



Vlaanderen
is wetenschap

PA024_5

WL rapporten

Evaluatie van de peilmeters in het tijgebied van het Schelde-estuarium (2011-2023)

Opmetingen referentieniveaus en validatie in de WISKI databank

DEPARTEMENT
MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN

waterbouwkundiglaboratorium.be

Evaluatie van de peilmeters in het tijgebied van het Schelde-estuarium (2011-2023)

Opmetingen referentieniveaus en validatie in de WISKI databank

Vereecken, H.; Michielsen, S.; Deschamps, M.

Corrigendum

Na de publicatie van dit rapport werd duidelijk dat de peilschaalcorrectie voor enkele stations reeds in 2022 was doorgevoerd. Deze waren niet of foutief mee opgenomen in de eerste versie van het rapport. Een aanpassing van Tabel 2 (p.7) was dus noodzakelijk. De opmaak en/of de waarden van volgende stations zijn in Tabel 2 gewijzigd: Duffel Sluis, Kessel en Mechelen Benedensluis. De bijbehorende toelichting (p. 8, laatste opsomming) is eveneens aangepast.

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/2023/3241/185

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Vereecken, H.; Michielsen, S.; Deschamps, M. (2023). Evaluatie van de peilmeters in het tijgebied van het Schelde-estuarium (2011-2023): Opmetingen referentieniveaus en validatie in de WISKI databank. Versie 5.0. WL Rapporten, PA024_5. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen





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

Documentidentificatie


Opdrachtgever:	Waterbouwkundig Laboratorium	Ref.:	WL2023RPA024_5
Trefwoorden (3-5):	Getijmetingen, referentieniveau, peilschaalcorrectie, Schelde-estuarium		
Kennisdomeinen:	Meetnetten > Waterpeilen > In situ metingen		
Tekst (p.):	10	Bijlagen (p.):	7
Vertrouwelijk:	<input checked="" type="checkbox"/> Nee	<input checked="" type="checkbox"/> Online beschikbaar	

Auteur(s):	Vereecken, H.; Michielsen, S.
------------	-------------------------------

Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	Deschamps, M.	Getekend door:Maarten Deschamps (Sig Getekend op:2023-11-07 14:51:31 +01:0 Reden:Ik keur dit document goed  
Projectleider:	Vereecken, H.	Getekend door:Hans Vereecken (Signatu Getekend op:2023-11-07 12:24:32 +01:0 Reden:Ik keur dit document goed  

Goedkeuring

Verantwoordelijke HIC:	Deschamps, M.	
Afdelingshoofd:	Bellafkih, K.	Getekend door:Abdelkarim Bellafkih (Sign Getekend op:2023-11-07 12:46:10 +01:0 Reden:Ik keur dit document goed  



Abstract

In het voorjaar en de zomer van 2013 werd ter hoogte van alle peilmeters in het Schelde-estuarium de meetapparatuur en data-inwinning grondig gemoderniseerd. De nieuwe opstelling moest de oude meetopstellingen vervangen, zijnde klassieke mechanische tijmeters met vlotter met registratie op papier, een pneumatische tijmeter met papierregistratie of een radar gemonteerd bovenop een kunststof buis.

Op het moment van deze vernieuwing werden de peilschalen die fysiek aanwezig waren op de meetposten niet vernieuwd maar werd de hoogteligging in mTAW gecontroleerd aan de hand van een beperkt aantal RTK-metingen met een Topcon GRS1-toestel. Deze nieuwe hoogteligging diende dan als basis voor het instellen en afijken van de nieuwe vrijstaande radars, en tevens ook voor het al of niet corrigeren van de aanwezige peilschalen. Op dat moment is er vastgesteld dat er een aantal peilschalen verkeerd hingen en de correctie op basis van deze ijkingen foutief bleken.

In 2020 werd beslist om een alternatief ijkingssysteem te introduceren vanwege de slechte staat van vele peilschalen en de relatief grote infrastructurele kost om deze in het Schelde-estuarium op alle meetposten opnieuw te voorzien. Sinds 2021 wordt een ijkingmeting op deze stations uitgevoerd aan de hand van een standalone mobiele radarpeilmeter vanaf een vaste houder. De nauwkeurigheid van een peilschaalaflezing bedraagt 1 tot 5 cm, afhankelijk van de omstandigheden, de nauwkeurigheid van een ijking met de mobiele radar is fijner dan 1 cm. De opmeting van de hoogteligging van die vaste houders is uitgevoerd met de nieuwe generatie RTK-gps toestellen. Op basis van deze nieuwe herhaalde opmetingen zijn verschillen aan het licht gekomen met de hoogteligging zoals gesteld in 2013. Deze historische fout moet nu rechtgezet worden in de data.

Na enkele controles bleek dat de bij een aantal meetlocaties het verschil tussen de ijkingmetingen met de mobiele radar en de continue radarmetingen te groot is. Van de houders van de mobiele radar mag men zeker zijn dat ze juist zijn ingemeten. Daarom is in februari 2023 het signaal van de continue radarmetingen bijgesteld.

Dit had natuurlijk gevolgen voor de data in de WISKI databank.

De vaststellingen (2013 & 2021) dat de peilschalen afweken van de referentie in mTAW betekent dat de ijkingmetingen, die gebruikt worden ter controle van de continue radarmetingen, afwijken van de werkelijke waterstand. Om deze reden is besloten de continue metingen met deze afwijking te corrigeren in de WISKI databank. Omdat tot dan toe de inmetingen van de peilschalen niet regelmatig werden uitgevoerd, was het onmogelijk te zeggen vanaf welk tijdstip deze correctie kon worden toegepast. In 2013 is besloten om deze correctie vanaf 1/1/2011 toe te passen, omdat deze datum de start vormt van de vijf- en tienjaarlijkse overzichten van de tijwaarnemingen. De afwijkingen van de peilschalen die in 2021 zijn vastgesteld zijn dan ook vanaf 1/1/2011 toegepast op de continue radarmetingen.

