

**Deltascenario's;
randvoorwaarden voor 100-
jarige reeks**



Deltascenario's; randvoorwaarden voor 100-jarige reeks

C.M. Wesselius
P. Boderie
N. Kramer

11200554-000

Titel

Deltascenario's; randvoorwaarden voor 100-jarige reeks

Opdrachtgever

Rijkswaterstaat

Project

11200554-000

Kenmerk

11200554-000-ZWS-0011

Pagina's

53

Trefwoorden

Deltascenario's, Nationaal Water Model, Landelijk SOBEK Model, Landelijk Temperatuur Model

Samenvatting

Het Nationaal Water Model (NWM) is een beleidsanalytisch instrumentarium voor waterveiligheid (Veiligheid) en zoetwaterverdeling (Zoetwater). Het NWM bestaat uit verschillende aan elkaar gekoppelde modellen die bij elkaar gebracht en ontsloten zijn in het programma Delft-FEWS. Het NWM geeft inzicht in de gevolgen van klimaatverandering voor Nederland. Het wordt gebruikt voor het maken van zogeheten basisprognoses van de waterbeweging voor: veiligheid, waterbeschikbaarheid en waterkwaliteit en voor specifieke projectberekeningen. Daarnaast kan het NWM ook verschillende scenario's doorrekenen.

Het NWM bestaat voor het onderdeel Zoetwater uit een keten van modellen die sequentieel informatie aan elkaar doorgeven. Het Landelijk Hydrologisch Model (LHM) vormt hierbij de basis voor alle berekeningen en voorziet de workflows van het Landelijk SOBEK Model (LSM) en het Landelijk SOBEK Model Light (LSM-LT) van randvoorwaarden; het LSM-LT voorziet op haar beurt de workflows van het Landelijk Temperatuur Model Light (LTM-LT) van randvoorwaarden. In dit memo richten we ons op het LSM, het LSM-LT en het LTM-LT. Het LSM en het LSM-LT hebben bovenstroomse (debiet-) randvoorwaarden en benedenstroomse (waterstands-) randvoorwaarden. De laterale toestroming in de modellen wordt berekend binnen het NWM (door het LHM). Het LTM-LT heeft naast de waterbewegingsrandvoorwaarden uit het LSM-LT ook boven en benedenstroomse temperatuurrandvoorwaarden, warmtelozingsrandvoorwaarden en meteorologische randvoorwaarden.

In deze rapportage worden de randvoorwaarden welke zijn afgeleid voor het doorrekenen van de 100-jarige reeks beschreven. Er wordt beschreven hoe de randvoorwaarden zijn afgeleid en waar de hiervoor gebruikte data van afkomstig zijn.

Referenties

Wesselius, CM., Boderie, P., Kramer, N. (2017). Deltascenario's, de randvoorwaarden voor de 100-jarige reeks. Deltares rapport 11200554-000-ZWS-0011

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
1.0	mei 2017	C.M. Wesselius		E. Snippen		H. Duel	
		P. Boderie					
		N. Kramer					
2.0	Jun 2017	C.M. Wesselius		E. Snippen		H. Duel	

Status

definitief

Inhoud

1 Inleiding	1
2 Toekomstscenario's	3
2.1 KNMI'14 scenario's	3
2.2 KNMI scenario's in het NWM	4
2.2.1 Implementatie toekomstscenario's voor NMW met LHM	4
3 Uitgangspunten modelinvoer voor zoetwater (samenvatting)	7
3.1 Klimaat	7
3.1.1 Neerslag en verdamping	7
3.1.2 Zeespiegelstijging	7
3.1.3 Rivieraafvoeren	7
3.1.4 Interne verzilting	7
3.1.5 Externe verzilting	8
3.1.6 Peilen hoofdwatersysteem	8
3.1.7 Watertemperatuur	8
3.2 Socio-economische ontwikkelingen	8
3.2.1 Landgebruik en verhardingskaart	8
3.2.2 Bodemdaling	8
3.2.3 Onttrekkingen oppervlaktewater	8
3.2.4 Onttrekkingen grondwater	8
3.2.5 Warmtelozingen	8
3.3 Effectmodules	8
3.3.1 Agricom	8
4 Waterstandsrandvoorwaarden	9
4.1 Beschikbare data	9
4.2 Aanpak	10
4.3 Uitgevoerde werkzaamheden	10
4.4 Resultaat	12
4.5 Toekomstscenario's	13
5 Rivieraafvoeren	15
5.1 Data	15
5.2 Aanpak	16
5.3 Uitgevoerde werkzaamheden	16
5.3.1 Keuze transformatiemethode	16
5.3.2 Afleiden klimaatreeks	16
5.3.3 Overeenkomsten gecorrigeerde HBV reeks	17
5.4 Resultaat	18
5.5 Toekomstscenario's	18
6 Watertemperatuur	19
6.1 Bovenstroomse randvoorwaarden	19
6.1.1 Data	19
6.1.2 Uitgevoerde werkzaamheden	19
6.1.3 Resultaat	20

6.1.4	Toekomstscenario's	22
6.2	Benedenstroomse rand	22
6.2.1	Data	22
6.2.2	Uitgevoerde werkzaamheden	23
6.2.3	Resultaat	27
6.2.4	Toekomstscenario's	27
6.3	Meteorologie	27
6.3.1	Data	28
6.3.2	Uitgevoerde werkzaamheden KNMI	28
6.3.3	Uitgevoerde werkzaamheden NWM	29
6.3.4	Resultaat	29
6.3.5	Toekomstscenario's	29
7	Warmtelozingen	31
7.1	Data	31
7.2	Uitgevoerde werkzaamheden	31
7.3	Resultaat	32
7.4	Toekomstscenario's	32
8	Referenties	33
 Bijlage(n)		
A	Memo: Afleiding zeerandvoorwaarden op basis van lineaire regressie	A-1
B	Memo: Methode voor het afleiden van een 100- jarige toekomstige afvoerreeks voor Lobith en Monsin	B-1
C	Watertemperatuur Rijn en Maas	C-1
D	Bestanden watertemperaturen servicedesk	D-1
E	Selecties maken bij NOAA	E-1
F	Warmtelozingen	F-1

1 Inleiding

Het Nationaal Water Model (NWM) is een beleidsanalytisch instrumentarium voor waterveiligheid (Veiligheid) en zoetwaterverdeling (Zoetwater). Het NWM bestaat uit verschillende aan elkaar gekoppelde modellen die bij elkaar gebracht en ontsloten zijn in het programma Delft-FEWS. Het NWM geeft inzicht in de gevolgen van klimaatverandering voor Nederland. Het wordt gebruikt voor het maken van zogeheten basisprognoses van de waterbeweging voor: veiligheid, waterbeschikbaarheid en waterkwaliteit. Daarnaast kan het NWM ook verschillende scenario's doorrekenen.

Het NWM bestaat uit een keten van modellen die sequentieel informatie aan elkaar doorgeven. Het Landelijk Hydrologisch Model (LHM) vormt hierbij de basis voor alle berekeningen en voorziet de workflows van het Landelijk SOBEK Model (LSM) en het Landelijk SOBEK Model Light (LSM-LT) van randvoorwaarden. De waterbeweging zoals berekend met het LSM-LT vormt de basis voor het Landelijk Temperatuur Model Light (LTM-LT).

Doorgaans worden reeksen van 30 jaar gebruikt. Naast de 30 jaar reeksen worden vaak ook karakteristieke droogtejaren doorgerekend. Rijkswaterstaat wil voor Wabes gebruik kunnen maken van langere tijdreeksen, ten behoeve van betere statistische onderbouwing van de waterbeschikbaarheid. Met de 30 jaar reeksen en (aanvullende) karakteristieke droogtejaren kunnen de effecten (kans x gevolg) voor droge tot zeer droge omstandigheden met grotere herhalings tijden namelijk niet goed worden onderbouwd. Idealiter worden alle beschikbare historische gegevens van meteorologie en rivierafvoeren en zeewaterstanden gebruikt om de statistieken van watervraag, wateraanbod en watertekorten in het hoofdwatersysteem te onderbouwen. Daarom is besloten de set van invoergegevens voor het LHM, LSM(-LT) en LTM-LT zover mogelijk uit te breiden naar het verleden en bovendien aan te vullen met zo recent mogelijke invoergegevens: een 100 jaarreeks.

Voor de basisprognoses 2016 is voor Zoetwater uitgegaan van de periode 1981-2006 [Hegnauer, 2016]. Vanaf NWM versie 1.4 is de reeks verlengd en beslaat deze een periode van 100 jaar (1911-2011). Dit rapport beschrijft de wijzigingen op hoofdlijnen.

Dit document beschrijft op welke wijze modelinvoer voor LSM, het LSM-LT en het LTM-LT voor 100 jaar is gegenereerd waarbij de focus ligt op droogte en laagwater. Voor de invoer van het LHM wordt verwezen naar [Kroon, 2015]. Het uitgangspunt bij het aanmaken van de modelinvoer is dat de huidige hydrologische inrichting (ligging van waterlopen, (land)gebruik, onttrekkingen, sturingsregels, et cetera) wordt gecombineerd met de historische meteorologie en rivieraanvoeren. Met behulp van de gegenereerde reeks kan worden gesimuleerd wat het effect zou zijn van het optreden van historische droge perioden in de huidige situatie en voor het huidige watersysteem.

Het LTM-LT heeft naast de waterbewegingsrandvoorwaarden uit het LSM-LT ook boven en benedenstroomse temperatuurrandvoorwaarden, warmtelozingsrandvoorwaarden en meteorologische randvoorwaarden.

De uiteindelijke KNMI invoer voor de berekeningen staan op de OpenDAP-server (http://opendap-dm2.knmi.nl:8080/thredds/dodsC/deltamodel/restricted/release_2/scenarios/catalog.html).

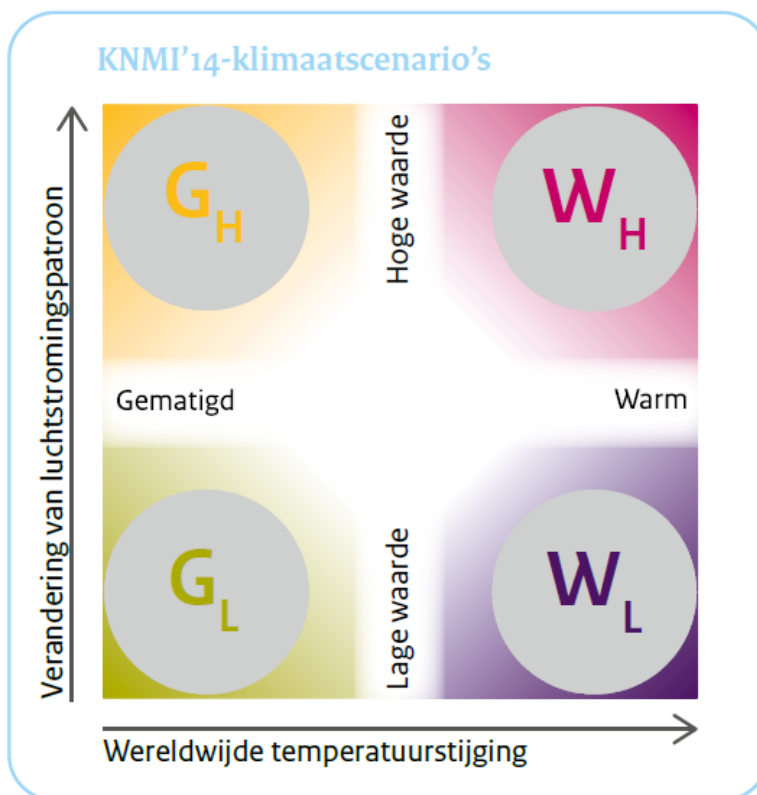
In hoofdstuk 2 worden de toekomstscenario's van het KNMI beschreven. Hoofdstuk 3 geeft een samenvatting van de verschillende uitgangspunten voor de modelinvoer voor zoetwater. Hier wordt aangegeven welke uitgangspunten veranderd zijn. In hoofdstuk 4 worden de waterstandsrandvoorwaarden beschreven. Het gaat hier om de benedenstroomse zeerranden. Hoofdstuk 5 beschrijft de rivierafvoeren. Het gaat hier om de bovenstroomse rivierranden. Hoofdstuk 6 beschrijft de temperatuurrandvoorwaarden inclusief meteorologische forcering (o.a. straling). Tot slot beschrijft hoofdstuk 7 de warmtelozingen.

2 Toekomstscenario's

2.1 KNMI'14 scenario's

In het NWM wordt gewerkt met de nieuwe klimaatscenario's van het KNMI [2014]. Deze KNMI'14 scenario's bevatten vier scenario's voor de toekomstige klimaatverandering. In KNMI'14 zijn dit de scenario's G_L , G_H , W_L en W_H (zie Figuur 2.1). Naast deze scenario's wordt er ook een referentie situatie doorgerekend. Hier wordt uitgegaan van de historische meetgegevens.

Ieder scenario geeft een samenhangend beeld van veranderingen in twaalf klimaatvariabelen, waaronder temperatuur, neerslag, zeespiegel en wind. Het gaat om veranderingen niet alleen in het gemiddelde klimaat, maar ook in de extremen, zoals de koudste winterdag en de maximum uurneerslag per jaar. De veranderingen gelden voor het klimaat rond 2050 en 2085 ten opzichte van het klimaat in de referentieperiode 1981-2010. De KNMI'14-scenario's zijn de vier combinaties van twee uiteenlopende waarden voor de wereldwijde temperatuurstijging, 'Gematigd' en 'Warm', en twee mogelijke veranderingen van het luchtstromingspatroon, 'Lage waarde' en 'Hoge waarde'. Samen beschrijven ze de hoekpunten waarbinnen de klimaatverandering in Nederland zich, volgens de nieuwste inzichten, waarschijnlijk zal voltrekken [KNMI, 2015].



Figuur 2.1 Uitgangspunten KNMI'14 scenario's [KNMI, 2015]

2.2 KNMI scenario's in het NWM

Voor de Rijn bij Lobith en de Maas bij Borgharen/Monsin¹ worden de afvoeren voor het NWM bepaald met behulp van GRADE (Hegnauer et al, 2014). Hiervoor heeft KNMI ook klimaatscenario's ontwikkeld voor het Rijn en Maas stroomgebied. Voor beide stroomgebieden bleek echter een extra scenario nodig om de hoekpunten van de scenario's goed op te kunnen spannen conform de bandbreedte van de ICCP-CMIP5 scenario's. Hierdoor zijn twee varianten voor het W_H scenario gemaakt, het W_H en het W_{Hdry} scenario. Het W_H scenario wordt gebruikt voor de "natte" toepassingen binnen het NWM (lees Veiligheid) en het W_{Hdry} scenario wordt toegepast binnen Zoetwater ("droge" toepassing).

