

Memo

Aan
Jean-Marie Stam, RWS

Datum	Kenmerk	Aantal pagina's
27 december 2016	1230046-000-ZKS-0008	7
Van	Doorkiesnummer	E-mail
Fedor Baart	+31(0)88335 8140	fedor.baart@deltares.nl

Onderwerp
Reproduceerbaarheid zeespiegelmetingen

1 Inleiding

Dit onderzoek vindt plaats in aansluiting op de onderzoeksagenda zeespiegelmonitor. Veel beslissingen worden genomen op basis van de zeespiegelmetingen, berekeningen en voorspellingen. Het is belangrijk dat we ze kunnen vertrouwen. Om gegevens te vertrouwen moeten ze betrouwbaar en valide zijn. Betrouwbaarheid bestaat uit reproduceerbaarheid (kan het herhaald worden), gevoeligheid (is de uitkomst afhankelijk van perturbaties of keuzes) en stabiliteit (worden afrondingen uitvergroot). In dit deelonderzoek concentreren we ons met name op de reproduceerbaarheid.

De gebrek aan reproduceerbaarheid van gegevens is onder onderzoekers een hot item. De reproduceerbaarheids crisis, zoals deze methodologische herbezinning inmiddels te boek staat (Schooler 2014), begon in de sociale psychologie door de onthullingen van de fraude van Stapel en is inmiddels overgewaaid naar andere vakgebieden zoals engineering en aardwetenschappen. Uit een onderzoek onder 1500 wetenschappers, gepubliceerd in Nature, blijkt dat 90% van mening is dat er een reproduceerbaarheids crisis is (Baker 2016). Wetenschappers gaven aan dat aspecten zoals de werkdruk, gebrek aan openheid van code en methode, ontbreken van ruwe data, ontbreken van reviews en fraude tot slechte reproduceerbaarheid geleid hebben.

Ook bij de zeespiegelstanden speelt de beperkte reproduceerbaarheid regelmatig op. Van Veen (1945) vond de metingen uit Amsterdam onbruikbaar voor trendschattingen omdat op de gegevens oncontroleerbare correcties hadden plaatsgevonden. De Nederlandse gegevens zijn een tijd uitgesloten van de internationale database van de Permanent Service for Mean Sea Level (PSMSL) omdat niet vast stond hoe het proces van meting tot jaargemiddelde was verlopen. Sinds het eenduidig corrigeren voor de NAP correctie (Dillingh et al., 2010) zijn de gegevens weer opgenomen.

De "Zeespiegelmonitor" is de periodieke rapportage over de stand van de zeespiegel. Deze monitor bestaat uit rapportages en de beschikbaarheid van de methode in de vorm van interactieve rekendocumenten. Naast het periodiek rapporteren wordt ook gewerkt aan het uitbreiden van de kennis en kwaliteit van de zeespiegelmonitor. Voor de periode 2016 tot en met 2018 is een onderzoeksagenda opgesteld, waarin de onderwerpen begrip (Kunnen we de variaties in de zeespiegel goed verklaren?), integratie (sluiten de toepassingen op elkaar aan?) en vertrouwen (zijn metingen en voorspellingen valide en betrouwbaar?). Dit onderzoek maakt onderdeel uit van het onderdeel vertrouwen.

Deze memo richt zich op de reproduceerbaarheid van de metingen en de daaruit afgeleide jaargemiddelden. De reproduceerbaarheid van afgeleide waarden zoals de huidige en toekomstige zeespiegel worden in 2017 onderzocht.

2 Vraagstelling

Hoe goed is de reproduceerbaarheid van de jaargemiddelde zeespiegel? Dat is de vraagstelling die we in deze memo beantwoorden. We operationaliseren de reproduceerbaarheid door de volgende deelvragen te beantwoorden:

- Is de methode eenduidig beschreven?
- Is de indicator traceerbaar? Kunnen we het pad heen en terug volgen?
- Is de indicator overdraagbaar? Als de bepaling door een andere persoon wordt uitgevoerd, komt er dan hetzelfde uit?
- Is de indicator herhaalbaar? Als de indicator nogmaals wordt bepaald, komt er dan hetzelfde uit?
- Is de software herleidbaar? Zijn de versies en broncode bekend van de software waarmee de indicator bepaald is?
- Zijn de data herleidbaar? Is bekend met welke methode de gegevens zijn bepaald?