Voor de locaties waar er in februari 2023 een bijstelling is gebeurd van de continue radarmeting o.b.v. de afwijking met de ijkingmetingen met de mobiele radar, is er een bijkomende correctie doorgevoerd vanaf het moment dat de mobiele radar gebruikt wordt als ijkinginstrument.

Inhoudstafel

Corrigendum.....	
Abstract	IV
Inhoudstafel.....	V
Lijst van de tabellen.....	VI
Lijst van de figuren	VII
1 Probleemstelling.....	1
2 Resultaten opmetingen referentieniveaus.....	3
3 Validatie in de WISKI databank	5
4 Conclusie.....	9
5 Referenties	10
6 Bijlage 1	B1

Lijst van de tabellen

Tabel 1 – Overzicht uitgevoerde opmetingen hoogteligging peilmeetposten in Schelde-estuarium, toegepaste correcties in verleden (2013-2020) en recent voorgestelde correcties op periode 2013-heden 3

Tabel 2 – Overzicht van de uitgevoerde correcties in WISKI. Lichtgroen: peilschaalcorrectie, donkergroen: correctie o.b.v. ijkingen met mobiele radar. Vet: peilschaalcorrectie aangepast of doorgevoerd in 2023..... 7

Lijst van de figuren

- Figuur 1 – Meetpost Hemiksem (zes28a) met links zicht op de vrijstaande OTT radar aan de metalen arm en rechts zicht op de peilschaal die in 2013 opnieuw werd ingemeten met RTK-gps..... 1
- Figuur 2 – meetpost Hemiksem (zes28a) met zicht op de vaste houder (foto links) van waaruit de nieuwe controlemetingen met mobiele radar (foto midden en rechts) voortaan gebeuren..... 2

1 Probleemstelling

In het voorjaar en de zomer van 2013 werd ter hoogte van alle peilmeters in het Schelde-estuarium de meetapparatuur en data-inwinning grondig gemoderniseerd. Er werd gekozen voor het opstellen van een vrijstaande OTT-radar in combinatie met een OTT-Duosens datalogger die de data real-time doorstuurt naar de WISKI databank. Deze opstelling moest de oude meetopstellingen vervangen, zijnde klassieke mechanische OTT tijmeters met vlotter in kunststof buizen met registratie op papier, een pneumatische Ott-tijmeter in kunststof buizen met papierregistratie of een radar geïnstalleerd op kunststof buizen.

Op het moment van deze vernieuwing zijn de peilschalen die fysiek aanwezig waren op de meetposten niet vernieuwd maar is de hoogteligging in mTAW gecontroleerd aan de hand van een beperkt aantal RTK-metingen met een Topcon GRS1-toestel. Deze nieuwe hoogteligging diende dan als basis voor het instellen en afijken van de nieuwe radars, en tevens ook voor het al of niet corrigeren van de aanwezige peilschalen. Meer details hierover zijn te vinden in Henderick et al. (2016) en Vandenbruwaene et al. (2019). Figuur 1 toont een beeld van de meetpost Hemiksem, met zicht op de peilschaal en de vrijstaand opgestelde radarpeilmeter.



Figuur 1 – Meetpost Hemiksem (zes28a) met links zicht op de vrijstaande OTT radar aan de metalen arm en rechts zicht op de peilschaal die in 2013 opnieuw werd ingemeten met RTK-gps

Tot medio 2020 zijn deze meetposten nagenoeg maandelijks bezocht en werden er telkens 3 visuele aflezingen van de al of niet gecorrigeerde peilschaal uitgevoerd door de HIC-technicus als zogenaamde ijkingsmeting of gauging. Deze zijn ingevoerd in de datalogger/digitaal logboek en zijn doorgegeven aan de WISKI databank. Op die manier konden de OTT-radars regelmatig gecontroleerd worden op hun goede werking.

In 2020 is er beslist om een alternatief ijkingsstelsel te introduceren vanwege de slechte staat van vele peilschalen en de relatief grote infrastructuurkosten om deze in het Schelde-estuarium op alle meetposten opnieuw te voorzien. Voortaan wordt een ijkingsmeting op deze stations uitgevoerd aan de hand van een standalone mobiele VEGApuls radarpeilmeter (zogenaamde mobiele radar) die vanaf een vaste houder met gekende hoogte in mTAW de afstand tot het waterpeil in m meet (Figuur 2).



Figuur 2 – meetpost Hemiksem (zes28a) met zicht op de vaste houder (foto links) van waaruit de nieuwe controlemetingen met mobiele radar (foto midden en rechts) voortaan gebeuren.

De opmeting van de hoogteligging van die vaste houders is uitgevoerd met de nieuwe generatie RTK-gps toestellen, met name de Carlson BRX7. Er werd in samenspraak met Afdeling Technische Ondersteuning (ATO) een instructie uitgeschreven, die herhaalde metingen van eenzelfde punt mogelijk maakt om zo de meetfout in de hoogteligging te minimaliseren (Claeys en Vereecken, in prep.). Op basis van deze nieuwe herhaalde opmetingen, steekproefgewijs en waar mogelijk bevestigd door een waterpassing met een totaalstation door de collega's van ATO, zijn verschillen aan het licht gekomen met de hoogteligging zoals gesteld in 2013. Hiervoor zijn 2 mogelijke verklaringen: ofwel is er sprake van bodemdaling nabij onze meetlocaties ofwel werden de hoogtes met RTK in 2013 niet nauwkeurig genoeg ingemeten. Na raadpleging van een aantal documenten omtrent bodemdaling in Vlaanderen (Van Camp et al. 2022 en Declercq et al. 2021) besluiten we dat orde van grootte van bodemdalingen in niet overeen komt met de vastgestelde afwijkingen. Er is besloten dat de verschillen enkel te wijten kunnen zijn aan onvoldoende nauwkeurig opgemeten hoogteliggingen in 2013. Deze historische fout moet nu rechtgezet worden in de data.