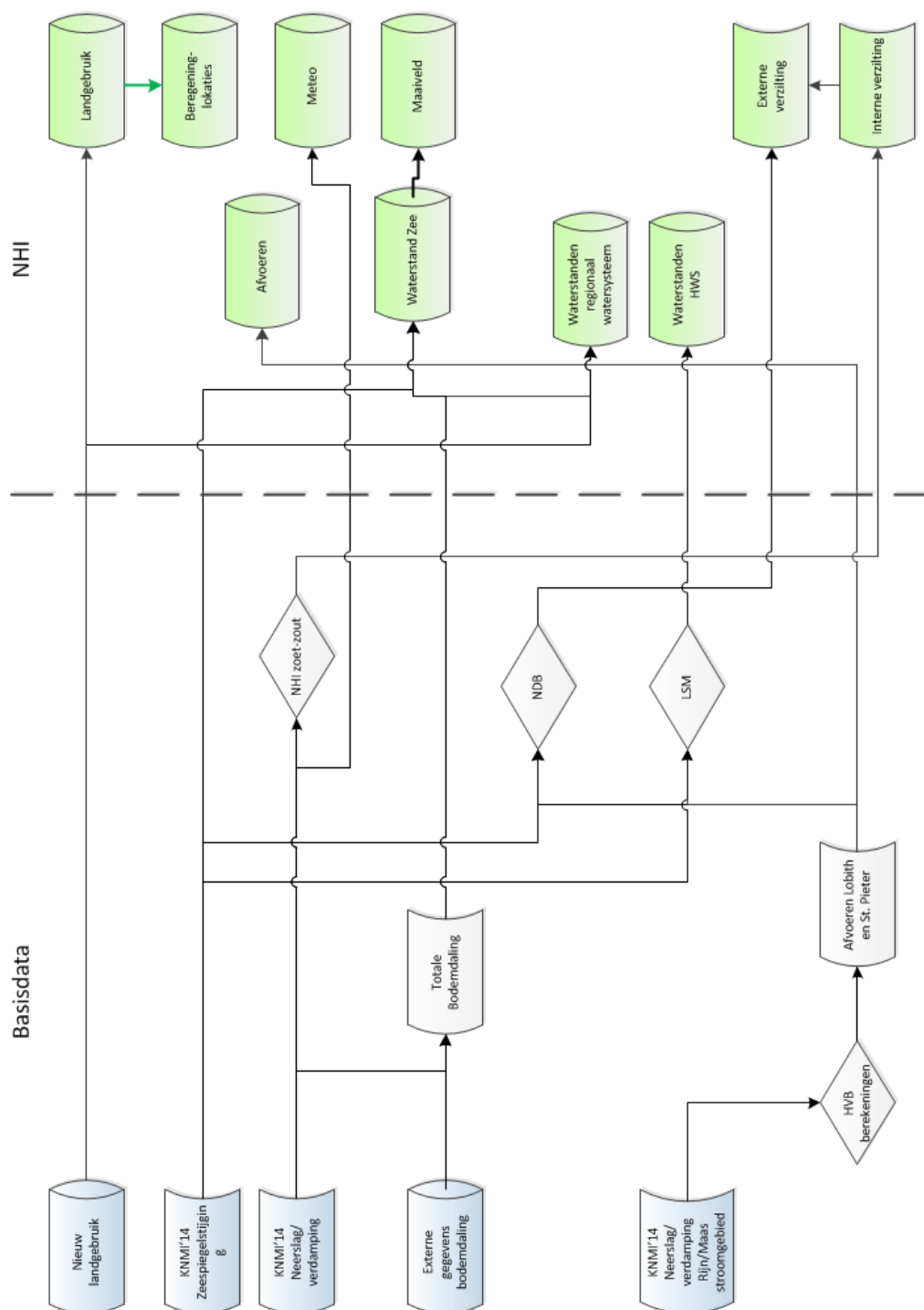
2.2.1 Implementatie toekomstscenario's voor NMW met LHM

Een belangrijk onderdeel van het NWM is het LHM. Met dit modelinstrument worden het hoofdwatersysteem en het regionale grond- en oppervlaktewater gesimuleerd. Het LHM wordt gevoed vanuit verschillende databronnen (invoerbestanden).

Verskillende LHM-invoerbestanden, zoals maaiveldhoogte en verzilting, zijn voor het modelleren van toekomstscenario's afhankelijk van aanvullende berekeningen en iteraties met het LHM waarmee de huidige situatie vertaald wordt naar toekomstige situatie. Het implementeren van toekomstscenario's verloopt daardoor volgens bepaalde afhankelijkheden. Een schematische weergave hiervan is weergegeven in figuur 2.2.

De aanvullende berekeningen voor het aanmaken van invoerbestanden ten behoeve van toekomstscenario-berekeningen met LHM is momenteel nog niet geïntegreerd in het NWM. Dit vergt in de huidige situatie veel pre-processing werk, wat zowel kosten als een vertraging van de NWM berekeningen oplevert. Dit zal bij elke wijziging in randvoorwaarden moeten plaatsvinden. In onderstaand figuur zijn de data-afhankelijkheden die bij de implementatie van de toekomstscenario's een rol spelen bij het LHM schematische weergegeven. De zwarte verticale lijn geeft aan waar de grens ligt tussen de basisdata en de modelinvoerbestanden van het LHM.

¹ In de uitvoer uit GRADE is geen verschil tussen Borgharen en Monsin. De resultaten van GRADE bij Borgharen kunnen dus 1 op 1 worden toegepast voor de afvoer bij Monsin.

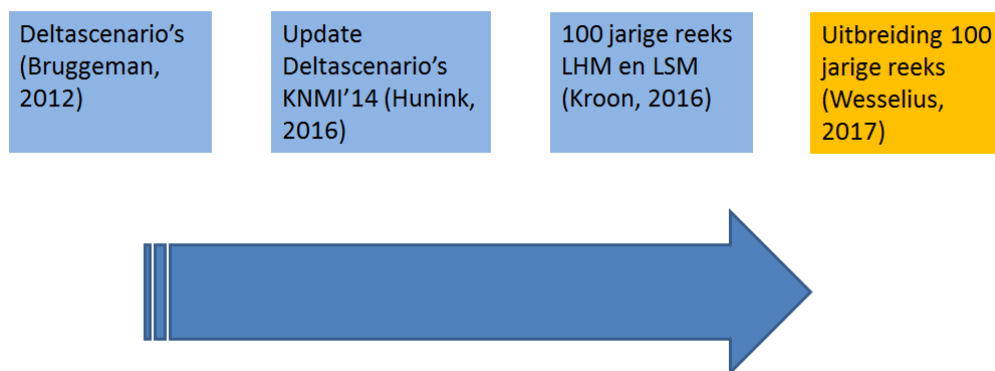


Figuur 2.1 Schematische weergave van de data-afhankelijkheden bij de implementatie van de toekomstscenario's in het LHM. De datastromen beschreven door groene lijnen worden dit jaar meegenomen bij het voorbereiden van de invoerbestanden van het LHM voor het NWM

3 Uitgangspunten modelinvoer voor zoetwater (samenvatting)

In dit hoofdstuk worden de uitgangspunten van de modelinvoer voor zoetwater kort besproken. Indien er veranderingen in de uitgangspunten zijn wordt hiervan een korte samenvatting gegeven. Daarnaast is het mogelijk dat de aanpassingen zijn opgenomen in een andere rapportage. Hier is dan een verwijzing gegeven naar de betreffende rapportage. Wanneer er geen aanpassingen zijn gedaan wordt dit aangegeven. In dit geval wordt voor een beschrijving verwezen naar [Hunink, 2016].

Figuur 3.1 geeft de verhouding tussen de verschillende rapportages weer.



Figuur 3.1 Rapportages met beschrijvingen uitgangspunten modelinvoer voor zoetwater

3.1 Klimaat

3.1.1 Neerslag en verdamping

De aanpassingen voor deze uitgangspunten zijn beschreven in [Kroon, 2015]

3.1.2 Zeespiegelstijging

Voor de zeespiegelstijging zijn geen aanpassingen gedaan. In de berekeningen voor WABES zijn dezelfde waarden gehanteerd zoals beschreven in [Hunink, 2016]. Wel zijn de waterstandsrandoorwaarden voor LSM-LT verlengd voor de 100-jarige reeks. Dit is beschreven in Hoofdstuk 4.

3.1.3 Rivierafvoeren

De rivierafvoeren zijn aangepast voor de 100-jarige reeks. De methode voor afleiden van de reeksen voor Lobith en Monsin zijn beschreven in hoofdstuk 5. Voor het afleiden van de zijrivieren is gebruik gemaakt van dezelfde regressievergelijkingen voor zowel het genereren van dagelijkse waarden als waarden op decadebasis [zie Hunink, 2016 en Kroon, 2016].

3.1.4 Interne verzilting

Voor deze uitgangspunten zijn geen aanpassingen gedaan.

- 3.1.5 Externe verzilting
Voor de 26-jarige reeks werd de data voor verzilting nog als apart bestand aangeleverd. Door het inbouwen van het SOBEK-Re NDB model in het NWM (release NWM 1.4) wordt dit nu binnen het NWM gegenereerd. Voor de uitgangspunten zijn geen aanpassingen gedaan.
- 3.1.6 Peilen hoofdwatersysteem
De aanpassingen voor deze uitgangspunten zijn beschreven in [Kroon, 2015]
- 3.1.7 Watertemperatuur
De watertemperaturen zijn aangepast voor de 100-jarige reeks. Dit is beschreven in hoofdstuk 6.

3.2 Socio-economische ontwikkelingen

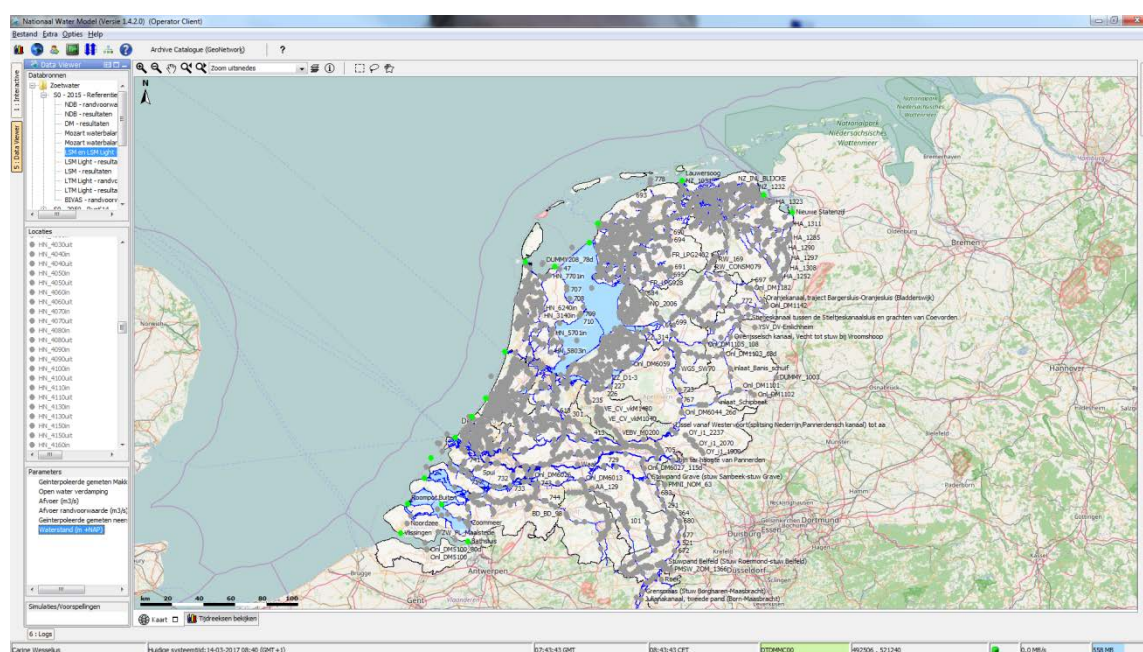
- 3.2.1 Landgebruik en verhardingskaart
Voor deze uitgangspunten zijn geen aanpassingen gedaan.
- 3.2.2 Bodemdaling
Voor deze uitgangspunten zijn geen aanpassingen gedaan.
- 3.2.3 Onttrekkingen oppervlaktewater
Voor deze uitgangspunten zijn geen aanpassingen gedaan.
- 3.2.4 Onttrekkingen grondwater
Voor deze uitgangspunten zijn geen aanpassingen gedaan.
- 3.2.5 Warmtelozingen
De waterlozingen zijn aangepast voor de 100-jarige reeks. Dit is beschreven in hoofdstuk 7.

3.3 Effectmodules

- 3.3.1 Agricom
Voor deze uitgangspunten zijn geen aanpassingen gedaan.

4 Waterstandsrandoorwaarden

Het NWM heeft op 17 locaties (zie figuur 4.1) informatie over waterstanden nodig als randvoorwaarde. Voor het Deltaprogramma zijn deze randvoorwaarden voor al deze locaties voor de periode 1961 – 2011 afgeleid op basis van metingen voor de referentiesituatie. Deze zijn gebruikt voor de berekeningen basisprognoses Zoetwater 2016 (zie [Hunink, 2016]). Voor de locatie Hoek van Holland is in het kader van de 100-jarige reeks ook een langere tijdserie afgeleid. Dit hoofdstuk beschrijft de doorvertaling naar de overige randen.



Figuur 4.1: Locaties waterstandsrandoorwaarden

4.1 Beschikbare data

De beschikbare data zijn voor de zeeranden gedownload vanaf <http://live.waterbase.nl>. De beschikbare data zijn weergegeven in tabel 4.1. Voor het Deltaprogramma zijn de randvoorwaarden voor alle locaties voor de periode 1961 – 2011 afgeleid op basis van metingen voor de referentiesituatie. Deze zijn hiervan overgenomen.