3 Onderzoeksmethode

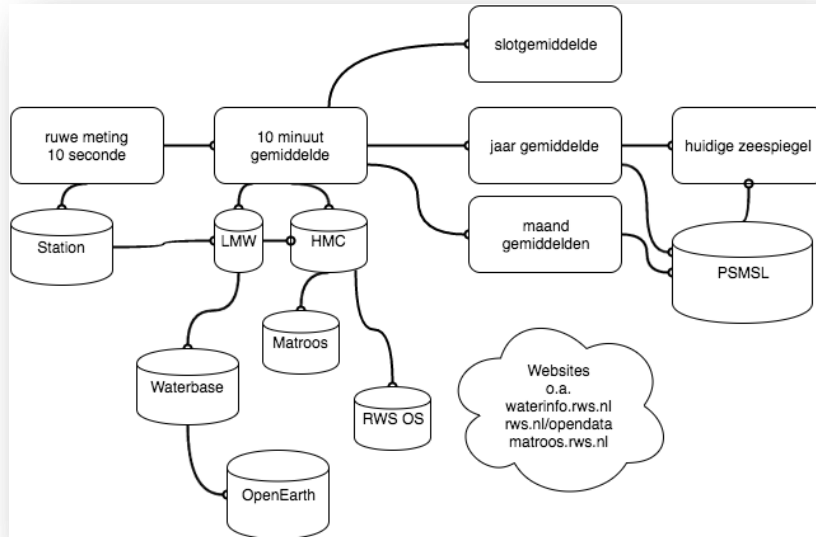
De reproduceerbaarheid is onderzocht door de personen die bij Rijkswaterstaat aan deze onderdelen werken te interviewen. De volgende personen zijn benaderd voor een interview:

- Peter Heinen, Informatie manager water kwantiteit (interview: 2016-10-27)
- Koes Doekes (niet beschikbaar, kort telefonisch gesprek (2016-11-05))
- Hans van Zeijl, Coördinator Kwaliteit & configuratie voor Landelijk Meetnet Water (interview: 2016-11-22)

De geïnterviewden is gevraagd om het werkproces te beschrijven, met name over de bovenstaande aspecten van reproduceerbaarheid.

4 Resultaten

Het proces van ruwe metingen naar de "huidige zeespiegel" indicator volgt een aantal stappen. De stappen zijn schematisch weergegeven in onderstaande figuur. De afkortingen staan weergegeven in de acroniemen tabel.



Normaal Amsterdams Peil

Het proces van metingen begint bij de "ruwe metingen" die op de getij stations plaatsvinden. De zogenaamde "hoofdstations" (Delfzijl, Harlingen, Den Helder, Vlissingen, IJmuiden en Hoek van Holland, zoals gedefinieerd in de Ronde (1984)) worden gebruikt in de bepaling van de "huidige zeespiegel" (Baart et al., 2015). Het station IJmuiden heeft een lagere prioriteit dan de andere 5 stations. Het station dat als basis dient voor de validatie is Roompot Buiten.

Op elk van de stations worden gegevens elke 10 seconden gemeten. Deze metingen worden gemiddeld over 10 minuten. Het midden van de 10 minuten is de tijd gekoppeld aan de periode. Gedurende het verwerkingsproces vinden een aantal controles plaats. De controles worden uitgevoerd door operationeel beheer.