In een volgende alinea worden voor verschillende peilmeetposten in het Schelde-estuarium de uitgevoerde opmetingen van de hoogteligging opgelijst en waar nodig becommentarieerd.

Na het overzicht van de verschillen wordt nog een alinea gewijd aan de manier waarop deze data nu in de WISKI databank werd opgeslagen en ter beschikking wordt gesteld voor de klanten.

2 Resultaten opmetingen referentieniveaus

Tabel 1 toont de uitgevoerde hoogtemetingen voor verschillende peilmeetposten in het Schelde-estuarium:

- de in 2013 fysiek opgemeten referentie op de peilschaal (visueel vastgestelde referentiehoogte)
- de in 2013 met RTK opgemeten nieuwe hoogteligging in mTAW
- de sinds die tijd toegepaste correctie op de uitgevoerde ijkingsmetingen
- de in 2021-2022 herhaaldelijk met RTK opgemeten hoogteligging in mTAW van de houders voor de mobiele radarcontrole

Niet alle peilmeetposten in het Schelde-estuarium zijn dus opgelijst, enkel diegene waar de verschillen in hoogteligging nu ten opzichte van 2013 groter dan +/- 2 cm bedragen. Meetpost Antwerpen staat hier niet meer bij vermeld. Gezien het belang van deze meetpost als referentiestation in het tijgebied is er een afzonderlijke analyse uitgevoerd (zie de memo in Bijlage 1).

Tabel 1 – Overzicht uitgevoerde opmetingen hoogteligging peilmeetposten in Schelde-estuarium, toegepaste correcties in verleden (2013-2020) en recent voorgestelde correcties op periode 2013-heden

Meetpost	Code	Referentie hoogte Peilschaal 2013 (mTAW)	RTK- opmeting Peilschaal 2013 (mTAW)	Toegepaste correctie op ijkingen 2013-2020 (cm)	Recent voorgestelde correctie (cm) obv controle met mobiele radar
Prosperpolder	zes01a	8.31	8.32	0.9	3.0
Kallosluis	zes14a	11.21	11.16	-4.9	-2.3
Temse	zes36a	7.88	7.88	-	1.2
St-Amands	zes42a	6.50	6.46	-4.2	-9.9
Dendermonde	zes47a	8.00	7.99	-0.8	-8.6
Schoonaarde	zes49a	7.00	6.99	-1.0	-6.2
Uitbergen (*)	zes52a	8.00	8.00	-	-4.8
Wetteren Brug (**)	zes55c	-	-	-	-10
Melle	zes57a	7.50	7.49	-1.1	-8.3
Emblem (***)	knt01a	6.90	6.86	-3.7	-2.6
Lier Molbrug	bnt07a	7.70	7.71	1.0	-9.5
Mechelen Stuw Afwarts (*)	dij07a	7.00	7.00	-	-5.6
Mechelen Stuw opwaarts (****)	dij08a	-	-	-	-6.5
Tielrode	dur01a	7.50	7.43	-6.9	-5.9
Waasmunster Brug (*)	dur04a	6.50	6.50	-	-4.8
Waasmunster Manta (*****)	dur05a	7.50	7.44	-6.3	-7.2
Zemst	zen02a	7.50	7.51	1.4	-4.2

(*) – Uitbergen, Mechelen Stuw Afwaarts, Waasmunster Brug: de peilschalen op deze stations zijn om diverse redenen in 2013 niet nagemeten, maar gewoon overgenomen

(**) – Wetteren Brug is pas opgericht eind 2017 en daar werden enkel ijkingsmetingen uitgevoerd met de mobiele radar. De hoogte van de houder van de mobiele radar bij de opstart van deze meetpost eind 2017 werd verkeerd opgemeten.

(***) – Emblem: de radarpeilmeter werd in 2018 verplaatst naar de baanbrug maar ijkingsmetingen blijven gebeuren op de peilschaal totdat mobiele radar ingevoerd werd

(****) – Mechelen stuw opwaarts heeft nooit een peilschaal gehad dus er werden in de periode 2013-2020 geen ijkingsmetingen uitgevoerd

(*****) – in Waasmunster Manta wordt het waterpeil gecontroleerd door middel van een meetlint dat vanaf een gekende hoogte op het platform wordt neergelaten tot op het waterpeil

3 Validatie in de WISKI databank

In voorgaande alinea's staat beschreven welke vaststellingen er zijn gebeurd m.b.t. de afwijking t.o.v. het referentievlak bij de ijkingsmetingen. Tot medio 2021 is de peilschaal gebruikt als ijkingsmeting, vanaf dat moment is er overgeschakeld naar de mobiele radar. De nauwkeurigheid van een visuele peilschaalaflezing bedraagt meestal 1 tot 5 cm, afhankelijk van de omstandigheden (b.v. golfslag door wind of scheepvaart). De nauwkeurigheid van een ijking met de mobiele radar is meestal fijner dan 1 cm.