Tabel 4.1: beschikbare data Waterbase

station	periode	tijdsinterval
Delfzijl	1910 t/m 1960	3 hr
Kornwerderzand	1933 t/m 1960	3 hr
Den Helder	1932 t/m 1960	3 hr
IJmuiden Noordsluis	1924 t/m 1960	3 hr
Vlissingen	1910 t/m 1960	3 hr
Haringvliet10	1987 t/m 2013	1987-1991: dt=1hr; 1992-2013: dt=10min
HoekvHolland (Maasmond)	1987 t/m 2013	1987-2013: dt=10min

4.2 Aanpak

Voor de periode 1961-2011 is dezelfde reeks toegepast als voor de basisprognoses van het Deltaprogramma. Deze reeks is aangevuld met de periode 1911-1961. Hiervoor zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Er is uitgegaan van de aanwezige waterstanden van Hoek van Holland, Delfzijl en Vlissingen. Indien er van andere locaties meetdata beschikbaar zijn (zie tabel 4.1) zijn deze gebruikt.
- De andere locaties zijn hieruit afgeleid volgens het memo [Gao, 2014] (zie bijlage A), waarin de relatie tussen locaties is afgeleid op basis van lineaire regressie.

4.3 Uitgevoerde werkzaamheden

Voor alle locaties is (gedeeltelijk) gebruikt gemaakt van een vertaling van een van de basisstations Vlissingen, Maasmond of Delfzijl. Deze vertalingen van de basisstations naar een locatie zijn beschreven in [Gao, 2014].

In tabel 4.2 is weergegeven hoe deze data uiteindelijk zijn gebruikt voor de randvoorwaarden.

Tabel 4.2: Gebruik van data voor het genereren van randvoorwaarden

Locatie	Basisstation	Data m.b.v. de metingen	Data m.b.v. de basisstations
Vlissingen	basisstation		1910 t/m 1960
Stavenisse	Vlissingen		1910 t/m 1960
Bathsluis	Vlissingen		1910 t/m 1960
Roompot Buiten	Vlissingen		1910 t/m 1959
BrouwershavenscheGat08	Vlissingen		1910 t/m 1959
Haringvliet10	Vlissingen		1910 t/m 1959
Maasmond	basisstation		1910 t/m 1960
Scheveningen	Vlissingen		1910 t/m 1960
Noordwijk	Vlissingen		1910 t/m 1960
IJmuiden	Vlissingen	1949 t/m 1960	1910 t/m 1948
Den Helder	Delfzijl	1944 t/m 1960	1910 t/m 1943
Den Oever	Kornwerderzand		1910 t/m 1960
Kornwerderzand	Delfzijl	1933 t/m 1960	1910 t/m 1932
Harlingen	Delfzijl		1910 t/m 1960
Lauwersoog	Delfzijl		1910 t/m 1960
Delfzijl	basisstation		1910 t/m 1960
NieuwStateZijl	Delfzijl		1910 t/m 1960

Voor de data die zijn gegenereerd door middel van de correlaties tussen een station en een basisstation is gebruik gemaakt van relaties zoals beschreven in [Gao, 2014]. Gekozen is om de lineaire correlatie ($y=ax+b$) tussen de stations die door Gao is afgeleid aan te houden zodat deze consistent is met de aanpak voor de reeks 1961-2011. In tabel 4.3 zijn de regressiecoëfficiënten voor het bepalen van de correlaties weergegeven. Ook is in de tabel de correlatiecoëfficiënt weergegeven. Hiervoor geldt dat hoe dichter bij 1, hoe groter de correlatie is.

Tabel 4.3 Gebruikte coëfficiënten

Locaties	Basisstation	Fasever schuiving (minuten)	a	b	correlation coef.
Vlissingen	basisstation	-	-	-	
Stavenisse	Vlissingen	60	0.86	0.061	0.99
Bathsluis	Vlissingen	60	1.13	0.18	0.98
Roompot Buiten	Vlissingen		0.76	0.1	0.98
Brouwershavensche Gat08	Vlissingen		0.72	0.15	0.96
Haringvliet10	Vlissingen		0.64	0.15	0.95
Maasmond	basisstation	-	-	-	-
Scheveningen	Vlissingen	80	0.6	0.2	0.94
Noordwijk	Vlissingen	120	0.55	0.1	0.9
IJmuiden	Vlissingen	150	0.6	0.15	0.9
Den Helder	Delfzijl	300	0.6	0	0.96
Den Oever	Kornwerderzand		1	0	
Kornwerderzand	Delfzijl	150	0.75	0.34	0.97
Harlingen	Delfzijl	130	0.75	0.34	0.94
Lauwersoog	Delfzijl	100	0.772	-0.043	0.99
Delfzijl	basisstation	-	-	-	-
NieuwStatenZijl	Delfzijl	60	0.925	0.165	0.97

Bij het inbouwen van de dataset in het Nationaal Water Model is gebleken dat er gaten in de reeks van de Maasmond zitten voor de periode 01-11-1987 tot 01-08-1988 en vanaf 01-01-1992 tot 15-12-1992. Deze gaten waarbij meetgegevens ontbreken zijn gerepareerd met de gegevens van Vlissingen van dezelfde perioden waarbij de correlatie tussen de 2 locaties is toegepast. Daarnaast is de tijdserie van Maasmond op uurbasis (met uitzondering van de gaten die zijn opgevuld). Voor het LSM is deze tijdstap klein genoeg, aangezien de uitvoertijdstap ook op uurbasis is.

4.4 Resultaat

Als resultaat zijn voor de genoemde 17 locaties *.csv-bestanden opgeleverd met daarin data voor de 100-jarige reeks zeerandvoorwaarden voor de periode 1910-2011 (in totaal 101 jaar). Bij deze reeksen kunnen de volgende opmerkingen gemaakt worden:

- Uit de analyse is gebleken dat bij de locatie Noordwijk verschillende gaten in de data aanwezig zijn in de periode 1961-2011. Deze periode is overgenomen van de basisprognoses, waardoor deze gaten niet zijn opgevuld.
- Uit de analyse is gebleken dat bij de locaties Den Oever en Kornwerderzand nog enkele gaten in de data aanwezig zijn. Bij Den Oever is dit ook het geval voor de periode 1961-2011. Deze gaten zijn echter maar gering, waardoor dit naar verwachting weinig effect heeft op de resultaten. Deze periode is overgenomen van de basisprognoses, waardoor deze gaten niet zijn opgevuld.
- In de tijdreeksen is het jaar 1910 ook aanwezig. Uit de analyse is gebleken dat in dit jaar veel gaten in de data zitten (bijna alle locaties). Ondanks de aanwezigheid van gaten is dit jaar wel in basisreeks opgenomen, zodat deze voor een eventuele inspeelperiode van een stand-alone som gebruikt kan worden. Dit jaar kan echter alleen gebruikt worden voor testdoeleinden.

- Voor de locatie Haringvliet is de tijdserie op uurbasis (met uitzondering van de gaten die zijn opgevuld). Voor het LSM is deze tijdstap klein genoeg, aangezien de uitvoertijdstap ook op uurbasis is. Voor berekeningen met zout wordt geadviseerd om een reeks af te leiden op 10 min basis net als bij de reeks van Hoek van Holland.

4.5 Toekomstscenario's

Voor de toekomstscenario's wordt gewerkt met een uniforme ophoging van de referentie waterstanden. In tabel 4.4 is de zeespiegestijging voor de KNMI'14 scenario's opgenomen.

Tabel 4.4 Zeespiegelstijging in de KNMI'14 scenario's (KNMI, 2014). De scenario's GH en WL worden binnen het NWM niet gebruikt

Scenario	Veiligheid	Zoetwater
Basisperiode	1991 ²	1980-2006
Referentie (2015)	+ 4 cm (of 7 cm +NAP)	-
2050 G _L	+ 15 cm (of 18 cm +NAP)	+ 15 cm (of 18 cm +NAP)
2085 G _L	+ 25 cm (of 28 cm +NAP)	+ 25 cm (of 28 cm +NAP)
2050 W _H	+ 40 cm (of 43 cm +NAP)	+ 40 cm (of 43 cm +NAP)
2085 W _H	+ 80 cm (of 83 cm +NAP)	+ 80 cm (of 83 cm +NAP)

² In het Nationaal Water Model wordt uit gegaan van een getijreeks uit 1991. Dit is een verschuiving van 4 jaar ten opzichte van het zwaartepunt van de referentie periode (1995). Er kan worden gekozen hiervoor nog extra te corrigeren met 0,8 cm (= 4 * 0,2 cm/jaar). Echter, gezien het zeer kleine verschil stellen we voor dit niet te doen, zodat de getallen herkenbaar en traceerbaar zijn. Voor onderlinge vergelijkbaarheid tussen referentie en scenario's heeft deze keuze geen effect.

5 Rivierafvoeren

Dit hoofdstuk gaat over de bovenstroomse (debiet-) randvoorwaarden. Het gaat hier om een set van 2 locaties; Lobith (Rijn) en Monsin (Maas). Deze zijn via een transformatiemethode bepaald om 100-jarige afvoerreeksen voor de Rijn en de Maas voor toekomstige klimaatscenario's te genereren uit geobserveerde 100-jarige historische afvoerreeksen. Voor het referentiescenario is gebruik gemaakt van de beschikbare metingen.

De uitgangspunten zijn als volgt:

- De 100-jarige afvoerreeksen worden primair afgeleid voor toepassing binnen Wabes, waarbij de focus ligt op droogte en laagwater.
- In de gebruikte HBV reeksen is geen rekening gehouden met overstromingen bovenstrooms, zoals wel gebeurt in de officiële synthetische HBV reeksen die afgeleid zijn voor hoogwaterstudies: de GRADE studie (Hegnauer et al, 2014). De hier gegenereerde reeks wijkt dus af van de GRADE-reeks aangezien hier de focus op laagwater ligt.
- De transformatiemethode is toegepast voor de volgende KNMI'14 klimaatscenario's:
 - o 2050 GL
 - o 2050 Whdry
 - o 2085 GL
 - o 2085 Whdry
- De-trending van de historische tijdreeks is in deze fase van het project niet meegenomen.

5.1 Data

De transformatieformules zijn afgeleid uit gesimuleerde tijdreeksen van dagafvoeren voor de Rijn bij Lobith en de Maas bij Monsin. Deze reeksen zijn met HBV modellen gesimuleerd ten behoeve van de update van de Deltascenario's (op basis van de KNMI'14 scenario's) die gebruikt worden binnen het project KPP NWM. Voor elk klimaatscenario zijn de verwachte veranderingen in temperatuur, neerslag en verdamping verdisconteerd in de HBV invoer. Voor de Rijn zijn HBV simulaties voor huidige en voor toekomstig klimaat (klimaatscenario's G_L en W_{Hdry} voor zichtjaar 2050 en 2085) beschikbaar voor 1951-2006 en voor de Maas voor 1967-2006.

De transformaties zijn toegepast op twee 100-jarige gemeten afvoerreeksen (Rijn en Maas). Hieruit zijn de 100-jarige afvoerreeksen gegenereerd die de afvoerstatistiek voor toekomstig klimaat representeren.

De beschikbare tijdreeksen zijn:

Q_{ref}	= 100 jarige gemeten reeks voor Lobith (1901-2014) en Monsin (1911-2014)
Q_{HBVref}	= HBV simulaties voor huidig klimaat voor Lobith (1951-2006) en Monsin (1967-2006).
$Q_{HBVclimate}$	= HBV simulaties voor toekomstige klimaatscenario's voor Lobith (1951-2006) en Monsin (1967-2006).
$Q_{HBVcorrected}$	= Tijdreeks uit Sperna Weiland (2016a). Hierin is de HBV simulatie voor toekomstige klimaatscenario's gecorrigeerd aan de hand van metingen voor Lobith (1951-2006) en Monsin (1967-2006).

De in dit rapport gegenereerde tijdreeks is:

$Q_{climate}$ = afvoerreeks verkregen door transformatie van Q_{ref} .

5.2 Aanpak

De kern van de transformatiemethode is dat cumulatieve frequentieverdelingen worden afgeleid van de met HBV gesimuleerde referentie en klimaatreeks. De transformatie f wordt dus afgeleid uit: $Q_{HBVclimate} = f(Q_{HBVref})$ en vervolgens toegepast op: $Q_{climate} = f(Q_{ref})$. Uit [Kramer, 2016] blijkt dat de transformatiemethode M4 het beste scoort op de gestelde criteria. Deze methode ziet er als volgt uit: $Q_{climate} = a * Q_{ref}^b$ met een fit op de percentielwaarden P5 en P60 voor $Q_{HBVref} < P60$ en $Q_{climate} = c * Q_{ref}^d$ met een fit op de percentielwaarden P60 en P95 voor $Q_{HBVref} \geq P60$.

Met de gekozen transformatiemethode en parameters zijn de 100-jarige afvoerreeksen ($Q_{climate}$) voor de locaties Lobith en Monsin voor de verschillende klimaatscenario's afgeleid, door toepassing van de transformatie op de historische dagelijkse 100-jarige afvoerreeks (Q_{ref}). De doorvertaling naar de overige debietranden zijn gedaan conform [Hunink, 2016].

5.3 Uitgevoerde werkzaamheden

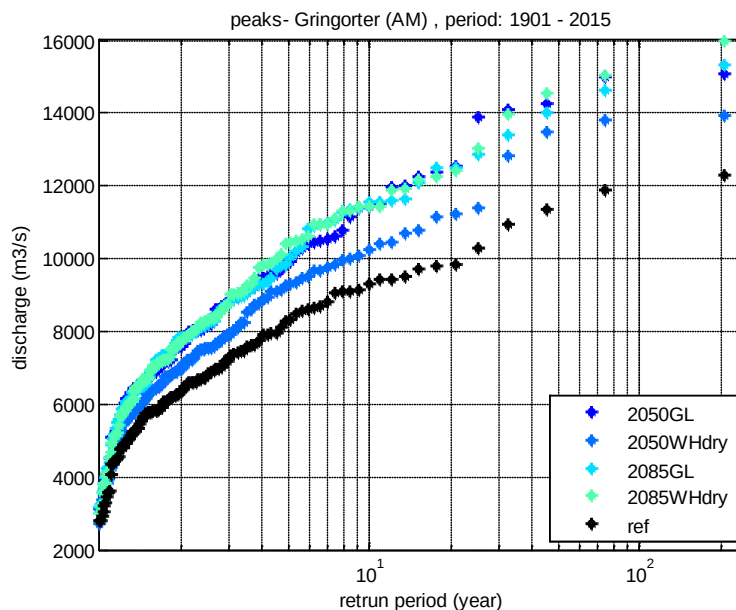
In bijlage B is het volledige memo over de debietrandvoorwaarden opgenomen. Deze paragraaf geeft alleen de conclusies weer.