1. Op deze 10 minuut waarde vindt een eerste controle plaats op het station zelf. Deze controle bestaat uit een sigma, delta, min, max en missende waarde controle. Een sigma controle bestaat uit het afwijzen van een meting indien deze buiten een aantal standaarddeviaties van het gemiddelde ligt. De delta methode bestaat uit het afwijzen van een meting zodra het verschil met een vorige meting boven een drempel uitkomt. De min en max validaties keuren een meting af zodra deze onder of boven een gedefinieerde waarde komen. De missende waarde controle bestaat uit dat er in een tijdsspanne van 10 minuten een minimaal aantal waarden beschikbaar moeten zijn (bij ten minste 54 van de 60 metingen binnen 10 minuten is een meting valide). De controles zijn geïmplementeerd in de signaalverwerkingssoftware en geconfigureerd per station. Zodra de 10 minuten waarde berekend is en de kwaliteitscode bekend dan stuurt het station zijn gegevens naar de Landelijk Meetnet Water (LMW) Database
2. Zodra de gegevens binnenkomen in de LMW database wordt de momentane validatie uitgevoerd. Missende gegevens worden vervangen door waarde van de backupsensor. Indien geen backupsensor beschikbaar is worden de gegevens opgevuld met behulp van een Multiple Lineaire Regressie (MLR).
3. 3x per uur vindt de tijdsvenster validatie plaats. Het resultaat van de tijdsvenster validatie is dat er codes aan de gegevens worden toegevoegd. Deze codes hebben de vorm van een integere waarde met een bijbehorende betekenis. De validatie codes kunnen gebruikt worden om gegevens te duiden, zijn ze gemeten, met welk instrument, of zijn ze geschat.

- De tijdsvenster validatie volgt dezelfde procedure als de momentane validatie. Deze kan tot andere resultaten leiden als er inmiddels meer metingen zijn binnengekomen.
4. 2x per dag wordt een visuele validatie van de vaste meetnetten uitgevoerd. De inspecteur kan waarden aanpassen of afkeuren. Na de aanpassing, goed of afkeuring wordt een nieuwe code toegekend. De database van het Hydro Meteo Centrum (HMC) (genoemd naar Waterloopkunde Zierikzee (WTZ)) is de basis voor visuele validatie. Roompot Buiten met zijn 4 sensoren is de referentie als deze consistent zijn. Met in achtname van fase en amplitude worden controles uitgevoerd. M2 methode is basis voor afwijkende sensoren. De M2 methode detecteert afwijkingen in de fase en amplitude van belangrijkste getijcomponent. Komt het hoogwater steeds een beetje vroeger of later, of daalt het hoogwater langzaam, dan is er misschien iets niet goed met het instrument.
 5. Maandvalidatie & jaarvalidatie. Voor 5 kustlocaties wordt een maandelijkse validatie uitgevoerd. Voor de andere locaties wordt een jaarlijkse validatie gedaan. Na de maandvalidatie wordt aan Data Opslag Natte Rijkswaterstaat (DONAR) geleverd. De gegevens van de stations langs de kust worden berekend ten opzichte van het Normaal Amsterdams Peil (NAP). De offshore stations meten ten opzichte van gemiddeld zeeniveau.
 6. 1x/7jaar wordt de bout-NAP ingemeten, door waterpassing. Voor stations die in het water staan is dat al een lange tijd niet gedaan.

Het LMW heeft een lopende historie van 30 dagen. Na afloop van 30 dagen worden de gegevens uit het LMW verwijderd. De gegevens uit waterbase/DONAR vormen de basis voor de berekening van de jaar en maand gemiddelden.

De gegevens worden gemiddeld door een gemiddelde toe te passen op de reeks van getallen. De methode hiervoor staat in Dillingh (2013) beschreven. De bron van de middeling is het DONAR systeem. De jaargemiddelde waterstanden staan niet op de door Rijkswaterstaat bijgehouden lijst met op te leveren informatie producten. Ze zijn de afgelopen jaren geleverd aan de PSMSL maar dit is nog geen officiële procedure.

Beschreven

De precieze details van de methoden staan beperkt beschreven. De informatie hoe gemeten wordt, met welke instrumenten, welke correcties handmatig worden toegepast, de details van de methoden en de configuratie zijn niet openbaar beschikbaar. Van een deel hiervan (welke instrumenten gebruikt worden) worden actuele gegevens bijgehouden in de Centrale Meetinstrumenten Database (CMDDB) en in het Centrale Instrumenten Bestand (CIB). Kwaliteitscodes zijn niet beschikbaar via de plekken waar de gegevens ontsloten worden (bijv. waterbase, actuele waterdata). De details van de meetmethode kwaliteit en metadata zijn relevant bij het interpreteren van de metingen.