Bij de peilschalen zijn er in 2013, tijdens de modernisering van het meetnet, bij een groot aantal stations afwijkingen vastgesteld t.o.v. het mTAW referentievlak. In 2022 bleek dat bij een aantal van deze stations de inmeting van 2013 niet voldoende nauwkeurig was en de afwijking dus verschilde van deze vastgesteld in 2013.

Sinds medio 2021 is voor de meeste meetposten de peilschaal niet meer in gebruik voor het uitvoeren van de ijkingsmetingen. Voortaan wordt er gebruik gemaakt van de mobiele radar. Vanaf een vast punt (de houder van de mobiele radar) wordt de waterstand gemeten. Na enkele controles bleek dat bij een aantal meetlocaties het verschil tussen de ijkingsmetingen met de mobiele radar en de continue radarmetingen te groot is. Van de houders van de mobiele radar mag men zeker zijn dat ze juist zijn ingemeten (cfr. de nieuwe instructie, Claeys en Vereecken, in prep.). Daarom was het noodzakelijk om het signaal van de continue radarmetingen bij te stellen. Dit gebeurde in februari 2023.

De vaststellingen (2013 & 2021) dat de peilschalen afweken van de referentie in mTAW betekent dat de ijkingsmetingen, die gebruikt worden ter controle van de continue radarmetingen, afwijken van de werkelijke waterstand. Om deze reden is besloten de continue metingen met deze afwijking te corrigeren. Omdat tot dan toe de inmetingen van de peilschalen niet systematisch werden uitgevoerd, was het onmogelijk te zeggen vanaf welk tijdstip deze correctie kon worden toegepast. In 2013 is besloten om deze correctie vanaf 1/1/2011 toe te passen, omdat deze datum de start vormt van de vijf- en tienjaarlijkse overzichten van de tijwaarnemingen. De afwijkingen van de peilschalen die in 2021 zijn vastgesteld zijn dan ook vanaf 1/1/2011 toegepast op de continue radarmetingen.

De correcties zijn in maart 2023 in WISKI doorgevoerd. Tabel 2 toont een overzicht van de vastgestelde afwijkingen en de doorgevoerde correcties. Er zijn 4 mogelijkheden:

1. Peilschaal: afwijking vastgesteld in 2013, geen in 2022 → er is geen bijkomende aanpassing doorgevoerd in 2023
2. Peilschaal: geen afwijking vastgesteld in 2013, wel in 2022 → de afwijking vastgesteld in 2022 is toegepast voor de periode 1/1/2011 tot begin gebruik mobiele radar (meestal augustus 2021)
3. Peilschaal: afwijking vastgesteld in 2013, ook in 2022 → het verschil tussen beide afwijkingen is toegepast voor de periode 1/1/2011 tot begin gebruik mobiele radar (meestal augustus 2021).

Voor de meetposten die onder deze vorige 2 categorieën vallen (in het vet in Tabel 2), zijn dus in 2023 de waterstanden retroactief gecorrigeerd vanaf 2011.

4. Mobiele radar: correctie voor de periode dat de mobiele radar in gebruik is. Meestal augustus 2021 tot februari 2023.
De correctie t.g.v. het gebruik van de mobiele radar leidt bij een aantal stations tot bijkomende afwijking t.o.v. de peilschaalafwijking. Voor een aantal locaties is deze bijkomende afwijking 3 cm of meer.

De peilschaalcorrecties van 2013 zijn in WISKI steeds doorgevoerd d.m.v. een “rating curve” die toegepast wordt in de RC-reeks. De Pv.Lang-reeks is hiervan een kopie. Bijkomende validaties zoals het opvullen van gaten, verwijderen van uitschieters of andere foutieve metingen gebeuren in deze Pv.Lang reeks. Om dit bijkomende validatiewerk niet opnieuw te moeten herhalen voor al deze jaren en al deze locaties, is er besloten om de aanvullende correcties (doorgevoerd in maart 2023) in de Pv.Lang reeks uit te voeren door deze verticaal te verschuiven.

Vervolgens zijn de afgeleide reeksen (Pv.HW.Lang en Pv.LW.Lang) leeggemaakt en opnieuw berekend zodat deze de correcte hoog- en laagwaters bevatten.

Tabel 2 – Overzicht van de uitgevoerde correcties in WISKI.
Lichtgroen: peilschaalcorrectie, donkergroen: correctie o.b.v. ijkingen met mobiele radar. Vet: peilschaalcorrectie aangepast of doorgevoerd in 2023

Station	Code	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Antwerpen	zes21a				-3,0						-4,0			-
Dendermonde	zes47a						-3,0						-6,4	-
Driegoten	zes39a									-7,0				-
Duffel Sluis	bnt03a						-5,0							-
Emblem	knt01a												-2,7	-
Gentbrugge	zes58a													-
Hamme	dur01x													-
Hemiksem	zes28a						0,1							-
Hombeek	zen01a						-2,1							-
Kallosluis	zes14a						-4,9						-2,3	-
Kessel	gnt02a						-3,7							-
Liefkenshoek	zes10a						-3,4							-
Lier Molbrug	bnt07a						-6,0						-9,7	-
Mechelen-Benedensluis	dij06a						5,0							-
Mechelen Stuw Afwaarts	dij07a									-3,0				-
Mechelen Stuw Opwaarts	dij08a												-6,5	-
Melle	zes57a						-1,1						-9,0	-
Prosperpolder	zes01a						0,9						2,0	-
Rumst	bnt01c													-
Schoonaarde	zes49a						-4,0						-6,2	-
Sint-Amands	zes42a						-4,2						-9,1	-
Temse	zes36a						-4,0						-4,0	-
Tielrode	dur01a						-6,9						-7,2	-
Uitbergen	zes52a										-4,8			-
Walem	rup03a					-0,6								-
Waasmunster Brug	dur04a										-3,1			-
Waasmunster Manta	dur05a										-6,3			-
Wetteren	zes55a				0,2									-
Wetteren Brug	zes55c										-10,0			-
Zelee	dur07a			-3,0										-
Zemst	zen02a						1,4						-4,0	-