5.3.1 Keuze transformatiemethode

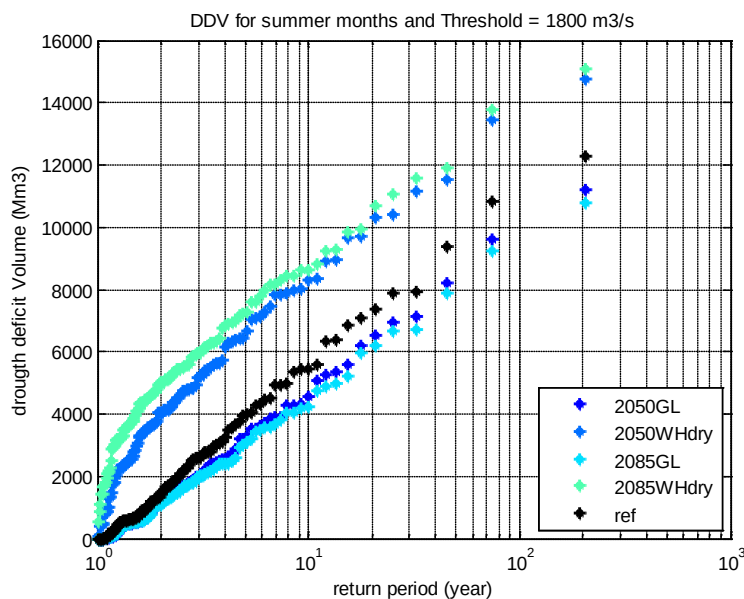
Er zijn vier transformatiemethoden getoetst door naar het gemiddelde, de standaard deviatie, de CV en de hoog- en laagwatercriteria te kijken. Van de vier methoden scoort M4 het beste op de criteria.

5.3.2 Afleiden klimaatreeks

Voor de locaties Lobith en Monsin zijn transformatieparameters afgeleid. Daarnaast worden voor de criteria piekafvoeren en afvoertekort de resultaten op basis van getransformeerde 100 jarige tijdreeks ($Q_{climate}$) afgeleid. Figuur 5.1 en 5.2 geven de frequentielijnen weer voor de criteria welke zijn bepaald uit de getransformeerde 100-jarige reeks voor Lobith. In bijlage B zijn de figuren voor Monsin weergegeven.



Figuur 5.1 Frequentielijnen van piekafvoeren bepaald uit de getransformeerde 100-jarige tijdreeksen ($Q_{climate}$).



Figuur 5.2 Frequentielijn jaarlijks afvoer tekort bepaald uit de getransformeerde 100-jarige tijdreeks ($Q_{climate}$).

5.3.3 Overeenkomsten gecorrigeerde HBV reeks

De getransformeerde 100-jarige reeksen $Q_{climate}$ (gedeeltes 1981-2006) zoals afgeleid in de vorige sectie zijn vergeleken met de afvoertijdreeksen zoals gebruikt in de Basisprognoses met het Nationaal Watermodel NWM (1981-2006). Deze reeksen ($Q_{HBVcorrected}$) zijn gegenereerd door aanpassing van de HBV invoertijdreeksen (neerslag, temperatuur) volgens de klimaatscenario's. Beide sets van reeksen zijn dus met een andere methode afgeleid en hierdoor worden verschillen verwacht. De overeenkomst tussen deze twee reeksen is geen harde eis vanuit het Wabes project. Echter, een korte vergelijking van de statistieken van beide reeksen is nuttig voor het beantwoorden van eventuele vragen van gebruikers.

Uit de analyse (zie bijlage B) is gebleken dat de piekafvoeren van Q_{climate} net iets hoger liggen dan die van $HBV_{\text{corrected}}$. Een verklaring hiervoor is dat $HBV_{\text{corrected}}$ vooral gemaakt is voor laagwater analyses (zie [Sperna Weiland, 2016b]). Beide reeksen geven op de overige criteria vergelijkbare resultaten, alleen wil het WHdry2085 soms enigszins afwijken (zie bijlage B).

Voor alle vier de klimaatscenario's liggen de jaarmaxima voor Monsin van de $Q_{\text{HBVcorrected}}$ tijdreeks hoger dan in Q_{climate} . Dit is juist tegengesteld aan de bevindingen bij de Lobith tijdreeksen. Echter, ook hier is de verklaring dat de $Q_{\text{HBVcorrected}}$ nooit bedoeld zijn voor het analyseren van hoogwater periodes.

De analyse laat verder zien dat de resultaten voor de droogtecriteria goed overeenkomen.

5.4 Resultaat

Als resultaat zijn voor de genoemde locaties (Lobith en Monsin) *.csv-bestanden opgeleverd met daarin data voor de 100-jarige reeks debietrandvoorwaarden voor de periode 1910-2011 (dus in totaal 101 jaar).

5.5 Toekomstscenario's

De transformatiemethode is toegepast voor de volgende KNMI'14 klimaatscenario's:

- o 2050 GL
- o 2050 Whdry
- o 2085 GL
- o 2085 Whdry

6 Watertemperatuur

Dit hoofdstuk gaat over de temperatuurrandvoorwaarden. Er kan hier onderscheid gemaakt worden tussen de bovenstroomse randvoorwaarde voor de Rijn en Maas (watertemperatuur rivier), de benedenstroomse rand (Noordzeetemperatuur) en meteorologie. De temperatuurrandvoorwaarden worden gebruikt in het LTM Light.

6.1 Bovenstroomse randvoorwaarden

De bovenstroomse randvoorwaarden van het LTM Light liggen bij Lobith (en hieruit afgeleid de Overijsselse Vecht (grens)), Eijsden, (en hieruit afgeleid de Schelde (grens)). In deze paragraaf is beschreven hoe de reeks voor de bovenstroomse temperatuur randvoorwaarde tot stand is gekomen.

6.1.1 Data

Watertemperaturen voor de Rijn en Maas bij de grens met respectievelijk Duitsland en België zijn voor de periode 1911-2011 bepaald aan de hand van gemeten temperaturen voor de meetlocaties weergegeven in tabel 6.1.

Tabel 6.1: Gebruikte meetlocaties watertemperatuur

Rivier	Code meetlocatie	Naam meetlocatie
Rijn	LOBH	Lobith
Rijn	LOBPTN	Lobith ponton
Maas	BORGHRBVN	Borgharen boven
Maas	EIJS DGS	Eijsden grens
Maas	EIJS DPTN	Eijsden ponton

Hierbij is gebruik gemaakt van gegevens uit Waterbase en gegevens afkomstig van de Servicedesk Data van de Centrale Informatievoorziening (CIV) van Rijkswaterstaat.

De Waterbase gegevens betreffen downloads in tekst formaat voor de periode 1911-2011, uitgevoerd op 2017-02-03 (temperaturen in °C). De gegevens van de Servicedesk zijn op 2017-02-03 per e-mail aangeleverd (RWS, 2017) en betreffen de beschikbare gegevens t/m december 2015 voor drie meetlocaties (temperaturen in tiende °C). Het betreft hier watertemperaturen van Aqualarm, voor de meetlocaties Lobith en Eijsden ponton deels aangevuld met MWTL-data (zie Bijlage C).

De bestanden uit Waterbase en van de Servicedesk vertonen overlap als gevolg van de opname van Aqualarm cijfers in Waterbase en de aanvulling van de Aqualarm cijfers van de Servicedesk met MWTL-gegevens. Ook de temperaturen in de bestanden zijn niet allemaal van dezelfde aard. In tabel C.1 van bijlage C is een overzicht gegeven van de beschikbare gegevens in de basisbestanden per meetlocatie en periode binnen het tijdvak 1911-2011. De bestanden van de Servicedesk kunnen hiaatwaarden bevatten in de vorm van -999 (zie bijlage D). Hiaatwaarden komen niet voor in de Waterbase bestanden.

6.1.2 Uitgevoerde werkzaamheden

Om tot homogene temperatuurreksen te komen dient een deel van de temperatuurcijfers geconverteerd te worden. Hierbij is de keuze geweest om alle cijfers naar etmaalgemiddelden te converteren. Dit is mogelijk met behulp van de relaties zoals beschreven in [Kallen, 2008]. Hierbij wordt de aanname gemaakt dat de Waterbase tijd van 12:00 uur feitelijk staat voor een etmaalgemiddelde.

Voor Lobith is hierbij overigens niet gebruik gemaakt van de lineaire relatie tussen beide watertemperaturen (zie Figuur A.1 in [Kallen, 2008]), maar van het gemiddelde temperatuurverschil $T_{12:00} - T_{08:00} = 0.61 \text{ °C}$ uit figuur C.2. Dit vanwege de geringe basis van deze lineaire relatie (17 - 23 °C), waardoor er bij extrapolatie van deze relatie grote onzekerheden ontstaan voor temperaturen richting 0 graden.

Voor de Maas is wel de lineaire relatie ($T_{12:00} = 0.4194 + 1.012 \times T_{08:00}$) gebruikt, daar deze over een voldoende basis (0 - 26 °C) beschikt (zie Figuur A.7 in [Kallen, 2008]).

Voor het homogeniseren van de temperatuurcijfers is verder nodig dat de cijfers uit de basis bestanden een interpretatie krijgen als 8:00 uur cijfers of als etmaalgemiddelde. De gemaakte interpretatie, met motivatie van de keuze, is weergegeven in tabel C.2 van bijlage C.

6.1.3 Resultaat

Op basis van bovenstaande analyse is een selectie van watertemperaturen gemaakt voor Rijn en Maas op basis van de volgende uitgangspunten:

- Per dag de selectie van maximaal één gemeten water temperatuur (dus geen middeling van temperaturen in geval van meerdere beschikbare temperaturen op een dag).
- Alleen temperaturen in de vorm van etmaalgemiddelden of naar etmaalgemiddelde converteerbare temperaturen, d.w.z. temperaturen die (bij benadering) als 8:00 temperaturen beschouwd kunnen worden.
- Bij een keuzemogelijkheid tussen temperaturen uit twee verschillende bestanden (met ongelijke temperatuur reeksen) wordt gekozen voor de temperatuur uit het bestand met de hoogste meetfrequentie.
- Bij identieke temperaturen in een Waterbase en Servicedesk bestand wordt Waterbase als bron aangewezen.

In tabel 6.2 is de selectie van watertemperaturen voor de Rijn weergegeven.

Tabel 6.2: Selectie watertemperaturen Rijn

Nr.	Bestand	Datum selectie	Uitsluiten hiaat-waarden	Alleen als nog geen waarde geselecteerd	Conversie	Delen door 10
1	LOBH	1911-01-01 t/m 2006-12-31	Nee	n.v.t.	Selectief ¹⁾	Nee
2	LOBPTN	2007-01-01 t/m 2007-04-25	Nee	Nee	Ja	Nee
3	Tlobith	2007-01-01 t/m 2007-12-31	Ja	Ja	Nee	Ja
4	Tlobith	2008-01-01 t/m 2008-12-31	Ja	Nee	Nee	Ja
5	Tlobith	2009-01-01 t/m 2009-12-31	Ja	Nee	Nee	Ja
6	LOBPTN	2009-01-01 t/m 2009-12-31	Ja ²⁾	Ja	Ja	Nee
7	Tlobith	2010-01-01 t/m 2010-12-31	Ja	Nee	Nee	Ja
8	LOBPTN	2010-01-01 t/m 2010-12-31	Ja ²⁾	Ja	Ja	Nee
9	LOBPTN	2011-05-31 of 2011-08-10 of $\geq 2011-08-24$	Ja ²⁾	Nee	Ja	Nee
10	Tlobith	2011-01-01 t/m 2011-12-31	Ja	Ja	Nee	Ja

1) Conversie alleen als tijd = 8:00

2) Uitsluiten van hiaatwaarden was niet nodig geweest

Het 'Uitsluiten van hiaatwaarden' heeft in dit geval betrekking op het niet meenemen van waarden gelijk aan -999. Door de kolom 'Alleen als nog geen waarde geselecteerd' wordt aangegeven dat geen temperaturen worden geselecteerd voor dagen, waarop op dat moment al een temperatuur is geselecteerd. De kolom 'Conversie' heeft betrekking op de conversie naar etmaalgemiddelden, en de kolom 'Delen door 10' op de conversie van temperaturen uitgedrukt in tiende graden Celsius naar temperaturen in graden Celsius.

In tabel 6.3 is de selectie van watertemperaturen voor de Maas weergegeven.

Tabel 6.3: Selectie watertemperaturen Maas

Nr.	Bestand	Datum selectie		Uitsluiten hiaat-waarden	Alleen als nog geen waarde geselecteerd	Extra	Conversie	Delen door 10
1	BORGHRBVN	1911-01-01 1980-12-31	t/m	Nee	n.v.t.	Ja ²⁾	Ja	Nee
2	EIJSDGS	1981-01-01 1988-12-31	t/m	Ja ¹⁾	Nee	Nee	Nee	Nee
3a	BORGHRBVN	1989-01-01 1989-04-04	t/m	Ja ¹⁾	Nee	Nee	Ja	Nee
3b	BORGHRBVN	1989-04-05 1989-12-31	t/m	Ja ¹⁾	Nee	Ja ²⁾	Ja	Nee
4	EIJSDPTN	1989-01-01 t/m1989-12-31		Ja ¹⁾	Ja	Nee	Ja	Nee
5	BORGHRBVN	1990-01-01 1990-12-31	t/m	Ja ¹⁾	Nee	Ja ²⁾	Ja	Nee
6	EIJSDGS	1991-01-01 2004-12-31	t/m	Ja ¹⁾	Nee	Nee	Nee	Nee
7	EIJSDPTN	2005-01-01 2005-12-31	t/m	Ja ¹⁾	Nee	Nee	Ja	Nee
8	teijsden	2005-01-01 2005-12-31	t/m	Ja	Ja	Nee	Nee	Ja
9	EIJSDPTN	2006-01-01 2006-12-31	t/m	Ja ¹⁾	Nee	Nee	Ja	Nee
10	EIJSDPTN	2007-01-01 2007-12-31	t/m	Ja ¹⁾	Nee	Nee	Ja	Nee
11	teijsden	2007-01-01 2007-12-31	t/m	Ja	Ja	Nee	Nee	Ja
12	EIJSDPTN	2008-01-01 2011-12-31	t/m	Ja ¹⁾	Nee	Nee	Ja	Nee
13	teijsden	2008-01-01 2011-12-31	t/m	Ja	Ja	Ja ³⁾	Nee	Ja

1) Uitsluiten van hiaatwaarden was niet nodig geweest

2) Extra selectiecriteria: analysemethode <> 'Onbekend'

3) Extra selectiecriteria: het temperatuur veld niet mag beginnen met een dubbele punt (dit betreft een 3-tal records met een foutieve invulling)

Bij de selectie van temperaturen is ook meta-informatie meegenomen, die de herkomst van het temperatuurnummer weergeeft.

