele locaties is een luchtdruk gecorrigeerde druksonde geïnstalleerd (Temse en Driegoten). De geregistreerde waterstanden worden telemetrisch doorgestuurd naar de WISKI (Water Information System Kisters) databank, waarin de meetdata worden bewaard en gevalideerd. Anno 2018 zijn alle getijposten voorzien van radar/druksonde en opgenomen in de WISKI database.

Figuur 1 – Tijmeetposten in het beheer van het Waterbouwkundig Laboratorium-Hydrologisch Informatiecentrum in 2018.



## 2 Registratie getij

### 2.1 Historisch

Historisch werden de getijposten uitgerust met mechanische, op papier registrerende tijmeters. Op de meeste locaties ging het om een vlotterlimnigraaf, waarbij het getij gemeten werd met een vlotter in een vlotterbuis. Een gewone mechanische klok zorgt bij deze toestellen dat een trommel (waarop registratiepapier is gespannen) in één etmaal één maal ronddraait. In de tijmeter zit ook nog een pennetje dat verticaal op en neer gaat afhankelijk van de vlotter. Dat pennetje tekent analoog en continu de tijkromme op het registratiepapier. De tijbladen werden om de 2 weken vervangen. Op enkele locaties kon geen vlotterbuis voorzien worden, omdat geen steiger of kade voorhanden was om een verticale vlotterbuis op te stellen. Daar werden pneumatische toestellen (“borrelbuis limnigrafen”) gebruikt, die via een drukleiding de waterstand meten. Voor meer informatie omtrent de analoge registratie van het getij wordt verwezen naar Vanlierde et al. (2016).

### 2.2 Modernisering van het meetinstrumentarium

#### 2.2.1 Implementatie radartoestellen en druksondes

Sinds 2005 worden de mechanische/pneumatische toestellen stelselmatig vervangen door radartoestellen gemonteerd bovenop buizen, gelijkaardig aan de vlotterbuizen en op 2 locaties door druksondes. Deze beide toestellen registreren de waterstand digitaal en sturen de waarden telemetrisch door naar de WISKI databank. In sommige gevallen werd eerst een akoestisch meettoestel geïmplementeerd (ook hier digitale registratie en telemetrie) vooraleer definitief over te schakelen naar radar (Tabel 3). Sinds 2013 zijn alle radartoestellen ook naar buiten gebracht en hangen ze nu vrij boven het wateroppervlak. Anno 2018 zijn alle getijposten voorzien van radar/druksonde en telemetrie.

#### 2.2.2 Opstelling getijpost

De radartoestellen zijn bevestigd aan een metalen arm die vrij boven het water hangt en die geplaatst werd op de bestaande dukdalven (Figuur 2). Indien nodig kan de arm gedraaid worden zodat onderhoud of vervanging van de radar op een veilige manier kan gebeuren. De radartoestellen zijn geplaatst om zo vrij mogelijk het waterpeil te kunnen meten.

Figuur 2 – Opstelling radar voor de getijposten Antwerpen en Prosperpolder



In sommige gevallen was de staat van de dukdalf ondermaats en werk gekozen om een kleinere constructie te bevestigen aan de dichtstbijzijnde brug, bijvoorbeeld te Kessel en Wetteren (Figuur 3).

Figuur 3 – Radararm bevestigd aan brug getijpost Kessel



In het geval van Temse en Driegoten werd een druksonde geplaatst aangezien een vrijstaande radaropstelling niet evident bleek om te realiseren.

### 2.2.3 Radartoestellen

De radartoestellen zijn van het type OTT-RLS (Figuur 4) en zenden een radargolf uit met een frequentie van 25,2 GHz. Deze golf weerkaatst op het wateroppervlak en de afstand tot het wateroppervlak wordt berekend gebruik makende van de looptijd. Het radartoestel berekent de gemiddelde afstand over een periode van 1 minuut waarbij de nauwkeurigheid van het toestel 0.1% van het volledige meetbereik bedraagt (< 1cm).

Figuur 4 – Radartoestel (OTT – RLS)



### 2.2.4 Inmeting hoogte radartoestellen

Om de waterstand in mTAW te kennen dient de hoogte van het radartoestel gekend te zijn in mTAW. De hoogte van de radartoestellen werd bij installatie ingemeten met een RTK (real-time kinematic) GPS van het type Topcon GRS-1 (Figuur 5). Door de hoogte in te geven in de datalogger wordt de waterstand automatisch weergegeven en weggeschreven in mTAW. De RTK GPS heeft in 67% van de door ons uitgevoerde opmetingen met behulp van FLEPOS een nauwkeurigheid van  $\pm 3$  cm in het TAW vlak, en in 99,9% een nauwkeurigheid van  $\pm 9$  cm (NGI, juni 2018). De nauwkeurigheid van  $\pm 3$  cm wordt gehaald