Verschillende stations kennen in Tabel 2 naast de groene velden ook witte velden. Voor deze periodes zijn er geen correcties doorgevoerd. Hiervoor zijn er verschillende redenen:

- *Uitbergen, Mechelen Stuw Afwaarts en Waasmunster Brug*: de peilschalen op deze stations zijn om diverse redenen in 2013 niet nagemeten, maar gewoon overgenomen.
- *Wetteren Brug*: dit station is pas opgericht eind 2017 en daar zijn enkel ijkingsmetingen uitgevoerd met de mobiele radar. De hoogte van de houder van de mobiele radar is bij de opstart van deze meetpost eind 2017 verkeerd opgemeten.
- *Wetteren Brug* vervangt het station *Wetteren* dat in januari 2018 gestopt is.
- *Walem*: dit station is gestopt in oktober 2019 en is vervangen door het station *Rumst*.
- *Rumst en Hamme* zijn recent opgestart, resp. oktober 2019 en december 2020. Beide stations zijn vanaf de opstart correct ingemeten en was er dus geen nood voor een correctie.
- *Driegoten*: hier is er in april 2018 gestart met radarmetingen. In december 2020 is er een aanpassing gebeurd van de datalogger zodat de peilschaalcorrectie tot dit moment is doorgevoerd.
- *Emblem*: de radarpeilmeter is in 2018 verplaatst naar de baanbrug maar ijkingsmetingen bleven gebeuren op de peilschaal totdat mobiele radar ingevoerd werd
- *Gentbrugge*: deze metingen zijn nooit gevalideerd geweest. De hoge ligging van het slib maakt dat er niet continu de waterstand gemeten kan worden, enkel de hogere waterstanden.
- *Mechelen stuw opwaarts*: hier heeft er nooit een peilschaal gehangen en dus er werden in de periode 2013-2020 geen ijkingsmetingen uitgevoerd
- *Waasmunster Manta*: het waterpeil wordt er gecontroleerd door middel van een meetlint dat vanaf een gekende hoogte op het platform wordt neergelaten tot op het waterpeil
- *Zelee*: dit station wordt vanaf 1/1/2016 niet meer als een getijstation beschouwd.
- *Duffel Sluis, Hemiksem, Hombeek, Kessel, Liefkenshoek en Mechelen Benedensluis* kenden een peilschaalcorrectie vanaf 2011. Bij de ingebruikname van de mobiele radar bleek er geen afwijking te zijn en was een correctie dus niet noodzakelijk.

4 Conclusie

In maart 2023 zijn er correcties uitgevoerd op de meetreeksen van een aantal tijstations in de WISKI databank. Dit was noodzakelijk omdat er enerzijds vastgesteld werd dat de peilschalen op een aantal locaties in 2013 onnauwkeurig ingemeten zijn, anderzijds bleek dat sinds de invoering van de ijkingen a.d.h.v. de mobiele radar de afwijking met de continue radarmetingen op een aantal locaties veranderde. Hierdoor moest er ook een bijstelling gebeuren aan de datalogger van de continue radarmeting. Dit gebeurde in februari 2023.

De correcties t.g.v. de peilschaalafwijkingen zijn toegepast vanaf 1/1/2011 omdat de afwijkingen die in 2013 zijn vastgesteld ook vanaf deze datum zijn doorgevoerd. Deze correcties blijven van kracht totdat de mobiele radar gebruikt wordt voor het uitvoeren van de ijkmetingen. Dit gebeurde voor de meeste locaties in augustus 2021.

Voor de locaties waar er in februari 2023 een bijstelling is gebeurd van de continue radarmeting o.b.v. de afwijking met de ijkingsmetingen met de mobiele radar, is er een bijkomende correctie doorgevoerd vanaf het moment dat de mobiele radar gebruikt wordt als ijkingsinstrument.

5 Referenties

Claeys, S.; Vereecken, H. (in prep.) Instructie gebruik Sokkia en Carlson BRX7 RTK gps en herhaling van de meting van de hoogteligging. Versie 4.0. WL Memo's, PA_029_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

Declercq P-Y.; Gérard, P.; Pirard, E.; Walstra, J.; Devleeschauwer, X. (2021). Long-Term Subsidence Monitoring of the Alluvial Plain of the Scheldt River in Antwerp (Belgium) Using Radar Interferometry. *Remote Sens.* **2021**, *13*, 1160. <https://doi.org/10.3390/rs13061160>

Henderick, A.; D'Haeseleer, E.; Vereecken, H.; Viaene, P.; Deschamps, M.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2016). Hydrologisch Informatie Centrum (HIC): Modernisering HIC meetnet. Versie 5.0. WL Rapporten, 12_141_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

Van Camp, M.; Gobron, K.; Pattyn, F.; Huybrechts, P.; Chen, M. (2022). Zeespiegelstijging voor Vlaanderen. Studie voor het Departement Mobiliteit & Openbare werken, Waterbouwkundig Laboratorium.