De selecties zijn vervolgens verwerkt tot de volgende bestanden:

1. *Watertemperatuur_RijnBijGrens_1911_2011.csv*
Puntkomma gescheiden tekst bestand met watertemperaturen in de vorm van etmaal-gemiddelden voor de Rijn bij de grens met Duitsland voor het tijdvak 1911-2011 (twee velden: datum en temperatuur in °C).
2. *Watertemperatuur_MaasBijGrens_1911_2011.csv*
Puntkomma gescheiden tekst bestand met watertemperaturen in de vorm van etmaal-gemiddelden voor de Maas bij de grens met België voor het tijdvak 1911-2011 (twee velden: datum en temperatuur in °C).
3. *Watertemperaturen_Lobith_Eijsden_gemeten_1911_2011.xlsx*
Excel werkboek met de data van de bestanden 1 en 2, inclusief grafische weergave.
4. *Watertemperatuur_RijnBijGrens_1911_2011_met_bronvermelding.xlsx*
Excel werkboek met de watertemperaturen van bestand 1, aangevuld met herkomst informatie.
5. *Watertemperatuur_MaasBijGrens_1911_2011_met_bronvermelding.xlsx*
Excel werkboek met de watertemperaturen van bestand 2, aangevuld met herkomst informatie.

De bestanden bevatten alle data in het tijdvak 1911-2011, ook die waarvoor geen temperatuur beschikbaar is (temperatuurveld is dan leeg).

In tabel C.3 tot C.5 van bijlage C is een overzicht gegeven van de ontbrekende temperaturen voor de Rijn en de Maas. De gaten worden opgevuld met behulp van multi-lineaire regressie.

6.1.4 Toekomstscenario's

Voor de referentiereeks is via multiple lineaire regressie het verband vastgelegd tussen gemeten watertemperatuur (Lobith/Eijsden) enerzijds en lucht temperatuur en afvoer (Lobith/Eijsden) anderzijds. Vervolgens is die regressievergelijking toegepast om in de toekomst de watertemperatuur op de randen te berekenen door

- 1) in de regressieformulering de toekomstige luchttemperatuur (KNMI scenario) en toekomstige afvoer te stoppen en
- 2) het verschil tussen de berekende watertemperatuur voor het scenario en de berekende watertemperatuur voor de referentie situatie bij de gemeten watertemperatuur (referentie reeks) op te tellen.

Daar waar de gemeten watertemperatuur referentie reeks missende waardes heeft, wordt binnen de NWM FEWS applicatie, voor deze ontbrekende perioden de berekende watertemperatuur voor het scenario (o.b.v. de regressievergelijking) gebruikt, net zoals dat ook voor de referentie situatie zelf gebeurt.

6.2 Benedenstroomse rand

In deze paragraaf is beschreven hoe de reeks voor zeewatertemperatuur (1911-2011) tot stand is gekomen.

6.2.1 Data

Watertemperaturen voor de locatie Hoek van Holland zijn voor de periode 14/2/1984-31/12/2015 bepaald aan de hand van gemeten temperaturen. Hierbij is gebruik gemaakt van gegevens uit Waterbase en gegevens afkomstig van de Servicedesk Data van de Centrale Informatievoorziening (CIV) van Rijkswaterstaat.

De bestanden van de Servicedesk kunnen hiaatwaarden bevatten in de vorm van -999. De metingen geven de watertemperatuur op 9 m onder waterspiegel op het meettijdstip om 8:00 MET.

Naast de reeks die CIV heeft geleverd, is er ook een reeks met watertemperatuur voor de locaties Hoek van Holland, Enkhuizen en Urk uit Waterbase gehaald. Die reeks is veel langer (1959-2013) en heeft minder hiaatwaarden. De reeks is echter niet homogeen: verschillende meetinstrumenten, meettijdstippen en meetdieptes.

Naast de temperatuurmetingen is er een reeks met luchttemperatuur voor de referentiesituatie bij station Vlissingen aangeleverd.

6.2.2 Uitgevoerde werkzaamheden

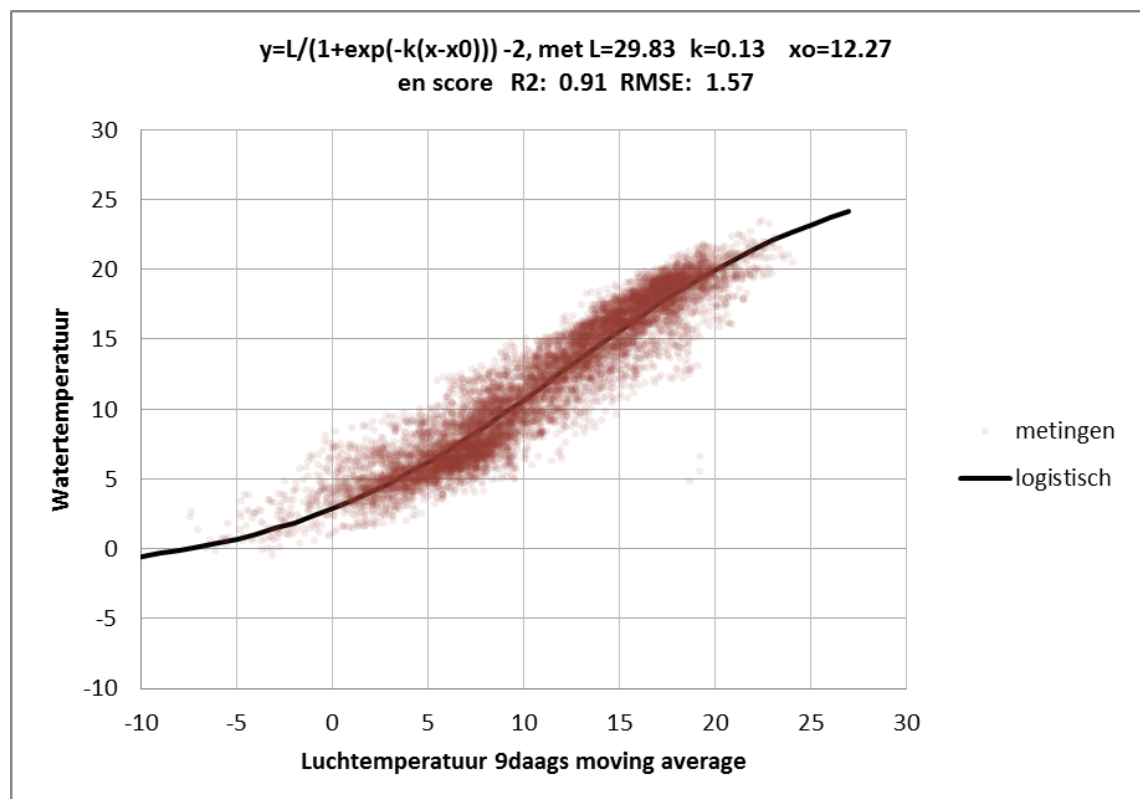
Er is gezocht naar een relatie tussen de watertemperatuur en de luchttemperatuur. De luchttemperaturen zijn eerst gemiddeld (9-daags, dus gemiddelde over de dag zelf en 8 voorgaande dagen). Het verband lijkt op een S-curve.

In Excel is een logistische functie geparameteriseerd:

$$y = \frac{L}{1 + \exp(-k(x - x_0))} - 2 \text{ met parameters } L, k \text{ en } x_0$$

Met behulp van optie "Solver" in Excel (tabblad Data/Analysis) is de R2 gemaximaliseerd, wat de waarden $L=29.83495709$, $k=0.1332114$ en $x_0=12.27456387$ oplevert. Dit resulteert in een $R^2=0.91$ (en $RMSE=1.57$ graden Celsius).

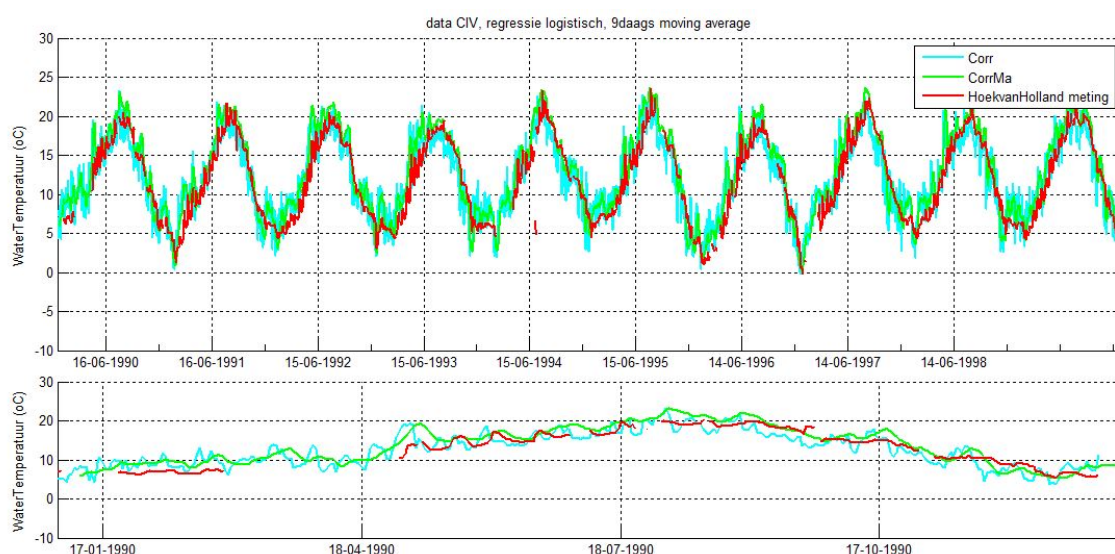
In figuur 6.1 is de correlatie tussen de watertemperatuur bij Hoek van Holland en de luchttemperatuur bij Vlissingen weergegeven.



Figuur 6.1: Correlatie watertemperatuur (Hoek van Holland) en luchttemperatuur (VLIS)

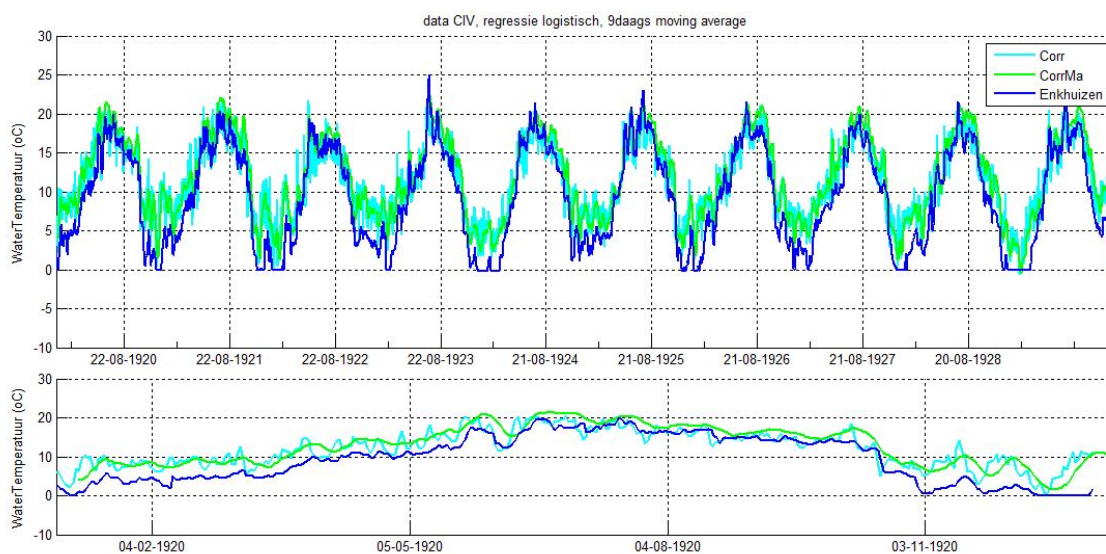
De afgeleide temperatuurreeks (o.b.v. van deze correlatie, figuur 6.1) is gebruikt om voor de referentie reeks de hiaten en dus ook de data tussen 1911 en 1984 op te vullen (dat gebeurt via een MergeSimple transformatie binnen Delft-FEWS). Daarnaast zijn deze parameters gebruikt om een reeks te maken voor het scenario WH-2050. Daarvoor is de Luchttemperatuurreeks voor betreffend scenario van KNMI gebruikt, waar eveneens vooraf het 9daags lopend gemiddelde (moving average) is bepaald.

In figuur 6.2 is de temperatuurreeks te zien voor de referentie. De groene curve ("CorrMa") is de regressie toegepast op het 9-daags moving average, de turquoise curve ("Corr") is logistische regressie waarbij geen moving average is toegepast. Te zien is dat beide regressiemethodes de metingen bij Hoek van Holland in de zomer iets overschatten.



Figuur 6.2: temperatuurreeks Hoek van Holland voor de referentie

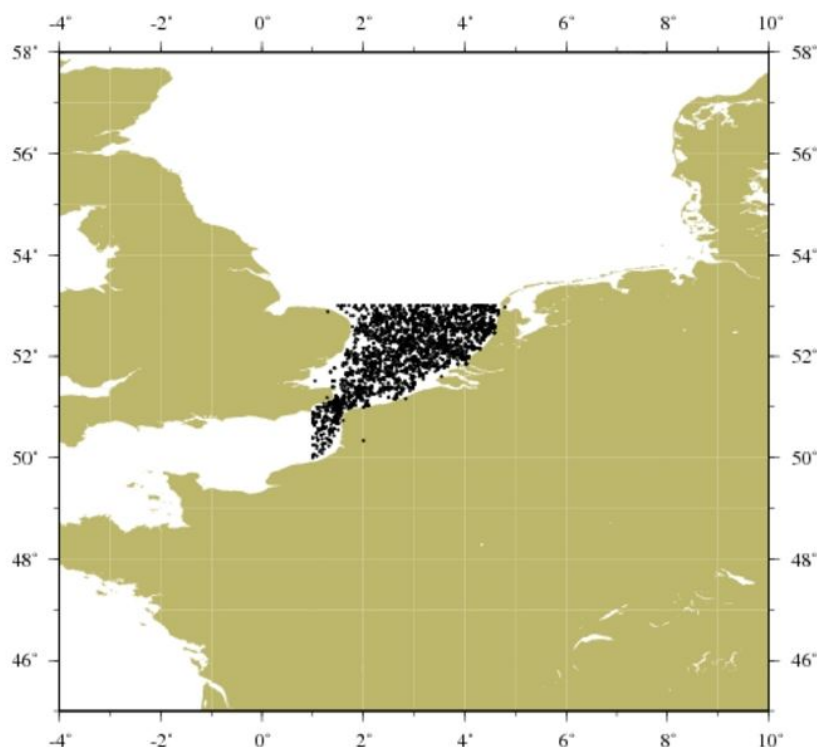
Ook zijn er reeksen uit Waterbase gehaald voor de stations Enkhuizen en Urk. Het doel was dat deze data tot 1932 gebruikt zou kunnen worden als randvoorwaarde voor de zeewatertemperatuur aangezien de stations in de toenmalige Zuiderzee lagen. Het is gebleken dat de Zuiderzee qua temperatuur zich eerder als een binnenzee gedraagt en slecht overeenkomt met de temperatuur in de Noordzee. In onderstaande plot is goed te zien dat de minima in de winter een stuk lager liggen dan de watertemperatuur m.b.v. regressie.