indien de opmeting plaatsvindt binnen een straal van  $\pm 5$  km rond een FLEPOS punt. Indien de afstand tot het FLEPOS punt groter wordt verlaagt de nauwkeurigheid. Dit wil niet zeggen dat deze fouten sowieso gemaakt worden, maar de kans erop is groter. Occasionele herhaalde RTK GPS metingen op een aantal WL-HIC meetposten met tussentijd van een aantal maanden hebben inmiddels aangetoond dat de herhaaldelijk opgemeten RTK GPS hoogtes nagenoeg minder dan 1 cm van elkaar verschillen. Zo werd te Boom bijvoorbeeld op 14/1/14 een hoogte van 7,164 mTAW gemeten, op 19/05/14 was ditzelfde punt ingemeten als 7,160 mTAW. Om de nauwkeurigheid van de RTK inmeting toch verder te verifiëren werd in het najaar van 2018 in samenwerking met de Afdeling Algemene Technische Ondersteuning van het Departement MOW (ATO) voor een aantal posten een waterpassing ter controle uitgevoerd, simultaan met een aantal RTK GPS metingen (Tabel 2). De waterpassing en de RTK GPS metingen van dat moment verschillen maximaal 2,5 cm van elkaar en op de meeste locaties zelfs minder dan 1 cm.

Tabel 1 – Resultaten waterpassing en RTK GPS (Leica GS15) metingen uitgevoerd door ATO en WL-HIC in het najaar van 2018 te Dendermonde, Hemiksem, Sint-Amands en Tielrode.

Locatie	Ingemeten punt	Methode	Z (mTAW)	datum
Dendermonde	hulppunt	Leica GS15	7,654	9/10/2018
		waterpassing	7,674	9/10/2018
	peilschaal	Leica GS15	7,967	9/10/2018
		waterpassing	7,964	9/10/2018
Hemiksem	hulppunt	Leica GS15	8,223	8/10/2018
		waterpassing	8,230	8/10/2018
Sint-Amands	hulppunt	Leica GS15	7,346	8/10/2018
		waterpassing	7,347	8/10/2018
	peilschaal	Leica GS15	6,409	8/10/2018
		waterpassing	6,418	8/10/2018
Tielrode	peilschaal	Leica GS15	7,425	8/10/2018
		waterpassing	7,437	8/10/2018
	hulppunt	Leica GS15	7,870	8/10/2018
		waterpassing	7,895	8/10/2018

Een overzicht van de afstand van de tijposten tot het dichtstbijzijnde FLEPOS punt wordt weergegeven in Tabel 3. Gezien de hogere nauwkeurigheid van de radar afstandsmeting (zie §2.2.3) is de nauwkeurigheid van de waterstand dezelfde als deze van de RTK GPS.

Figuur 5 – RTK GPS Topcon GRS-1



### 2.2.5 Controlemetingen: vervanging peilschaal door mobiele radar

Om zeker te zijn dat de radaropmeting in de loop van de tijd geen afwijkingen vertoont (bv. door verzakken radar aan montagearm) wordt om de twee weken een peilschaalaflezing gedaan. Deze aflezing wordt vergeleken met de waterstand opgemeten door de radar, en vervolgens wordt een correctie toegepast (zie §3.2). In de loop van 2018 zullen alle peilschalen gesupprimeerd worden (behalve Antwerpen-Loodsgebouw), en wordt de controle van de radarmetingen maandelijks uitgevoerd aan de hand van een mobiele radar (type Vegapuls64). De mobiele radar wordt hierbij gemonteerd op een montagearm (Figuur 6) en de afstand tot het wateroppervlak wordt ingemeten. Indien de gemeten afstand tot het wateroppervlak ten opzichte van de referentiemeting met mobiele radar (dit is de t0 opmeting) systematisch groter is  $\pm 3$  cm, moet er een correctie worden toegepast in de databank en dienen de nodige maatregelen genomen worden op het terrein. De hoogte van de continue radartoestellen en de infrastructuur voor de mobiele radar wordt vanaf de ingebruikname van de mobiele radar jaarlijks ter controle ingemeten met RTK-GPS. De maandelijkse opmeting met mobiele radar vindt plaats volgens een vaste procedure waarbij op 3 verschillende momenten een gemiddeld waterpeil wordt gemeten over 15 seconden en dit telkens met een tussenpauze van enkele minuten.

Figuur 6 – Mobiele radar (geel meettoestel) tijdelijk geïnstalleerd ter hoogte van Waasmunster Brug



### 2.2.6 Telemetrie naar WISKI database

De minuutgemiddelde waterstanden gelogd in de radartoestellen worden via telemetrie doorgestuurd naar de WISKI database. Daar wordt een eerste kwaliteitscontrole uitgevoerd (zie §3.2), waarna de waterstanden zo goed als real-time worden weergegeven op [www.waterinfo.be](http://www.waterinfo.be).

## 3 Kwaliteitsborging getijdata

### 3.1 Historisch

Historisch werd het getij opgemeten met mechanische, op papier registrerende tijmeters (zie §2.1). Op de registratiebladen, waarop een continue registratie van het getij getekend wordt, werden de tijdstippen en waterstanden van de hoog- en laagwaters bepaald. Initieel door dit aan te duiden op het registratieblad en te noteren in tabellen, later met behulp van een digitaliseertafel en -pen. Door terreinmedewerkers werden wekelijks de papier registraties vergeleken met peilschaalaflezingen. Afwijkingen in tijd en hoogte werden op vergelijkingstabellen neergeschreven en op basis van de waargenomen tijds- en waterstandsafwijkingen werden de gedigitaliseerde hoog- en laagwaters gecorrigeerd aan de hand van regressievergelijkingen. Voor meer informatie wordt verwezen naar Vanlierde et al. (2016).