Traceerbaar

De gegevens worden in de meest ruwe vorm (de 10 seconde data) niet bewaard. De diverse validatiestappen worden door validatiecodes bijgehouden. Hierdoor is een belangrijk onderdeel van de traceerbaarheid vastgelegd (zijn de gegevens gemeten, met welk instrument, of zijn ze geschat). De afgeleide gegevens in de vorm van 1/10min waarden worden opgeslagen. Hierin zitten al enkele toegepaste correcties (opgevuld, metingen vervangen, aanpassingen naar aanleiding van visuele inspectie). Nadat de gegevens in DONAR zijn overgezet worden de gegevens verwijderd uit het LMW. De kwaliteitscodes zijn hierna niet meer beschikbaar.

Overdraagbaar

Een aantal van de onderdelen van de procedure (configureren van de validaties, opwerken van de gegevens tot jaar en maandgemiddelden) wordt door 1 persoon uitgevoerd en werd in de interviews als niet overdraagbaar gekenmerkt.

Herhaalbaar

De metingen worden continu dubbel uitgevoerd. Soms met dezelfde soms met verschillende instrumenten. Ook de eerste stappen van het validatie proces worden door verschillende organisatie onderdelen (LMW, HMC) dubbel uitgevoerd. Ook de stap om de jaargemiddelden uit de 10 minuten waarden af te leiden is wel eens succesvol herhaald. De ijking en jaarlijkse validatie zijn niet op herhaalbaarheid getoetst.

Herleidbaar (software en data)

De software waarmee de gegevens worden ingewonnen is specifiek voor het LMW. Delen van de software worden niet meer onderhouden. De software is niet open source. Voor de opwerking van de gegevens van 10 minuten waarde is aparte software, maar de laatste keer is deze opwerking met excel uitgevoerd. Er wordt geen versiebeheer toegepast op de gegevens en configuratie.

Conclusies en aanbeveling

Op onderdelen is de reproduceerbaarheid goed te noemen (dubbel uitgevoerd, dubbel gevalideerd, en herhaalbaarheid getoetst). Dit is ook wat we mogen verwachten van gegevens die voor verschillende toepassingen essentieel (scheepvaart, kustveiligheid, waarschuwingen) en voor een aantal andere toepassingen belangrijk zijn (zoals voor kustbeheer en klimaatberekeningen).

Op sommige onderdelen, met name in de beschrijving, de overdraagbaarheid en herleidbaarheid liggen mogelijkheden en uitdagingen. De relevante informatie is niet publiek beschikbaar en ook intern niet altijd goed beschreven. De informatie hoe gegevens zijn gemeten, gecorrigeerd en of ingevuld geven de noodzakelijke context bij de duiding van gegevens. De overdraagbaarheid is beperkt doordat er onderdelen in het proces zitten die rusten op een enkel persoon. De herleidbaarheid van de software en data is beperkt omdat de ruwe data niet worden bewaard en de versies van software en configuraties niet worden bijgehouden.

We bevelen daarom het volgende aan:

- Handhaaf de dubbele uitvoering van de processen (meting, validatie).
- De afgeleide producten gaan uit van een volledige reeks. In de praktijk ontstaan soms gaten door het uitvallen van instrumenten. Blijf gebruik maken van een opvulmethode.
- Controleer de herhaalbaarheid van de opwerking van gegevens periodiek (1x 6 jaar) als vast onderdeel van het proces
- Beschrijf de procedure van (op volgorde) correcties, validatie, opwerking, meting, meetinstrumenten, inrichting stations en maak deze informatie publiek beschikbaar
- Maak de software die gebruikt wordt voor de validatie en invulling open source of gebruik open source software
- Sla de ruwe gegevens (hoogfrequent, ongeaggregeerd, ongevalideerd), zodat correcties en invullingen eenduidig te herleiden zijn en verbeterde methodes retrospectief toegepast kunnen worden
- Gebruik versiebeheer en houdt versies bij van gebruikte software en configuratie.