Figuur 6.3: temperatuurreeks Enkhuizen voor de referentie

Tot slot zijn er ook data verzameld op de site van NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). Er zijn data opgehaald tussen 1 en 5 graden OL resp. 50 en 52 graden NB, voor de periode 1900 t/m 1960, keuze OSD data, zie bijlage E.

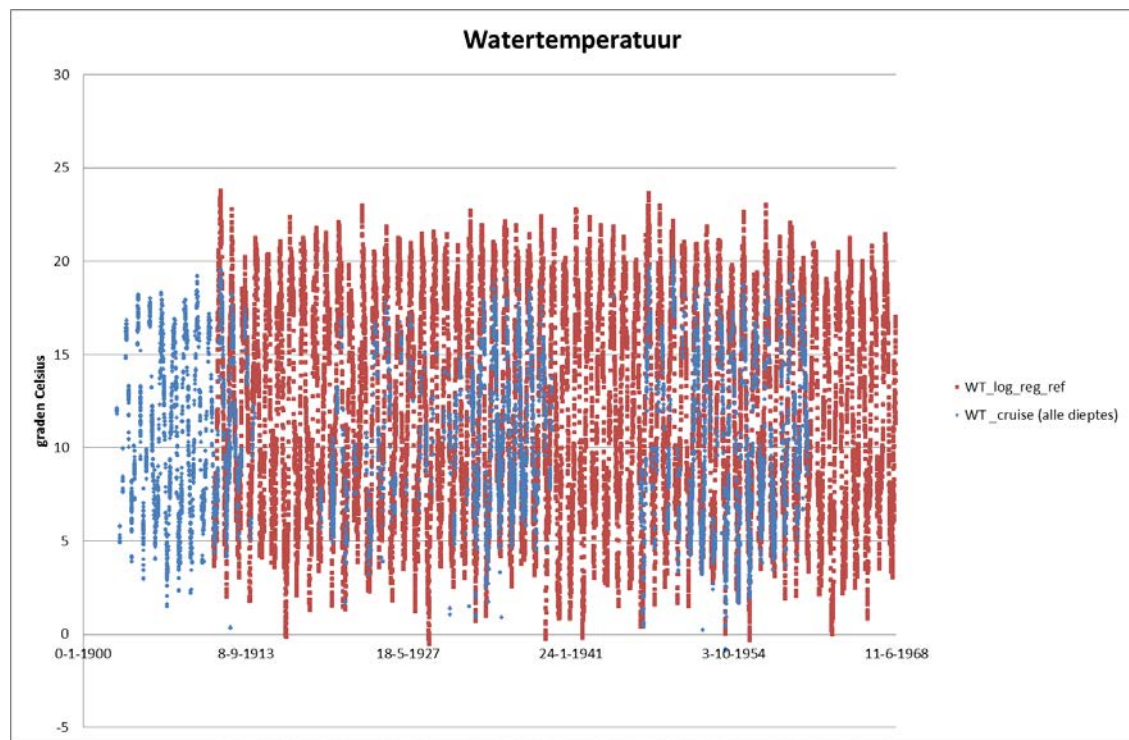
Het doel van deze exercitie was aanvankelijk om te bezien of er mogelijk data gebruikt konden worden als aanvulling in de reeksen. De data bleken echter te “ijl”, d.w.z. er is wel veel, maar steeds op wisselende locaties en dieptes. Wel is gebleken dat deze data gebruikt konden worden om de berekende watertemperatuur met logistische regressie te controleren. Deze data zijn dus niet gebruikt voor het maken van de reeksen voor NWM.



Figuur 6.4 Metingen NOAA

In figuur 6.4 is te zien waar de metingen zijn gedaan. Elke stip op de kaart is een positie van een schip waar watertemperatuur is gemeten op wisselende dieptes onder het wateroppervlak. Voor bijna alle dagen is data gemeten (met uitzondering van de oorlogsjaren). Er zijn veel metadata, naast watertemperatuur is soms ook luchttemperatuur gemeten en zijn windcondities genoteerd.

In figuur 6.5 worden de gemeten data door schepen op de hele Noordzee weergegeven samen met de berekende watertemperatuur op basis van de logistische regressie voor Hoek van Holland. In deze figuur zijn alle gerapporteerde dieptes gebruikt. Het lijkt er op dat regressie de gemeten maximale waarden in de zomer overschat. Ook als de meetdiepte gefilterd wordt op 9 of 10 m onder de waterspiegel, is de overschatting nog steeds zichtbaar. Verwacht mag worden dat het zeewater in de kustwateren (Hoek van Holland) in de zomer warmer is dan midden op zee (cruises op zee, figuur 6.4).



Figuur 6.5: Gemeten data door schepen samen met de berekende watertemperatuur op basis van de logistische regressie voor Hoek van Holland

In de figuur 6.5 is de gemeten watertemperatuur bij Enkhuizen weergegeven samen met de berekende watertemperatuur door alle schepen (alle meetdieptes). Ook hier zijn duidelijk hogere zomerse temperaturen en lagere winterse temperaturen bij Enkhuizen.

6.2.3 Resultaat

Op basis van bovenstaande analyse is besloten om de randvoorwaarde voor de watertemperatuur bij Hoek van Holland te baseren op een logische regressie op basis van het 9-daags lopend gemiddelde van de luchttemperatuur bij Vlissingen (figuren 6.1 en 6.2).

6.2.4 Toekomstscenario's

Voor de referentiereeks is via multiple lineaire regressie het verband vastgelegd tussen gemeten watertemperatuur (Hoek van Holland) enerzijds en luchttemperatuur (Vlissingen) anderzijds. Vervolgens is die regressievergelijking toegepast om in de toekomst de watertemperatuur op de Noordzee rand te berekenen (een identiek aanpak als voor de bovenstroomse rivieranden) door 1) in de regressieformulering de toekomstige luchttemperatuur (KNMI scenario) te stoppen en 2) het verschil tussen de berekende watertemperatuur voor het scenario en de berekende watertemperatuur voor de referentie situatie bij de gemeten watertemperatuur (referentie reeks) op te tellen. Daar waar de gemeten watertemperatuur referentie reeks missende waarden heeft, wordt binnen de NWM FEWS applicatie, voor deze ontbrekende perioden de berekende watertemperatuur voor het scenario (o.b.v. de regressievergelijking) gebruikt, net zoals dat ook voor de referentie situatie zelf gebeurt.

6.3 Meteorologie

Het gebruikte model voor de LTM Light berekeningen (de DELWAQ processen bibliotheek) berekent empirisch alle componenten van de stralingsbalans tussen water en atmosfeer.

In onderstaande paragrafen is aangegeven welke data zijn gebruikt en welke databewerkingsstappen aanvullend zijn uitgevoerd.

6.3.1 Data

KNMI heeft voor het aanleveren van de 100-jarige meteorologische variabelen voor Straling, Luchtvochtigheid en Luchttemperatuur vergridde datasets opgeleverd. Vergridde datasets geven een beter ruimtelijk beeld van de genoemde variabelen binnen Nederland dan de 10 KNMI stations tijdseries die voor de basisprognoses zijn gebruikt. De vergridde datasets zijn gegenereerd door middel van interpolatie van stations tijdseries waarbij gebruik is gemaakt van algoritmes die rekening houden met de afstand van een station tot de kust, een belangrijk criterium voor luchttemperatuur en straling. Ook levert het gebruik van vergridde datasets meer consistentie op, aangezien voor het LSM-LT ook al vergridde datasets worden gebruikt voor neerslag en verdamping. Omdat het aantal stations (zie onder) dat beschikbaar is voor interpolatie naar een grid in de tijd toeneemt (in 1951 van 5 naar 14) zijn twee opties mogelijk:

- a. Grid op basis van best beschikbare gegevens (dus alle stations meenemen, hierdoor mogelijk introductie van een trend van 1951 door toevoegen van meer ruimtelijk detail) en
- b. Grid op basis van de 5 hoofdstations (consistentie in de tijd)

Voor Straling, Luchtvochtigheid en Luchttemperatuur is net als eerder voor neerslag en verdamping is gedaan voor optie (a) gekozen.

Voor Bewolgingsgraad en Windsnelheid, welke ook onderdeel zijn van de LTM-LT modelrandvoorwaarden, zijn geen vergridde datasets beschikbaar en is gebruik gemaakt van scalaire tijdreeksen voor de beschikbare KNMI stations. Ontbrekende periodes zijn aangevuld met default waardes 0.5 voor bewolgingsgraad en 3m/s voor windsnelheid.

6.3.2 Uitgevoerde werkzaamheden KNMI

Stations

Voor de periode 1908-1951 zijn 5 hoofdstations (Eelde, Vlissingen, Maastricht, de Bilt en de Kooy) beschikbaar. Vanaf 1951 zijn de 14 stations beschikbaar waarvan de tien VETGEDRUKTE stations (tabel 6.4) zijn gebruikt voor de LTM-LT berekeningen.

Tabel 6.4: Beschikbare meetstations

STN	LON(east)	LAT(north)	ALT(m)	NAME
#210	4.42	52.18N	-0.2m	Valkenburg
#235	4.781	52.928	0.50	DEKOOY
#240	4.790	52.318	-4.40	SCHIPHOL
#260	5.180	52.100	2.00	DEBILT
#270	5.752	53.224	1.50	LEEWARDEN
#275	5.87	52.05	45.2	Deelen
#280	6.58	53.12	3.2	EELDE
#290	6.891	52.274	34.50	TWENTHE
#310	3.596	51.442	8.00	VLISSINGEN
#344	4.447	51.962	-4.80	ROTTERDAM
#350	4.93	51.57	11.9m	Gilze-Rijen
#370	5.377	51.451	20.30	EINDHOVEN
#375	5.70	51.65	19.9m	Volkel
#380	5.762	50.906	114.00	MAASTRICHT

Variabelen

Onderstaande meteorologische variabelen zijn gebruikt in de LTM-LT berekening, waarbij aan is gegeven voor welke parameters vergridde datasets zijn gebruikt.

Tabel 6.5: Gebruikte meteorologische variabelen

Code	Omschrijving	Eenheid	Datatype
# TG	Etmaalgemiddelde temperatuur	(in 0.1 graden Celsius)	Grid
# Q	Globale straling	(in kJ/m2)	Grid
# UG	Etmaalgemiddelde relatieve vochtigheid	(in procenten)	Grid
# FG	Etmaalgemiddelde windsnelheid	(in 0.1 m/s)	Stations
# NG	Etmaalgemiddelde bewolking, bedekkingsgraad van de bovenlucht	(in achtsten of in fractie of percentage)	Stations

6.3.3 Uitgevoerde werkzaamheden NWM

Binnen het NWM zijn de vergridde datasets geïmporteerd na een kleine voorbewerking doorgegeven aan het LTM-LT model. Zo is de Dauwpunt temperatuur berekend op basis van de parameters Luchttemperatuur en Relatieve Luchtvochtigheid, en zijn de vergridde datasets ruimtelijk uitgebreid met behulp van een 'closest distance' interpolatie om de gaten op te vullen daar waar de LTM-LT schematisatie niet gedekt is door het KNMI grid; dit betreft een zeer beperkt aantal locaties in de Noordzee.

6.3.4 Resultaat

Als resultaat zijn grids (dagwaarden) voor de referentie situatie en het W2050 scenario voor 3 variabelen (Luchttemperatuur, Straling en Relatieve Luchtvochtigheid) voor 1911-2010 gegenereerd; deze grids zijn beschikbaar op OpenDAP (http://opendap-dm2.knmi.nl:8080/thredds/dodsC/deltamodel/restricted/release_2/scenarios/catalog.html). Ook zijn tijdreeksen voor 10 stations gegenereerd voor de variabelen Windsnelheid en Bewolkingsgraad voor 1911-2010 en is de dauwpunttemperatuur afgeleid voor station De Bilt op basis van de variabelen Luchttemperatuur en Relatieve Luchtvochtigheid.

6.3.5 Toekomstscenario's

De referentiedata (1911-2011) is getransformeerd naar 2 scenario's (GL en WH) voor twee zichtjaren (2050 en 2085), totaal 4 datasets. Het transformatieprogramma is toegepast voor de variabelen TG, Q. Voor relatieve luchtvochtigheid (UG), windsnelheid (FG) en NG (bewolkingsgraad) is binnen het NWM een veranderingsvector toegepast voor de zichtjaren.

7 Warmtelozingen

In de vorige versie van NWM waren 177 lozingen opgenomen met constante warmtelozingen (MW) naar het oppervlaktewater (zie [Hunink, 2016]). In deze studie zijn twee extra warmtelozingen toegevoegd. De complete lijst van constante warmtelozingen (179 lozingen). Is opgenomen in Appendix F. De waarden representeren de inschatting van de praktijksituatie.