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

6 Bijlage 1

Memo

////////////////////////////////////

Titel: Evaluatie van de peilmeters in het tijgebied van het Schelde-estuarium (2011-2023)

Datum: 18/05/2022

Auteurs: Michielsens, Stef

Referentie: Michielsens, Stef (2022). Evaluatie van de peilmeters in het tijgebied van het Schelde-estuarium (2011-2023). Versie 4.0. WL Memo's, PA_014_2. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

////////////////////////////////////

Probleemstelling

Reeds vanaf 1885 wordt ter hoogte van het voormalige Loodsgebouw te Antwerpen door de Vlaamse Overheid het waterpeil op de Schelde continu gemeten (Taverniers, ir. E.; Mostaert, dr. F. (2009)). Dit gebeurde doorheen de geschiedenis met verschillende meetinstrumenten waaronder een klassieke mechanische OTT tijmeter in kunststof buizen met registratie op papier, een pneumatische Ott-tijmeter in kunststof buizen met papierregistratie tot een radar geïnstalleerd op kunststof buizen en een vrijstaande radar. Figuur 1 toont een beeld van de huidige meetopstelling, waarbij een radarpeilmeter vrijstaand boven het wateroppervlak hangt en aldus het waterpeil opmeet.



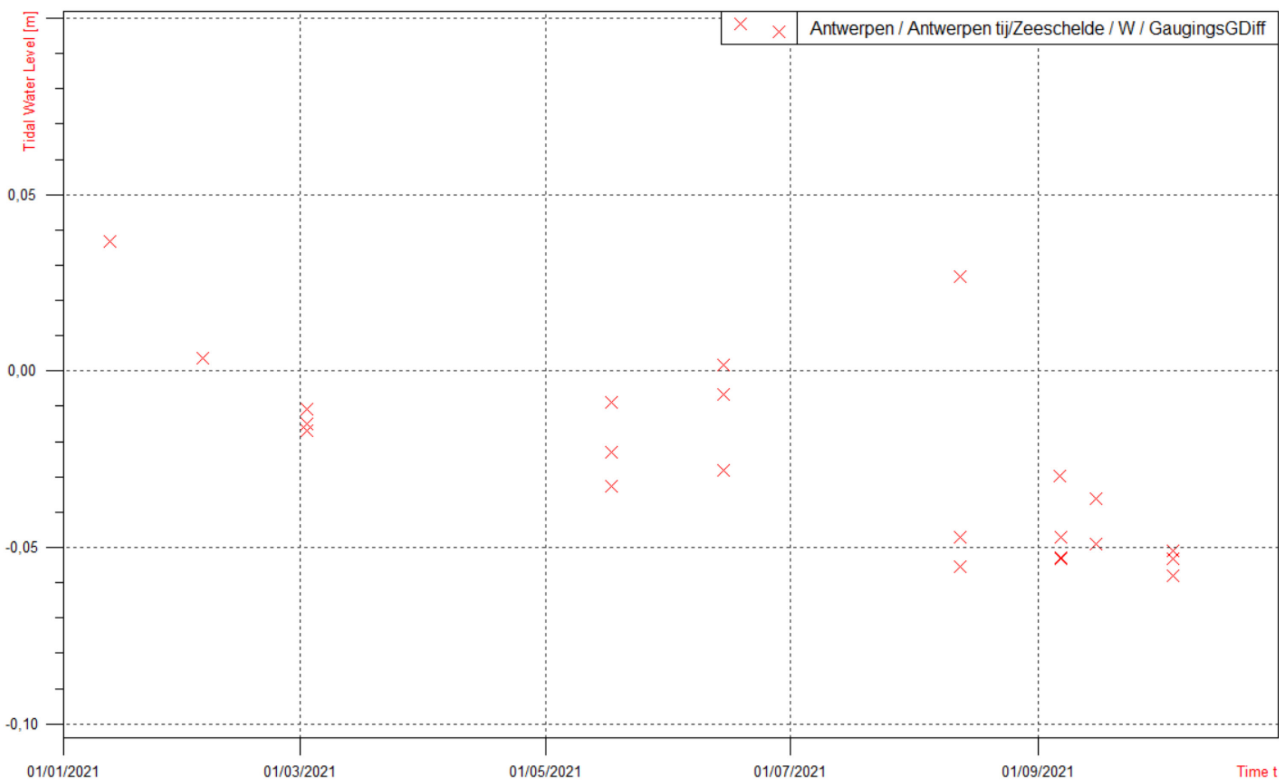
Figuur 1 – vrijstaande Ott radarpeilmeter te Antwerpen Loodsgebouw

De kwaliteit van de peilmetingen werd sinds medio vorige eeuw tot medio 2021 steeds gegarandeerd door regelmatige vergelijkingen met een peilschaal die, op basis van waterpassing naar een nabij gelegen gekend hoogteverkenmerk van het NGI (Nationaal Geografisch Instituut), werd weergegeven in mTAW (meter

Tweede Algemene Waterpassing). De peilschaal die nu aanwezig is op het meetstation werd geïnstalleerd op 19/12/2017 en gepositioneerd ten opzichte van een aangebrachte bout die via waterpassing vanuit het nabijgelegen hoogteverkenmerk Hd10 van het NGI (Bijlage 1) werd opgemeten door een aannemer van de Vlaamse Waterweg. De resultaten van deze opmeting zit in Bijlage 2.

Vanaf augustus 2021 wordt voor de kwaliteit van de continue peilmeetreeks gebruik gemaakt van een mobiele radarpeilmeter (als alternatief voor de peilschaal) die vanaf een vaste houder op gekende mTAW-hoogte enkele vergelijkingsmetingen uitvoert. De houder werd in mTAW met RTK-gps ingemeten volgens de werkwijze die beschreven staat in Claeys, S.; Vereecken, H., 2022.