### 3.2 Digitale registraties

#### 3.2.1 Controle met peilschaalaflezingen

Vanaf 2005 worden de tijposten stelselmatig uitgerust met radar of druksonde (Tabel 3). De continue registratie van het getij is vanaf dan niet meer analoog (zie §3.1) maar gebeurt digitaal. De minuutgemiddelde waterstanden worden gemeten en gelogd door de radar, en via telemetrie doorgestuurd naar de WISKI databank. Daar wordt een eerste controle doorgevoerd waarbij outliers en constante waarden worden verwijderd, en gaten korter dan 5 minuten lineair opgevuld. Vervolgens wordt een gewogen gemiddelde bepaald op de reeks zodat de kromme wat afgevlakt wordt. Deze getijgegevens die de eerste, automatische controle doorlopen worden nagenoeg real-time ontsloten via [www.waterinfo.be](http://www.waterinfo.be).

Na deze eerste, automatische controle worden de continue waterstanden gecorrigeerd op basis van peilschaalaflezingen. Terreinmedewerkers noteren 2-wekelijks de continue registratie van de waterstand (radarmeting/druksondemeting) en de peilschaalwaarde op een bepaald tijdstip en loggen dit in de datalogger en vervolgens automatisch in de databank. Aan de hand van regressievergelijkingen wordt de continue waterstand gecorrigeerd voor het verschil tussen peilschaal en continue registratie. Voor een uitgebreide beschrijving van de validatiemethodiek wordt verwezen naar Vereycken et al. (2014).

#### 3.2.2 Controle met mobiele radar

In de loop van 2018 worden alle peilschalen gesupprimeerd en wordt de controle van de waterstanden in het tijgebied uitgevoerd aan de hand van maandelijkse opmetingen met mobiele radar (§2.2.5). Indien de afwijking tussen de mobiele radar en de continue registratie van het getij groter wordt dan  $\pm 3$  cm, dan wordt er een correctie toegepast. Deze correctiewaarde wordt ingegeven in de datalogger en de gecorrigeerde waterstand komt op die manier rechtstreeks in de WISKI databank binnen. Naast het implementeren van de mobiele radar wordt in de loop van 2018 het papieren logboek vervangen door een digitaal logboek. We vermelden hier nog dat sinds 2017 de WISKI databank gemigreerd is naar een nieuwe versie (versie 7). In versie 7 wordt onder meer een nieuw systeem van kwaliteitsvlaggen toegepast. Een uitgebreide beschrijving van de vernieuwde validatiemethodiek binnen de WISKI7 omgeving is terug te vinden in Michielsen et al. (in prep).

### 3.3 Doorgevoerde peilschaalcorrectie

#### 3.3.1 Peilschaalcorrectie doorgevoerd vanaf 2011

In 2013 werden de peilschaalhoogtes in het Zeescheldebekken opnieuw ingemeten met de RTK GPS. De voorgaande grootschalige peilschaalinmeting dateert van begin jaren '80 (Vereycken et al., 2015). Een verschil in hoogte tussen de opmeting in 2013 en deze van de jaren '80 impliceert dat een correctie dient toegepast te worden op de waterstanden. Een verschil in hoogte kan bijvoorbeeld te wijten zijn aan het verzakken van een peilschaal of het geheel verzakken/stijgen van een gebied. Het is echter niet te achterhalen of deze verzakking/stijging geleidelijk aan in de tijd heeft plaatsgevonden of op 1 tijdstip. Bovendien zijn hoogteverschillen die kleiner zijn dan de nauwkeurigheid van de hoogtemeting te verwaarlozen. Voor de 2013 inmeting met RTK GPS is de nauwkeurigheid 3-9 cm (afhankelijk van de afstand tot FLEPOS punt). De inmeting in de jaren '80 werd uitgevoerd met waterpassing, vertrekkende vanaf geodetische punten. De waterpassing op zich is nauwkeurig (enkele mm), maar naarmate de te overbruggen afstand tussen geodetisch punt en peilschaal groter wordt, wordt de meetfout gecumuleerd door het groter wordend aantal waterpassingen. Deze meetfout wordt gekend door de waterpassing omgekeerd uit te voeren van peilschaal naar geodetisch punt, en de fout te verdelen over de opgemeten punten. De meetfouten op de opmeting in de jaren '80 zijn echter niet gekend. Een overzicht van de doorgevoerde peilschaalcorrectie (hoogteverschil tussen opmeting jaren '80 en 2013) is terug te vinden in Tabel 3. Er werd gekozen om de peilschaalcorrectie door te voeren vanaf 2011. Op die manier konden de getijparameters in het 5-jarig overzicht (van 2011-2015, zie Hertoghs et al., 2018) uniform gerapporteerd worden. Aangezien het niet te achterhalen is wanneer deze verschillen juist zijn ontstaan of wat de meetfout is op de waterpassing van de jaren '80 diende deze pragmatische keuze zich op.