- Betrek Deltares bij aanpassingen in de hoogte systemen.
- Overweeg het verhogen van de prioriteit van het station in IJmuiden in lijn met de definitie van het concept van “hoofdstations”.
- Zorg dat ten minste twee personen elk onderdeel van het proces beheersen (overdraagbaarheid).
- Rapporteer de gegevens ook ten opzichte van de peilbouten (zonder correcties). Hierdoor kunnen bij nieuwe schattingen van bodemdalingen retrospectief betere schattingen worden gemaakt (herhaling van advies van Dillingh 2010) .
- De validatiecodes zijn nu alleen beschikbaar in het LMW. Maak de validatiecodes ook beschikbaar in DONAR en ook publiek beschikbaar via de diverse services.
- Neem de overdracht van gegevens naar PSMSL op in de procedure
- Draag actuele gegevens over aan de wereldwijde dataset bij University of Hawaii Sea Level Center (UHSLC)

5 Acroniemen en namen

DONAR	Data Opslag Natte Rijkswaterstaat: opslag systeem voor gegevens bij Rijkswaterstaat
PSMSL	Permanent Service for Mean Sea Level
LMW	Landelijk Meetnet Water: verricht verschillende soorten metingen in Nederland en op de Noordzee: waterstand, afvoer en stroming, golven, watertemperatuur en diverse meteorologische gegeven
HMC	Hydro Meteo Centra: verantwoordelijk voor verwachtingen van waterstanden, golven en stroming in de Nederlandse kustwateren
CMDB	Centrale meetinstrumenten database? Dataset van instrumenten beschikbaar binnen Rijkswaterstaat
CIB	Centrale instrumenten bestand? Dataset van instrumenten beschikbaar binnen Rijkswaterstaat
WTZ	Waterloopkunde Zierikzee: Database met waterstandsgegevens
RWS	Rijkswaterstaat
RWsOS	Voorspellingssysteem voor waterstanden en golven.
Matroos	Multifunctional Access Tool foR Operational Oceandata Services. Ontsluiting van historische en actuele waterstandsmetingen en voorspellingen.
MLR	Multipiele/meervoudige lineaire regressie, een statistische methode, onder andere te gebruiken om missende waarden terug te schatten.
Waterbase	Database voor basisgegevens van de historie van de waterkwantiteit
MWTL	Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands
UHSLC	University of Hawaii Sea Level Center: internationale dataset van actuele waterstandsgegevens
M2 methode	Detectie van verschuivingen in de fases van de “principal lunar semi-diurnal” (M2) component
NAP	Normaal Amsterdams Peil: Verticaal hoogtesysteem in gebruik in Nederland

6 Literatuur

[Baart and Kooi, 2016] Baart, F. and Kooi, H. (2016). Zeespiegel onderzoeksagenda. Technical Report 1230046-000, Deltares.

[Baart et al., 2015] Baart, F., Leander, R., de Ronde, J., de Vries, H., Vuik, V., and Nicolai, R. (2015). Zeespiegelmonitor 2014. Technical Report 1209426.202, Deltares, HKV en KNMI.

[Baker, 2016] Baker, M. (2016). 1,500 scientists lift the lid on reproducibility. *Nature*, 533(7604):452–454.

[de Bruijne and voor Geodesie, 2005] de Bruijne, A. and voor Geodesie, N. C. (2005). De geodetische refer- entiestelsels van Nederland: definitie en vastlegging van ETRS89, RD en NAP en hun onderlinge relaties. NCG Nederlandse Commissie voor Geodesie.

[de Ronde, 1984] de Ronde, J. (1984). Grenspeilen 1981.0: Bepaling van nieuwe grenspeilen voor de kust- stations. Technical report, Rijkswaterstaat, RIKZ.

[Dillingh, 2013] Dillingh, D. (2013). Kenmerkende waarden kustwateren en grote rivieren. Technical Report 1207509-000, Deltares.

[Dillingh et al., 2010] Dillingh, D., Fedor, B., and de Ronde, J. (2010). Definitie zeespiegelstijging voor bepaling suppletiebehoefte. Technical Report 1201993–002, Deltares.

[Schooler, 2014] Schooler, J. W. (2014). Metascience could rescue thereplication crisis'. *Nature*, 515:9.

[van Veen, 1945] van Veen, J. (1945). Bestaat er een geologische bodemdaling te Amsterdam sedert 1700. *Tijdschrift Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap*, 2(62):2–36. In Dutch.

Kopie aan

Robin Nicolai, HKV, Evelien van Eijsbergen, RWS, Claire van Oeveren, Deltares,
Peter Heinen, RWS, Hans van Zeijl, RWS