Tijdens de validatie van de in 2021 opgemeten waterpeilen in het Zeeschelde-estuarium viel bij het meetstation Antwerpen sinds de invoering van de mobiele radarcontrole (augustus 2021) een systematische grotere afwijking in de GaugingsGdiff tijdreeks op. Deze GaugingsGdiff tijdreeks is het verschil tussen de manueel in het logboek ingevoerde vergelijkingsmeting met de mobiele radar en de op dat moment geregistreerde peilmeting van de vaste radarpeilmeter die continu registreert (Figuur 1). Normaal gezien moet dat verschil rond de 0 cm schommelen. Figuur 2 toont de systematische afwijking die optreedt sinds augustus 2021, waarbij het merendeel van de punten nadien rond de -4 à -5 cm schommelt.



Resultaten RTK-metingen peilschaal en controle hoogteverkenmerk NGI

Op 19/10/2021 werden door medewerkers van het Hydrologisch Informatiecentrum een aantal punten ter hoogte van meetpost zes21a Antwerpen Loodsgebouw opgemeten met de Carlson-BRx7 RTK-gps. De resultaten worden getoond in onderstaande tabel (Tabel 1).

meetreeks	meettoestel	punt thv meetpost zes21a	dag	uur	z (mTAW)	VDOP (cm)
1	Carlson BRx7 RTK-gps	mobiele radarhouder 8,29 mTAW	19/10/2021	7:44:46	8,291	0,670
	Carlson BRx7 RTK-gps	mobiele radarhouder 8,29 mTAW	19/10/2021	7:45:52	8,291	0,670
	Carlson BRx7 RTK-gps	mobiele radarhouder 8,29 mTAW	19/10/2021	7:46:48	8,293	0,660
	Carlson BRx7 RTK-gps	mobiele radarhouder 8,29 mTAW	19/10/2021	7:47:45	8,294	0,700
	Carlson BRx7 RTK-gps	peilschaal 8 mTAW	19/10/2021	7:49:57	7,963	0,680
	Carlson BRx7 RTK-gps	peilschaal 8 mTAW	19/10/2021	7:51:32	7,965	0,620
	Carlson BRx7 RTK-gps	peilschaal 8 mTAW	19/10/2021	7:52:42	7,965	0,670
	Carlson BRx7 RTK-gps	peilschaal 8 mTAW	19/10/2021	7:53:27	7,968	0,670
2	Carlson BRx7 RTK-gps	hoogteverkenmerk 7,01 mTAW	19/10/2021	12:02:28	6,965	0,620
	Carlson BRx7 RTK-gps	hoogteverkenmerk 7,01 mTAW	19/10/2021	12:03:06	6,968	0,600
	Carlson BRx7 RTK-gps	hoogteverkenmerk 7,01 mTAW	19/10/2021	12:04:06	6,974	0,620
	Carlson BRx7 RTK-gps	hoogteverkenmerk 7,01 mTAW	19/10/2021	12:42:47	6,964	0,640
	Carlson BRx7 RTK-gps	peilschaal 8 mTAW	19/10/2021	12:04:49	7,964	0,630
	Carlson BRx7 RTK-gps	peilschaal 8 mTAW	19/10/2021	12:05:27	7,965	0,610
	Carlson BRx7 RTK-gps	peilschaal 8 mTAW	19/10/2021	12:06:01	7,960	0,620
	Carlson BRx7 RTK-gps	peilschaal 8 mTAW	19/10/2021	12:43:52	7,952	0,700
	Carlson BRx7 RTK-gps	mobiele radarhouder 8,29 mTAW	19/10/2021	12:06:35	8,296	0,600
	Carlson BRx7 RTK-gps	mobiele radarhouder 8,29 mTAW	19/10/2021	12:07:17	8,300	0,610
	Carlson BRx7 RTK-gps	mobiele radarhouder 8,29 mTAW	19/10/2021	12:07:47	8,302	0,580
	SAMENVATTING					
	meettoestel	punt thv meetpost zes21a	gemiddelde z (mTAW)			
	Carlson BRx7 RTK-gps	mobiele radarhouder 8,29 mTAW	8,295			
	Carlson BRx7 RTK-gps	peilschaal 8 mTAW	7,963			
	Carlson BRx7 RTK-gps	hoogteverkenmerk 7,01 mTAW	6,968			

Tabel 1 – resultaten RTK-gps metingen uitgevoerd door HIC op 19/10/2021 van de hoogteligging in mTAW van een aantal punten ter hoogte van meetpost zes21a – Antwerpen Loodsgebouw. (VDOP: Vertical Dilution Of Precision: maat voor nauwkeurigheid hoogtemeting – waarden <= 2 duiden op een kwalitatief goede meting.)

Onafhankelijk van deze metingen werd op 15/12/2021 ter controle door medewerkers van ATO eveneens een RTK-gps meting uitgevoerd van enkele van deze punten. Ook werd een waterpassing uitgevoerd vanaf het nabijgelegen hoogteverkenmerk Hd10 van het NGI (Bijlage 1). De resultaten zijn hieronder in tabel 2 weergegeven.

meetreeks	meettoestel	punt thv meetpost zes21a	dag	z (mTAW)
1	waterpassing vanuit Hd10 7,659 mTAW	hoogteverkenmerk 7,01 mTAW	15/12/2021	6,994
	waterpassing vanuit Hd10 7,659 mTAW	peilschaal 8 mTAW	15/12/2021	7,981
2	waterpassing vanuit extra GPS-punt 7,242 mTAW	Hd10 7,659 mTAW	15/12/2021	7,622
	waterpassing vanuit extra GPS-punt 7,242 mTAW	hoogteverkenmerk 7,01 mTAW	15/12/2021	6,957
	waterpassing vanuit extra GPS-punt 7,242 mTAW	peilschaal 8 mTAW	15/12/2021	7,944
3	Carlson BRx7 RTK-gps	hoogteverkenmerk 7,01 mTAW	15/12/2021	6,973
	Carlson BRx7 RTK-gps	peilschaal 8 mTAW	15/12/2021	7,969

Tabel 2 – resultaten waterpassingen en RTK-gps metingen uitgevoerd door ATO op 15/12/2021 van de hoogteligging in mTAW van een aantal punten ter hoogte van meetpost zes21a – Antwerpen Loodsgebouw.