#### 3.3.2 Is er een invloed van de 2011 peilschaalcorrectie op lange termijn trends in waterstand?

In verschillende onderzoeken werd een langjarig regressiemodel opgesteld om de evolutie van de jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden te beschrijven (Depreiter et al., 2014; Levy et al., 2014; Vandenbruwaene et al., 2016, 2018). De langjarige waterstandtrend wordt hierbij beschreven aan de hand van onderstaande vergelijking:

$$WL = \mu + \lambda t + \alpha \sin(\omega t - \phi)$$

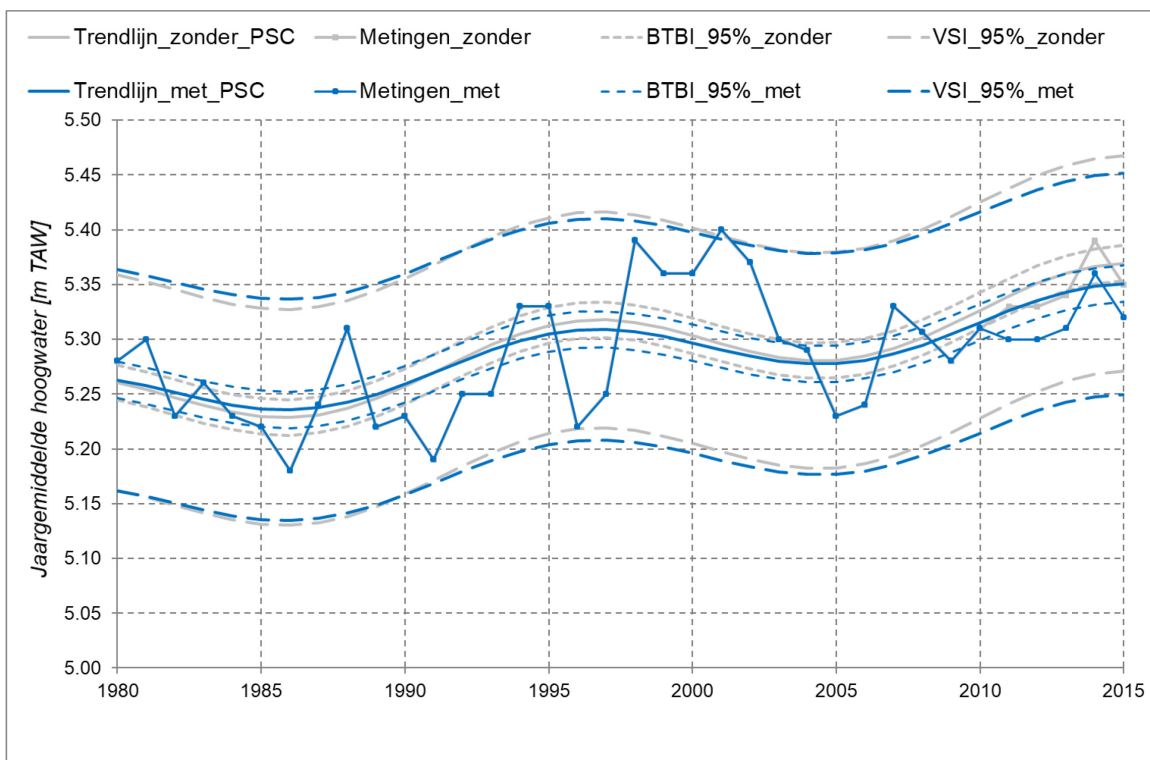
Hierbij is WL de geschatte waterhoogte [m], t de tijd [jaar],  $\mu$  het snijpunt van de rechte [m],  $\lambda$  de helling van de rechte [m/jaar],  $\alpha$  de amplitude van de 18,6 jarige cyclus [m],  $\omega$  de frequentie van de 18,6 jarige cyclus [1/jaar], en  $\phi$  het faseverschil [rad].

De eerste twee termen beschrijven het effect van de zeespiegelstijging (lineaire trend) op de waterhoogte, de laatste term beschrijft het effect van de 18,6 jarige cyclus.