Conclusie

Tabel 3 geeft het samenvattende resultaat van de verschillende opmetingen die hierboven zijn besproken.

Punt thv meetpost zes 21a	Z (mTAW)	Vershil (m)
NGI hoogteverkenmerk HD10 7,659 mTAW	7,622	0,037
Bout hoogteverkenmerk 7,01 mTAW	6,967	0,043
Peilschaal 8 mTAW	7,961	0,039

Tabel 3 – samenvattende resultaten controle hoogteligging in mTAW van een aantal punten ter hoogte van meetpost zes21a – Antwerpen Loodsgebouw

De opmeting van het NGI hoogteverkenmerk Hd10, door een extra punt in de open ruimte op te meten met GPS en van daaruit te waterpassen, leverde een hoogte van 7,622 mTAW op in plaats van de in de NGI-fiche gesteld 7,659 mTAW, wat een **verschil van 0,037 m** betekent.

Uit de reeks uitgevoerde hoogtemetingen van de aanwezige bout en de daarop eind 2017 gepositioneerde peilschaal blijkt ook dat deze beiden niet correct in mTAW staan. De bout die volgens de waterpassing van eind 2017 op 7,01 mTAW hoogte lag, blijkt volgens de nieuwe gegevens op 6,967 mTAW te liggen, wat een **verschil van 0,043 m** betekent. De indicatie van 8 mTAW op de peilschaal komt in werkelijkheid overeen met 7,961 mTAW. Dit betekent een **verschil van 0,039 m**.

We kunnen dan ook besluiten dat alle uitgevoerde controlemetingen van het waterpeil die vanaf de datum van 19/12/2017 zijn uitgevoerd ongeveer 4 cm te hoog zijn weergegeven, waardoor de hiermee gevalideerde continue waterpeilen eveneens 4 cm te hoog zijn. Aangezien de aldus foutief gevalideerde waterpeilen te Antwerpen voor de periode 2017-2020 reeds gerapporteerd werden en zeker gezien het belang van deze meetpost voor operationele modellen en studiedoelinden, dringt een historische correctie voor deze periode zich op. De gevalideerde 1 minuut tijdreeksen (Pv.Lang en Pv) in de HIC-WISKI databank en alle andere afgeleide meetreeksen zijn zodoende met 4 cm verlaagd vanaf 19/12/2017 tot eind 2021.

Vanaf 2022 is de configuratie van de radarpeilmeter aangepast aan de correcte hoogteligging, zodat voortaan opnieuw de best mogelijke waterpeilen in mTAW worden opgemeten en ter beschikking worden gesteld. Voortaan gebeuren de controlemetingen enkel nog met de mobiele radar vanaf de vaste houder met juiste gekende hoogte.

Bijlage 1 – altimetriscche fiche NGI – hoogteverkenmerk Hd10

ALTIMETRISCHE FICHE

Hd10

Gemeente ANTWERPEN	Stamnummer Hd10	
Aard van het punt Merk in gietijzer (TAW)	Hoogte HTAW = 7.659 m (09 februari 2018)	
Zestiendeblad 15/3N	Lambert2008 x = 652263 m y = 713146 m	Lambert72 x = 152268 m y = 213146 m
Datum van revisie 30 januari 2018	Coördinaten gedigitaliseerd op schaal 1:25 000, precisie +/- 25m	
Omschrijving Sint-Aldegondeplein. -W. zijde. Gebouw van het loodswezen (Nr.3). Voorgevel. Op 57 cm van de rechterkant. Op 33 cm boven de grond.	Opmerkingen -	




© NGI-IGN 2022 - Nadruk of aanpassing onder gelijk welke vorm is verboden.



Nationaal Geografisch Instituut | Kortenberglaan 115 | 1000 Brussel
+32 (0)2 629 82 82 | gdoc@ngi.be | gdoc.ngi.be

Bijlage 2 – Resultaat waterpassing vanuit Hd10 – 23/11/17

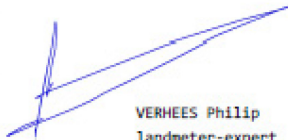
date:	ANTWERPEN - Scheldekaai		
23 nov 2017 00	referentiepeil TAW		
01		VERHEES studiebureau bvba	
02		Lepelstraat 03 - 2040 Tense	
03		info@verheesstudiebureau.be	
		03 734 40 00 - 0475 701 734	
Sheet:	Scale: 1/200	Sheet 1 of 1	Rev.:
A4			00



top bout = +7.010 m TAW



device: Zenith 25
Geomax


VERHEES Philip
landmeter-expert
LAN 048854

Bijlage 3 – Referentielijst

Claeys, Stijn; Vereecken, Hans (2022). Instructie gebruik Sokkia en Carlson BRX7 RTK gps en herhaling van de meting van de hoogteligging. Versie 4.0. WL Memo's, PA_029_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

Taverniers, ir. E.; Mostaert, dr. F. (2009). MONEOS - jaarboek monitoring WL 2008 : Overzicht monitoring hydrodynamiek en fysische parameters zoals door WL in 2008 in het Zeescheldebekken gemeten. Versie 4_0. WL Rapporten, Projectnr 833_07. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen, België

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