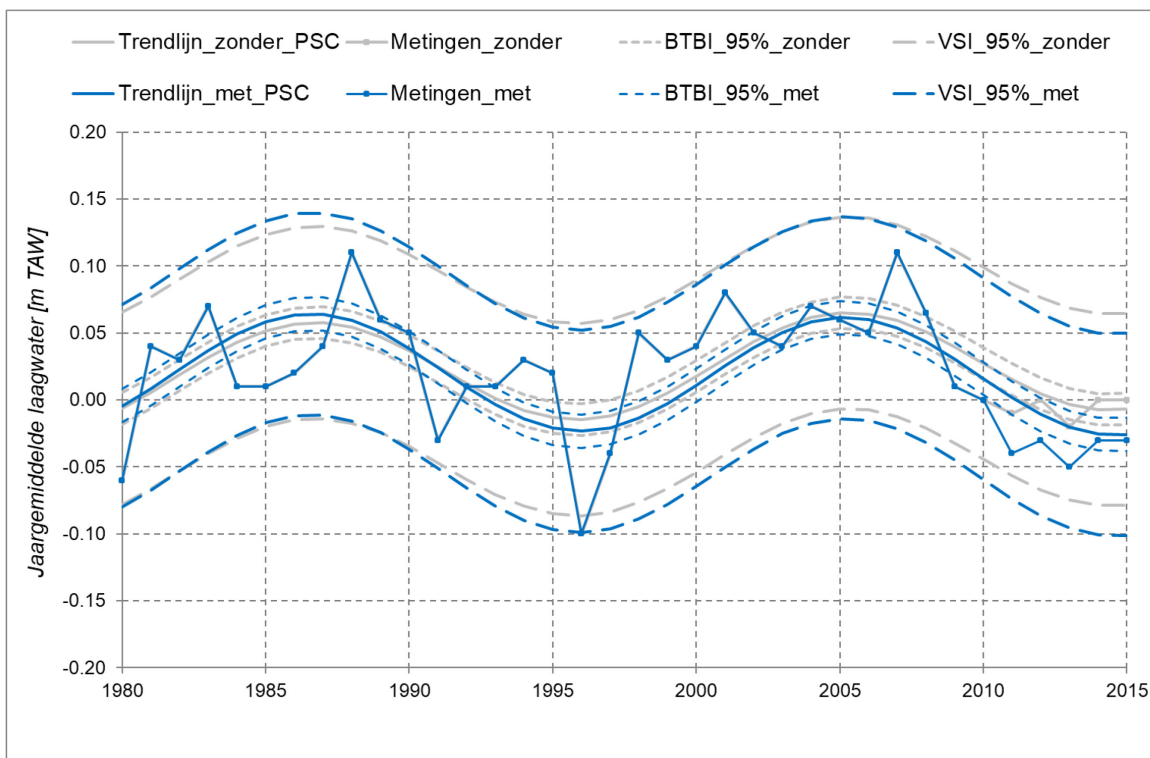
Om na te gaan wat het effect is van de doorgevoerde peilschaalcorrectie op de lineaire trend ( $\lambda$  coëfficiënt in bovenstaande vergelijking) en de amplitude van de 18,6 jarige cyclus ( $\alpha$  coëfficiënt), werd het langjarige regressiemodel opgesteld voor de jaargemiddelde hoogwaters en laagwaters te Antwerpen over de periode 1980-2015 (respectievelijk Figuur 7 en Figuur 8), met en zonder peilschaalcorrectie. Voor de analyse met peilschaalcorrectie werd bijkomend een onderscheid gemaakt tussen een scenario waar de peilschaalcorrectie wordt doorgevoerd vanaf 2011 (zie §3.3.1, Figuur 7 en Figuur 8), en een scenario waarin de peilschaalcorrectie lineair wordt doorgevoerd vanaf 1980 ( $\pm$  historisch tijdstip inmeting peilschalen) tot en met 2011 (Figuur 9 en Figuur 10). De gekozen analyseperiode 1980-2015 is in overeenstemming met eerder opgestelde langjarige regressiemodellen (bv. Depreiter et al., 2014; Plancke et al., 2017).



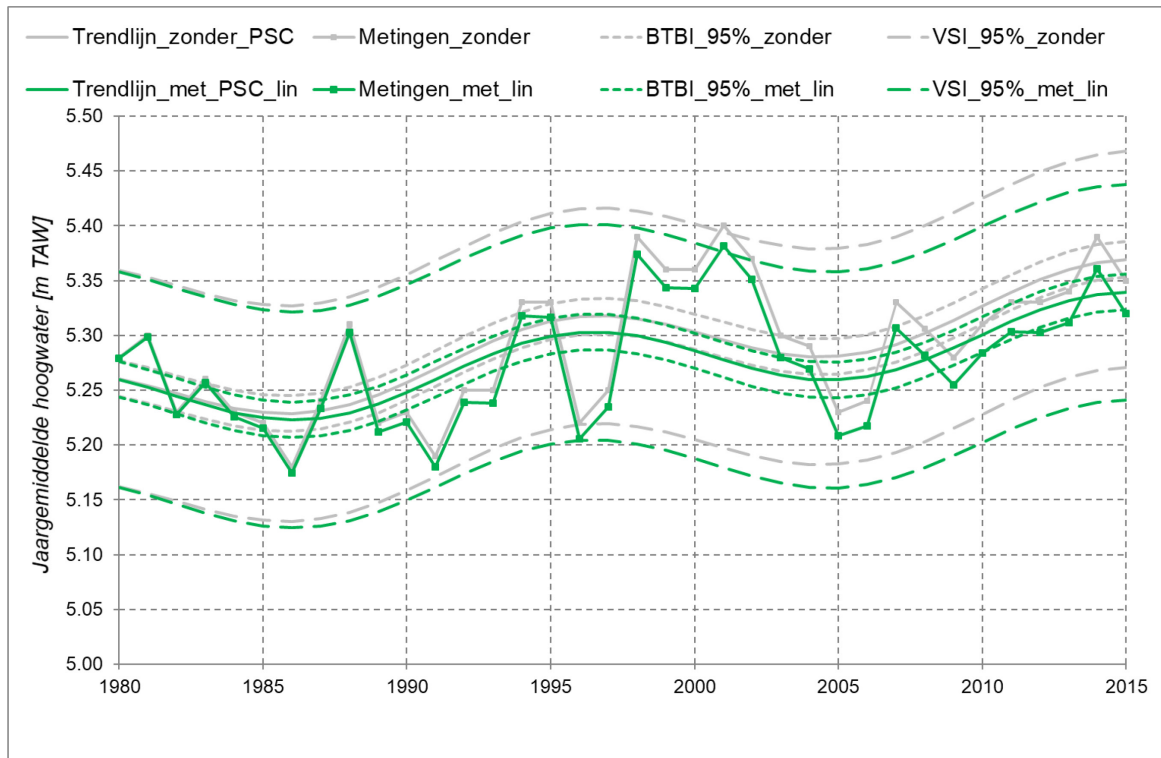
Figuur 7 – Ontwikkeling van het hoogwater te Antwerpen over de periode 1980-2015, zonder peilschaalcorrectie (grijs) en met peilschaalcorrectie vanaf 2011 (blauw).



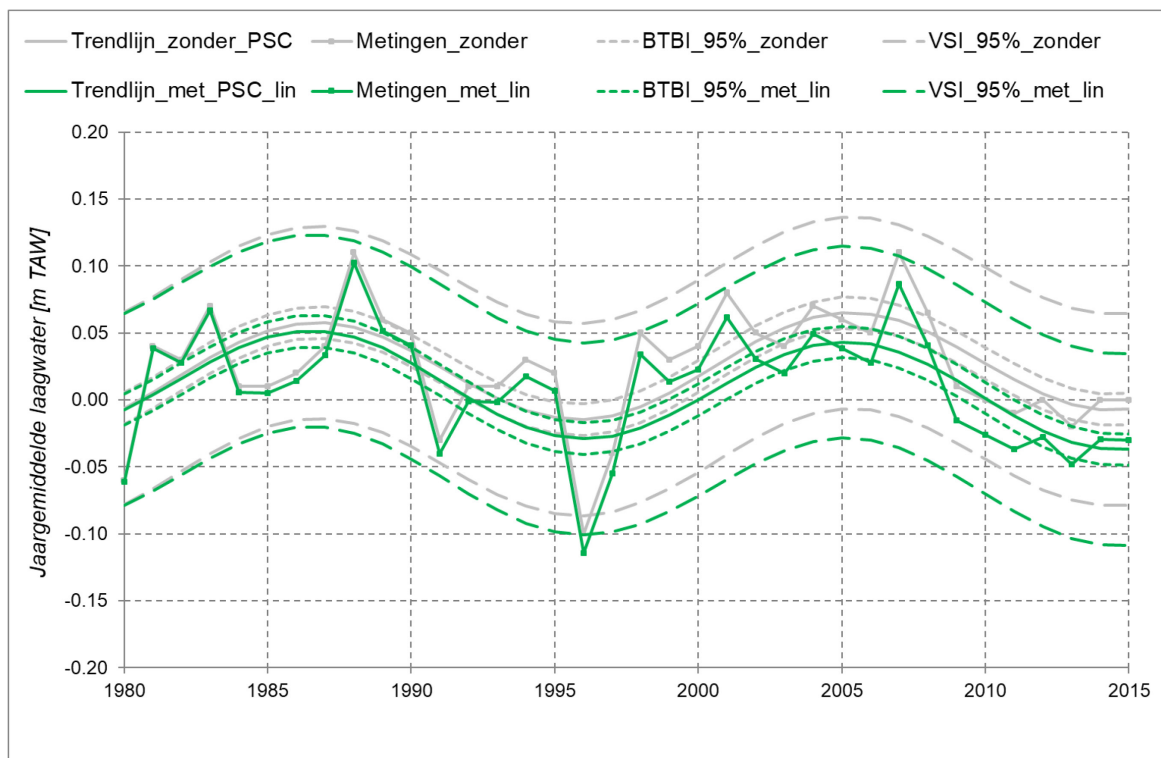
Figuur 8 – Ontwikkeling van het laagwater te Antwerpen over de periode 1980-2015, zonder peilschaalcorrectie (grijs) en met peilschaalcorrectie vanaf 2011 (blauw).



Figuur 9– Ontwikkeling van het hoogwater te Antwerpen over de periode 1980-2015, zonder peilschaalcorrectie (grijs) en met lineaire peilschaalcorrectie over periode 1980-2011 (groen)



Figuur 10– Ontwikkeling van het laagwater te Antwerpen over de periode 1974-2015, zonder peilschaalcorrectie (grijs) en met lineaire peilschaalcorrectie over periode 1980-2011 (groen)



Bovenstaande analyse geeft voor de lineaire trend van hoogwaters een waarde van 2.8 mm/jaar zonder peilschaalcorrectie. Met peilschaalcorrectie bedraagt de lineaire trend 2.2 en 2 mm/jaar (correctie respectievelijk doorgevoerd in 2011 en lineair vanaf 1980, zie Tabel 2). Voor de laagwaters worden respectievelijk waardes van 0.4, -0.2 en -0.4 mm/jaar bekomen. Wat betreft de amplitude van de 18,6 jarige cyclus bedraagt deze voor de hoogwaters zonder peilschaalcorrectie 3.1 cm, en voor de hoogwaters met peilschaalcorrectie respectievelijk 2.6 en 3.1 cm. Voor de laagwaters worden waarden van respectievelijk 3.8, 4.3 en 3.8 cm bekomen (Tabel 2). Voor de overige coëfficiënten werd gebruik gemaakt van dezelfde waardes zoals beschreven in Plancke et al. (2016). Een overzicht van de berekende coëfficiënten is terug te vinden in Tabel 2.

Tabel 2 – Berekende coëfficiënten  $\lambda$  en  $\alpha$  (met bijhorende standaarddeviatie op de schatting) voor de hoog- en laagwaters te Antwerpen, zonder en met peilschaalcorrectie

1980-2015	HW			LW		
	zonder PSC	met PSC 2011	met PSC lineair	zonder PSC	met PSC 2011	met PSC lineair
$\lambda$ [mm/jaar]	$2.8 \pm 0.8$	$2.2 \pm 0.8$	$2 \pm 0.8$	$0.4 \pm 0.6$	$-0.2 \pm 0.6$	$-0.4 \pm 0.6$
$\alpha$ [cm]	$3.1 \pm 1.1$	$2.6 \pm 1.1$	$3.1 \pm 1.1$	$3.8 \pm 0.8$	$4.3 \pm 0.8$	$3.8 \pm 0.8$

## 4 Ontsluiting en rapportering getijdata door WL

Alle continue getijgegevens worden real-time doorgestuurd naar de WISKI7 database en zijn na een eerste controle (zie §3.2.1) opvraagbaar via [www.waterinfo.be](http://www.waterinfo.be).

Na deze eerste controle wordt er een tweede controle uitgevoerd (zie §3.2.1) voor de MONEOS getijposten (zie Figuur 1 voor locatie MONEOS getijposten). Deze gevalideerde getijdata en de bijhorende afgeleide getijparameters worden jaarlijkse gerapporteerd in de MONEOS rapporten (voor het meeste recente MONEOS jaarboek, zie Vandenbruwaene et al., 2018). De overige getijposten (zie Figuur 1) worden gerapporteerd in het 5-jarig overzicht (Hertoghs et al., 2018), of 10-jarige overzichten (voor het meest recente 10-jarig overzicht, zie Vanlierde et al., 2016)). Indien er ad-hoc vragen zijn met betrekking tot getijgegevens wordt de validatie direct uitgevoerd (tweede controle), onafhankelijk van de MONEOS rapportages of 10-jarige overzichten.

Naast de factual-data rapporten worden de getijgegevens van het Zeescheldebekken frequent gerapporteerd binnen lopende onderzoeksprojecten (bv. Levy et al., 2014; Plancke et al., 2012; Vandenbruwaene et al., 2016; Vandenbruwaene et al., in prep.).

## 5 Referenties

- Depreiter, D.; Cleveringa, J.; van der Laan, T.; Maris, T.; Ysebaert, T.; Wijnhoven, S.** (2014). T2009-rapport Schelde-estuarium. IMDC/Arcadis/Universiteit Antwerpen/Imares/NIOZ: [s.l.]. 522 + 2 bijlagen pp.
- Hertoghs, R.; Vereecken, H.; Boeckx, L.; Deschamps, M.; Mostaert, F.** (2018). Vijfjarig overzicht van de tijwaarnemingen in het Zeescheldebekken: Tijdvak 2011-2015. Versie 4.0. WL Rapporten, 16\_035\_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.
- Levy, Y.; Plancke, Y.; Peeters, P.; Taverniers, E.; Mostaert, F.** (2014). Het getij in de Zeeschelde en haar bijrivieren: Langjarig overzicht van de voornaamste getijkarakteristieken. Versie 2\_0. WL Rapporten, 12\_071. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen, België.
- Michielsen, S.; Hertoghs, R.; Boeckx, L.; Vandenbruwaene, W.; Deschamps, M.; Mostaert, F.** (in prep.). Valideren van tijmetingen met WISKI 7.4: Methodologie. Versie 4.0. WL Rapporten, 12\_075\_2. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.
- Plancke, Y.; Maximova, T.; Ides, S.; Peeters, P.; Taverniers, E.; Mostaert, F.** (2012). Werkgroep O&M - Projectgroep Veiligheid: Sub project 1: Data analysis and hypothesis - Lower Sea Scheldt. Version 4.0. WL Rapporten, 756/05. Flanders Hydraulics Research: Antwerp, Belgium
- Plancke, Y.; Van De Moortel, I.; Hertoghs, R.; Vereecken, H.; Vos, G.; Verdoodt, N.; Meire, D.; Deschamps, M.; Mostaert, F.** (2017). Monitoring Effecten Ontwikkelingsschets (MONEOS) – Jaarboek monitoring 2016: Deelrapport 6 – Factual data rapportage van monitoring waterbeweging en fysische parameters in de Zeeschelde in 2016. Versie 4.0. WL Rapporten, 12\_070\_6. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.
- Vandenbruwaene, W.; Meire, D.; Vanlede, J.; Plancke, Y.; Vanlierde, E.; Verwaest, T.; Mostaert, F.** (2016). Integraal Plan Boven-Zeeschelde: Deelrapport 2 – Getijrapport Boven-Zeeschelde, Rupel en Durme. Versie 6.0. WL Rapporten, 13\_131. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen, België.
- Vandenbruwaene, W.; Hertoghs, R.; Michielsen, S.; Van de Moortel, I.; Vos, G.; Plancke, Y.; Vereecken, H.; Meire, D.; Deschamps, M.; Mostaert, F.** (2018). Monitoring Effecten Ontwikkelingsschets (MONEOS) – Jaarboek monitoring 2017: Deelrapport 7 – Factual data rapportage van monitoring waterbeweging en fysische parameters in de Zeeschelde in 2017. Versie 3.0. WL Rapporten, 12\_070\_7. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.
- Vandenbruwaene, W.; Pauwaert, Z.; Meire, D.; Plancke, Y.; Verwaest, T.; Mostaert, F.** (in prep.). Historische evolutie getij en morfologie Schelde estuarium : Evolutie van het getij over de periode 1888-2013. Versie 1.0. WL Rapporten, 14\_147. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen, België.
- Vanlierde, E.; Michielsen, S.; Vereycken, K.; Hertoghs, R.; Meire, D.; Deschamps, M.; Verwaest, T.; Mostaert, F.** (2016). Tienjarig overzicht van de tijwaarnemingen in het Zeescheldebekken: decennium 2001-2010. Versie 5.0. WL Rapporten, 12\_071. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen. XIV, 212 pp.
- Vereycken, K.; Hendrickx, H.; Michielsen, S.; Vanlierde, E.; Deschamps, M.; Verwaest, T.; Mostaert, F.** (2014). Methodologie voor de validatie van waterstanden in het tij-gebied. Versie 3.0 / Dynamisch rapport met addendum. WL Rapporten, 12\_075. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen. VI, 64 pp.

## Bijlage

Tabel 3 – Overzicht getijposten met aanduiding van het tijdstip voorziening digitale registratie, de doorgevoerde peilschaalcorrectie in 2011, en de afstand tot het dichtstbijzijnde FLEPOS punt.

Getijpost	R: Radar - D: Druksonde	Tijdstip voorziening digitale registratie en telemetrie	Peilschaalcorrectie [cm]	Afstand tot dichtstbijzijnde FLEPOS-punt [km]
Antwerpen loodsgebouw	R	1/01/2005	-3	4,3
Dendermonde	R	01/01/2005 (akoestisch)	0,8	6,6
Driegoten	D	18/04/2018	Peilschaal fysiek onbereikbaar	5,6
Duffel Sluis	R	1/01/2005	-0,7	11,9
Emblem	R	01/01/2005 (akoestisch)	-3,7	12,3
Gentbrugge	R	1/02/2008	0,8	5,0
Hemiksem	R	1/01/2005	0,1	10,6
Hombeek	R	01/01/2005 (akoestisch)	-2,1	2,0
Kallosluis	R	1/01/2005	-4,9	1,5
Kessel	R	01/01/2005 (akoestisch)	2,6	14,9
Liefkenshoek	R	1/01/2005	-3,4	2,4
Lier Molbrug	R	1/01/2005	1	12,2
Mechelen-Benedensluis	R	01/01/2005 (akoestisch)	2,1	3,4
Mechelen stuw afwaarts	R	21/12/2016	In 2013 onduidelijk of post werd behouden	3,0
Mechelen stuw opwaarts	R	21/12/2016	Peilschaal afgebroken	2,9
Melle	R	17/02/2010	-1,1	6,8
Prosperpolder	R	24/05/2008	0,9	7,1
Schoonaarde	R	01/01/2005 (akoestisch)	1	9,5
Sint-Amands	R	1/01/2005	-4,2	4,4
Temse	D	1/01/2005	Tijpost verplaatst	4,9

Tielrode	R	1/01/2005	-6,9	3,8
Uitbergen	R	5/07/2018	In 2013 onduidelijk of post werd behouden	10,1
Walem	R	1/01/2005	-0,6	6,2
Waasmunster Brug	R	27/04/2018	In 2013 onduidelijk of post werd behouden	6,9
Waasmunster Manta	R	1/01/2009	-6,3	8,6
Wetteren	R	01/01/2005 (akoestisch)	0,2	11,4
Zelee	R	1/11/2018	-3	9,0
Zemst	R	01/01/2005 (akoestisch)	1,4	1,0

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)