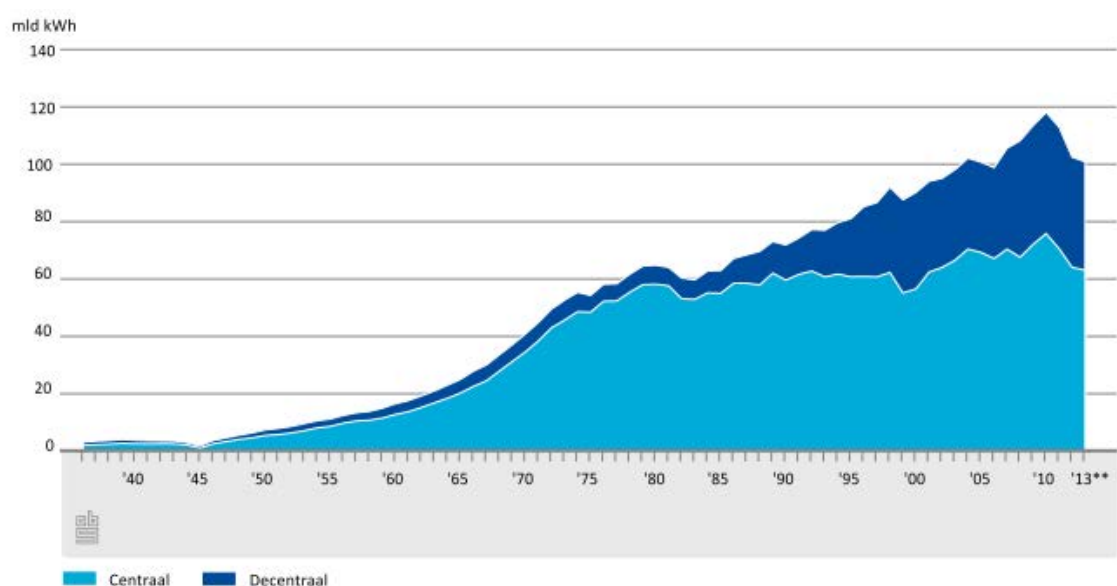
Er wordt gekeken naar het effect van klimaat op de watertemperatuur. Daarom is besloten om voor de historische reeks te werken met gelijkblijvende warmtelozingen. De warmtelozingen voor het jaar 2013 zijn daarvoor gebruikt. De warmtelozingen zijn dus onafhankelijk van het simulatiejaar. Paragraaf 7.2 beschrijft de werkzaamheden voor een alternatieve methode om warmtelozingen afhankelijk van het simulatiejaar door te rekenen. Een alternatieve berekeningswijze is voorbereid *maar wordt niet gebruikt*.

7.1 Data

Als uitgangspunt is de al aanwezige reeks met warmtelozingen in het NWM (179 stuks, referentiejaar 2013) gebruikt voor de NWM basisprognoses (S0 berekeningen).

7.2 Uitgevoerde werkzaamheden

Om warmtelozingen afhankelijk van het simulatiejaar door te rekenen is een historische reeks van warmtelozingen voor de periode 1911-2015 geconstrueerd. Hiervoor is de E-productie in NL (bron CBS) gebruikt als een schatter van het verloop van de geloosde warmte naar oppervlaktewater. Alle constante warmtelozingen worden geschaald volgens de curve in figuur 7.1 die het verloop van de elektriciteitsproductie in de periode 1935-2013 laat zien. De warmtelast van 2013 blijft in MW gelijk (referentiepunt) alle andere jaren krijgen een vermenigvuldigingsfactor volgens de curve in figuur 7.1.



Figuur 7.1: Curve met productie van elektriciteit (CBS)

Historische warmtelozingen die al ontbreken in de inventarisatie uit 2010 (de grondslag voor NWM) blijven bij deze aanpak buiten beeld. Denk aan centrales die in 2010 al gesloten waren. Let op, deze tijdsafhankelijke warmtelozingen reeks is niet gebruikt in de huidige NWM omgeving, zie paragraaf 7.3

7.3 Resultaat

Er is voor gekozen om de lozingen in de tijd constant en voor alle simulatiejaren gelijk te houden. De waarden voor de 179 lozingen representeren de inschatting van de praktijksituatie voor 2015 (zie bijlage F).

7.4 Toekomstscenario's

Voor de warmtelozingen worden in de toekomstscenario's dezelfde waarden als voor de referentie gebruikt.

8 Referenties

- Bruggeman, W., et. al. (2011). Deltascenario's, Verkenning van mogelijke fysieke en sociaaleconomische ontwikkelingen in de 21ste eeuw op basis van KNMI'06 en WLO-scenario's, voor gebruik in het Deltaprogramma 2011 - 2012, Deltares rapport 1204151.002.
- Gao, Q. (2014). Afleiding zeerandvoorwaarden op basis van lineaire regressie, Deltares memo 1209387-000-ZWS-0012
- Hegnauer, M., Beersma, J.J., Van den Boogaard, H.F.P, Buishand, T.A. and R.H. Passchier (2014). Generator of Rainfall and Discharge Extremes (GRADE) for the Rhine and Meuse basins; Final report of GRADE 2.0. Document extern project, Project under commission of the Ministry of Infrastructure and the Environment: Rijkswaterstaat Water, Transport and Environment (RWS-WVL), Deltares.
- Hunink, J., Hegnauer, M. (2016). Update Deltascenario's Nationaal Water Model. Deltares rapport 1220056-000-ZWS-0015.
- Kallen, M.J., de Goede, E.D. , Boderie, P.M.A. (2008). Bepaling koelcapaciteit van Rijkswateren. WL-rapport Q4498, Deltares.
- KNMI (2014), KNMI'14-klimaatscenario's voor Nederland; Leidraad voor professionals in klimaatadaptatie, KNMI, De Bilt.
- KNMI (2015), KNMI'14 klimaatscenario's voor Nederland, herziene uitgave 2015. Brochure.
- Kramer, N., Mens, M. (2016). Methode voor het afleiden van een 100-jarige toekomstige afvoerreeks voor Lobith en Monsin. Deltares memo 1230078-000-BGS-0001.
- Kroon, T., G. Prinsen, J. Hunink, M. Visser en H. van den Boogaard (2015). 100 Jaar reeks LHM en LSM; beschrijving van de invoer. Deltares rapport 1220108-000-BGS-0005.
- RWS (2017). Afmelding incident nr. M170102771. E-mail van de Servicedesk-data van RWS (servicedesk-data@rws.nl) aan Carlijn Eijsberg - Bak (Carlijn.Eijsberg@deltares.nl), d.d. 2017-02-03.
- Sperna Weiland, F. (2016a). Correctie HBV reeksen KNMI'14 Monsin en Lobith en advies voor toepassing, Deltares memo 1230076-000-ZWS-0001.
- Sperna Weiland, F. (2016b). Update klimaat projecties en correctie 100-jarige reeks, Deltares memo 1230078-007-BGS-0001.

A Memo: Afleiding zeerandvoorwaarden op basis van lineaire regressie

B Memo: Methode voor het afleiden van een 100- jarige toekomstige afvoerreeks voor Lobith en Monsin

C Watertemperatuur Rijn en Maas

Tabel C.1: Beschikbare gegevens in de basisbestanden per meetlocatie en periode binnen het tijdvak 1911-2011

Meet-locatie	Periode	Bestand	Typering temperatuur	Meet-frequentie	Opm.
Lobith	1911-01-01 t/m 1989-09-30	LOBH	Temperatuur om 8:00	Dagelijks, met hiaten	Cijfers Waterbase en Servicedesk identiek
		tlobith	Temperatuur om 8:00. Grote hiaten aangevuld met MWTL-data	Dagelijks, met hiaten	
Lobith	1989-10-01 t/m 2006-12-31	LOBH	Temperatuur om 12:00. Rekenkundig gemiddelde over de voorgaande 10 minuten.	Dagelijks, met hiaten	Cijfers Waterbase en Servicedesk identiek
		tlobith	Aqualarm etmaal-gemiddelden, berekend uit 6 uursgemiddelden. Grote hiaten aangevuld met MWTL-data	Dagelijks, met hiaten	
Lobith ponton	1952-03-18 t/m 2006-12-20	LOBPTN	Temperaturen op wisselende tijden	Een- of twee-wekelijks	
Lobith	2007-01-01 t/m 2011-12-31	tlobith	Aqualarm etmaal-gemiddelden, berekend uit niet-equidistante tijdreeks. Grote hiaten aangevuld met MWTL-data	Dagelijks, met hiaten	<u>2007</u> : cijfers t/m 25 april identiek aan Lobith ponton / Waterbase (MWTL-data) <u>2011</u> : cijfers vanaf 24 augustus (op afronding na) identiek aan Lobith ponton Waterbase (MWTL data?)
Lobith ponton	2007-01-03 t/m 2011-12-28	LOBPTN	Temperaturen op wisselende tijden, maar meestal om 8:00 of rond 8:00	Een- of twee-wekelijks	<u>2009-2010</u> : 2 cijfers t.o.v. Servicedesk <u>2011</u> : 2 cijfers extra t.o.v. Servicedesk
Borgharen boven	1911-01-01 t/m	BORGHRB VN	Temperatuur om 8:00	Dagelijks	Cijfers Waterbase en Servicedesk identiek
	1960-12-31	tborgharen	Temperatuur om 8:00	Dagelijks	

Meet-locatie	Periode	Bestand	Typering temperatuur	Meet-frequentie	Opm.
Borgharen boven	1961-01-01 t/m 1992-12-31	BORGHRB VN	Temperatuur om 8:00, behalve voor metingen met <i>anamet</i> = Onbekend (wisselend, maar grotendeels op of rond 8:00)	Dagelijks, met hiaten in 1989	Een meting in Waterbase met <i>anamet</i> = 'Onbekend' na 1989-04-04 is telkens de tweede meting op een dag. Tot die datum bevat Waterbase uitsluitend metingen met <i>anamet</i> = 'Onbekend'. De overige metingen in Waterbase (met <i>anamet</i> = 'Visuele...') zijn identiek aan die van de Servicedesk.
		tborgharen	Temperatuur om 8:00	Dagelijks, met hiaten in 1989	
Borgharen boven	1993-01-01 t/m 1993-10-31	tborgharen	Temperatuur om 8:00	Dagelijks, met hiaten	Niet in Waterbase
Eijsden grens	1981-01-01 t/m 2004-12-31	EIJSDGS	Temperatuur om 12:00. Rekenkundig gemiddelde over de voorgaande 10 minuten.	Dagelijks, met hiaten in 1989 en 1990	-
Eijsden ponton	1961-06-13 t/m 1978-12-27	EIJSDPTN	Temperaturen om wisselende tijden, maar grotendeels om 8:00 of rond 8:00	Een- of twee- wekelijks	Niet in Service desk bestand
Eijsden ponton	1979-01-01 t/m 2011-12-31	EIJSDPTN	Temperaturen op wisselende tijden, maar grotendeels om 8:00 of rond 8:00	Een- of twee- wekelijks	Corresponderende cijfers Waterbase en Servicedesk over het algemeen verschillend. Extra cijfers in Waterbase t.o.v. Servicedesk bestand.
		teijsden	Watertemperaturen van Aqualarm, deels aangevuld met MWTL-data	Dagelijks, met hiaten, ook door tijdelijk wekelijkse metingen (MWTL-metingen?)	

Tabel C.2: Gemaakte interpretatie voor het homogeniseren van de temperatuurcijfers

Meet-locatie	Periode	Bestand	Typering temperatuur	Interpretatie temperatuur cijfers	Opmerking
Lobith	1911-01-01 t/m	LOBH	Temperatuur om 8:00	8:00 uur temperatuur	
	1989-09-30	tlobith	Temperatuur om 8:00. Grote hiaten aangevuld met MWTL-data		
Lobith	1989-10-01 t/m	LOBH	Temperatuur om 12:00. Rekenkundig gemiddelde over de voorgaande 10 minuten.	Etmaal- gemiddelde	Cijfers zijn identiek. Aanname is dat de omschrijving van de Servicedesk goed is. Strookt ook met het gebruik binnen Waterbase om daggemiddelde cijfers op 12:00 uur te zetten.
	2006-12-31	tlobith	Aqualarm etmaal- gemiddelden, berekend uit 6 uursgemiddelden. Grote hiaten aangevuld met MWTL-data		
Lobith ponton	1952-03-18 t/m	LOBPTN	Temperaturen op wisselende tijden	-	Cijfers niet converteerbaar naar etmaal- gemiddelden
	2006-12-20				
Lobith	2007-01-01 t/m	tlobith	Aqualarm etmaal- gemiddelden, berekend uit niet-equidistante tijdreeks. Grote hiaten aangevuld met MWTL-data	Etmaal- gemiddelde	
	2011-12-31				
Lobith ponton	2007-01-03 t/m	LOBPTN	Temperaturen op wisselende tijden, maar meestal om 8:00 of rond 8:00	8:00 uur temperatuur	
	2011-12-28				
Borgharen boven	1911-01-01 t/m	BORGHRBVN	Temperatuur om 8:00	8:00 uur temperatuur	
	1960-12-31	tborgharen	Temperatuur om 8:00	8:00 uur temperatuur	
Borgharen boven	1961-01-01 t/m	BORGHRBVN	Temperatuur om 8:00, behalve voor metingen met <i>anamet</i> = Onbekend (wisselend, maar grotendeels op of rond 8:00)	8:00 uur temperatuur	
	1992-12-31	tborgharen	Temperatuur om 8:00	8:00 uur temperatuur	
Borgharen boven	1993-01-01 t/m	tborgharen	Temperatuur om 8:00	8:00 uur temperatuur	
	1993-10-31				
Eijsden grens	1981-01-01 t/m	EIJSDGS	Temperatuur om 12:00. Rekenkundig gemiddelde over de voorgaande 10 minuten.	Etmaal- gemiddelde	Aanname: omschrijving in Waterbase is fout en hier is 12:00 uur gebruikt voor een daggemiddelde
	2004-12-31				

Meet-locatie	Periode	Bestand	Typering temperatuur	Interpretatie temperatuur cijfers	Opmerking
(vgl. Waterbase - Lobith)					
Eijsden ponton	1961-06-13 t/m 1978-12-27	EIJS DPTN	Temperaturen om wisselende tijden, maar grotendeels om 8:00 of rond 8:00	8:00 uur temperatuur	
Eijsden ponton	1979-01-01 t/m 2011-12-31	EIJS DPTN	Temperaturen op wisselende tijden, maar grotendeels om 8:00 of rond 8:00	8:00 uur temperatuur	
		teijsden	Watertemperaturen van Aqualarm, deels aangevuld met MWTL-data	Etmaal-gemiddelde	Aanname: Aqualarm cijfers van de Service-desk betreffen ook hier etmaalgemiddelden, zoals bij het bestand voor Lobith

Tabel C.3: Een overzicht van de dagen waarvoor geen temperatuur beschikbaar

Rivier	Aantal dagen zonder temperatuur	Percentage dagen zonder temperatuur
Rijn	851	2.31
Maas	796	2.16

Tabel C.4: Het overzicht per jaar van ontbrekende temperaturen voor de Rijn

Jaar	Aantal dagen zonder
1921	56
1944	122
1945	252
1949	100
1990	22
2007	113
2008	7
2009	7
2010	42
2011	130

Tabel C.5: Het overzicht per jaar van ontbrekende temperaturen voor de Maas

Jaar	Aantal dagen zonder
1989	112
2005	184
2006	313
2007	6
2008	9
2009	13
2010	37
2011	122

D Bestanden watertemperaturen servicedesk

De door de Servicedesk-data aangeleverde bestanden kennen een kop-gedeelte waarin de verdere inhoud van het bestand wordt beschreven. Deze beschrijvingen zijn:

- Bestand *tlobith.txt*

Parameter	:	T	Temperatuur
Eenheid	:	tiende graad Celsius	
Gebied	:	Rijn	Rijn / Bovenrijn
Locatie	:	LOBH	Lobith
X-coördinaat RD in m	:	204360	
Y-coördinaat RD in m	:	429330	

Dagelijkse meting om 8:00 uur 's ochtends t/m 30-09-1989, etmaalgemiddelden berekend uit 6 uursgem. Aqualarm 01-10-1989 t/m 31-12-2006, 2007 t/m 22-04-2012 uit niet-equidistante tijdreeks van Aqualarmdata, v.a. 23-04-2012
dagelijkse meting om 8:00 uur MET gefilterd uit 10 min. reeks
Grote hiaten aangevuld met MWTL-data
-999 = hiaatwaarde

- Bestand *tborgharen.txt*

Parameter	:	T	Temperatuur
Eenheid	:	tiende graad Celsius	
Gebied	:	MAAS	Maas
Locatie	:	BORGHBRVN	Borgharen boven
X-coördinaat RD in m	:	176800	
Y-coördinaat RD in m	:	319850	

Dagelijkse meting om 8:00 uur 's ochtends

-999 = hiaatwaarde

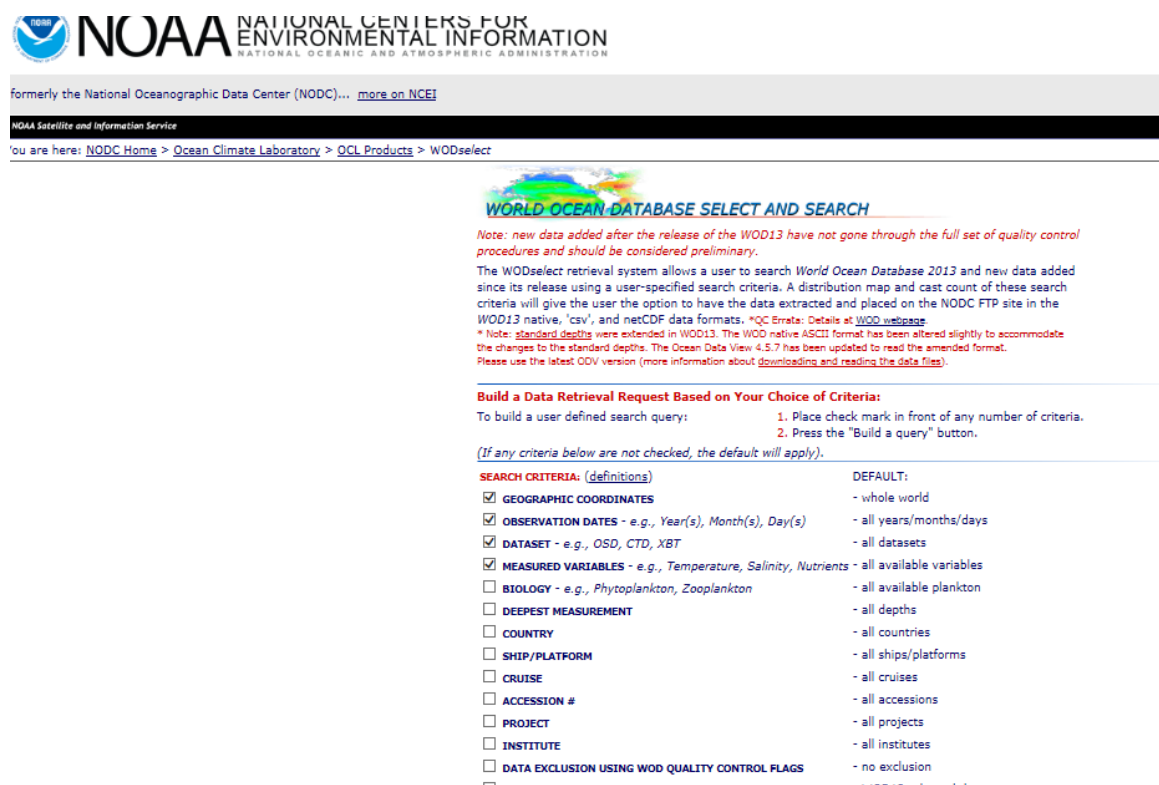
- Bestand *teijsden.txt*

Parameter	:	T	Temperatuur
Eenheid	:	tiende graad Celsius	
Gebied	:	MAAS	Maas
Locatie	:	EIJSDPTN	Eijsden ponton
X-coördinaat RD in m	:	177000	
Y-coördinaat RD in m	:	310000	

Watertemperaturen van Aqualarm, deels aangevuld met MWTL-data; vanaf 13 januari 2013 reguliere watertemperatuurmeting

-999 = hiaatwaarde

E Selecties maken bij NOAA



NOAA NATIONAL CENTERS FOR ENVIRONMENTAL INFORMATION
NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION

formerly the National Oceanographic Data Center (NODC)... [more on NCEI](#)

NOAA Satellite and Information Service

You are here: [NODC Home](#) > [Ocean Climate Laboratory](#) > [OCL Products](#) > WODselect

WORLD OCEAN DATABASE SELECT AND SEARCH

Note: new data added after the release of the WOD13 have not gone through the full set of quality control procedures and should be considered preliminary.

The WODselect retrieval system allows a user to search World Ocean Database 2013 and new data added since its release using a user-specified search criteria. A distribution map and cast count of these search criteria will give the user the option to have the data extracted and placed on the NODC FTP site in the WOD13 native, 'csv', and netCDF data formats. *QC Errata: [Details at WOD webpage](#).

* Note: [standard depths](#) were extended in WOD13. The WOD native ASCII format has been altered slightly to accommodate the changes to the standard depths. The Ocean Data View 4.5.7 has been updated to read the amended format. Please use the latest ODV version (more information about [downloading and reading the data files](#)).

Build a Data Retrieval Request Based on Your Choice of Criteria:

To build a user defined search query: 1. Place check mark in front of any number of criteria.
2. Press the "Build a query" button.

(If any criteria below are not checked, the default will apply).

SEARCH CRITERIA: (definitions)	DEFAULT:
☒ GEOGRAPHIC COORDINATES	- whole world
☒ OBSERVATION DATES - e.g., Year(s), Month(s), Day(s)	- all years/months/days
☒ DATASET - e.g., OSD, CTD, XBT	- all datasets
☒ MEASURED VARIABLES - e.g., Temperature, Salinity, Nutrients	- all available variables
☐ BIOLOGY - e.g., Phytoplankton, Zooplankton	- all available plankton
☐ DEEPEST MEASUREMENT	- all depths
☐ COUNTRY	- all countries
☐ SHIP/PLATFORM	- all ships/platforms
☐ CRUISE	- all cruises
☐ ACCESSION #	- all accessions
☐ PROJECT	- all projects
☐ INSTITUTE	- all institutes
☐ DATA EXCLUSION USING WOD QUALITY CONTROL FLAGS	- no exclusion
☐ DATA ARCHIVES	- WOD13-released data

Nadat met query is aangegeven welke data gewenst zijn, kan gebruiker nog aangeven in welk formaat (bv *.csv). Data worden gezippt op ftp gezet, link daarvan komt via de mail.

F Warmtelozingen

VOLGNR	NAAM	TYPE	ID	PRAKTIJK (MW)
1	PQ Silicas	KI	Silicas_Maas	1.82
2	Clauscentrale Maasbracht uit	KE	Clauscentrale_Maas	0
3	SABIC (voormalig DSM) uit	KI	SABIC_Maas	30
4	Ovako Wire	KI	Ovako_Noord	0
5	Flevocentr 30	KE	Flevocentr_IJssel	0
6	Huntsman (vh ICI Holland B.V).	KI	Huntsmn_Brittannieh	0
7	Hexion Speciality Chemicals (vh Borden)	KI	Hexion_Botlekh	0.08
8	Oving Diepenveen-Struycken	KI	Oving_Noord	0.01
9	Standic (vh Vopak)	KI	Standic_Dordtse Kil	0.01
10	ADM - Europoort	KI	ADM_Beneluxh	0.8
11	Climax Molybdenum	KI	Climax_Botlekh	0.8
12	Cytec (vh.Cyanamid)	KI	Cytec_St. Laurens	0.8
13	DOMO (vh Targor vh. BASF)	KI	DOMO_Brittannieh	0.8
14	Exxon (incl. Esso Raffi) Laboratorium van het Comité van	KI	Exxon_3ePetrol.h	0.8
15	Graanhandlaren	KI	Lab._Beneluxh	0.8
16	Mobil Oil Pernis	KI	Mobil_2ePetrol.h	0.8
17	Vopak (TTR)	KI	Vopak_Torontoh	0.8
18	Waalhaven Scheepswerf en Machinef.	KI	Scheepswerf_Waalh	0.08
19	Rotterdam gem.(werken)	KI	Rdam GW_N. Maas	0
20	DSM-Resins Benelux	KI	DSM_N. Waterweg	0.01
21	Goltens Service	KI	Goltens_Botlekh	0.01
22	Air Liquide Industrie	KI	Air Liq_Brittannieh	0
23	Dura Vermeer Groep	KI	Dura_N. Maas	0
24	Keppel Verolme	KI	Keppel_N. Waterweg	0
25	Organic Kimya	KI	Organic_Chemie	0
26	Padmos	KI	Padmos_Haringvliet	0
27	Schouten Industries	KI	Schouten_Afg. Maas	0
28	van Brink Shipyard BV	KI	van Brink_Waalh	0
29	AGC	KI	AGC_Gemeenteh	0
30	Gieterij doesburg	KI	GieterIJ_IJssel	0
31	Vogelenzang Rhenen	KI	Vogelenz._NederrIJn	0
32	Friesland Food Lochem	KI	Friesland_Twentek	0
33	Unimills	KI	Unimills_O. Maas	30.7
34	E.ON - Maasvlakte	KE	E.ON_Edisonbaai	0
35	Essent-Amer	KE	Essent_Amer	636
36	Hemweg Centrale UIT	KE	HemwegC_J.vRiebeek	635
37	Shell Ned. Chemie Moerdijk	KI	Shell_Hollandsch	970
38	Centrale Gelderland UIT	KE	C.Gelderland_Waal	0

VOLGNR	NAAM	TYPE	ID	PRAKTIJK (MW)
39	Electrabel	KE	Electrabel_Amazoneh	0
40	Dow Benelux N.V.	KI	Dow_Terneuzen	0
41	Shell Nederland Raffinaderij B.V.	KI	ShellR._1ePetrol.h	630
42	EPZ. N.V. (Conventioneel)	KE	EPZ_Conv_Borssele	0
43	Velsen Centrale V24 UIT	KE	VelsenC.V24_binnenk	0
44	Enecogen	KE	Enecogen_Beerck	0
45	EPZ N.V. (Kerncentrale)	KE	EPZ_Kern_Borssele	0
46	Sloe Centrale B.V. (v.h. Delta Energy)	KE	Sloe_Vlissingen	0
47	Velsen Centrale V25 UIT	KE	VelsenC.V25_binnenk	371
48	AEB UIT	KE	AEB_NZK	156
49	Corus Staal IJMOND 01 UIT 1	KE	CorusIJmond_Staalh	222
50	AVR Afvalverwerking BV (Gerbarandyweg)	KE	AVR_N. Waterweg	237
51	Centrale Harculo	KE	Centrale_IJssel	0
52	Essent (WKC-Moerdijk)	KE	Essent_H. Diep	179
53	NUON Power Buggenum WAC uit	KE	NUON_Maas	0
54	NUON Diemen DM34	KE	NUON.DM34_Diemen	0
55	Electrabel Bergum BG10	KE	Electrabel1_Bergum	267
56	Electrabel Bergum BG20	KE	Electrabel2_Bergum	267
57	Shell Nederland Chemie B.V.	KI	ShellCh._1ePetrol.h	266
58	NUON Diemen DM33	KE	NUON.DM33_Diemen	121
59	SNR en SNC metroriool	KI	SNR_1ePetrol.h	219
60	Lage weide LW6	KE	Lage_ARK	121
61	Merwedecentrale MK 12	KE	MerwedeC.MK12_ARK	129
62	Flevocentr STEG 1	KE	Flevocentr1_IJsselm	179
63	Flevocentr STEG 2	KE	Flevocentr2_IJsselm	179
64	E.ON - Galileïstraat	KE	E.ON_Keileh	160
65	Yara Sluiskil B.V.	KI	Yara1_Sluiskil	0
66	Akzo Nobel Base Chemicals	KI	Akzo_Chemieh	133.5
67	Essent-Donges	KE	Essent_Amer/Donges	0
68	Shin Etsu VC	KI	Shin_Chemieh	100
69	Air Products Nederland Pernis	KI	Air_Nieuwe	90.5
70	Merwedecentrale MK 11	KE	MerwedeC.MK11_ARK	72
71	Hexion Speciality chemicals (vhResolution)	KI	Hexion1_1ePetrol.h	88
72	Hoekloos (vh. Cryoton/Akzo)	KI	Hoekloos_StLaurens	77
73	Yara Sluiskil B.V.	KI	Yara2_Sluiskil	0
74	Norske SKOG UIT mtp2/3/4	KI	Norske_NederrIJn	64
75	Sappi B.V.	KI	Sappi_Maas	10.9
76	Tronox (vh KerrMcGee)	KI	Tronox_N. Waterweg	55
77	Biopetrol	KI	Biopetrol_Botlek	0
78	Kuwait Oil Raffinaderij B.V.	KI	Kuwait_5ePetrol.h	50
79	Shell Nederland Raffinaderij B.V.	KI	ShellR._2ePetrol.h	50
80	Exxon Chemical Holland Inc. (ROP)	KI	Exxon_Wezerh	48.6

VOLGNR	NAAM	TYPE	ID	PRAKTIJK (MW)
81	Evonik (Carbon Black Nederland)	KI	Evonik_Chemieh	45
82	Corus Staal Velsen Gasturbine UIT 2	KE	CorusVelsen_Staalh	0
83	Hexion Speciality chemicals (vhResolution)	KI	Hexion2_1ePetrol.h	41
84	Shell Nederland Chemie B.V.	KI	ShellCh_2ePetrol.h	40
85	Akzo Nobel (Salinco)	KE	Akzo_Twentek	40
86	Cabot B.V. (vh. Ketjen Carbon)	KI	Cabot_St. Laurens	38.9
87	Hexion Speciality chemicals (vhResolution)	KI	Hexion3_1ePetrol.h	35
88	Albemarle	KI	Albemarle_Het IJ	2.9
89	ThermPhos International B.V.	KI	ThermPh1_Vlissingen	0
90	DMV International	KI	DMV_Veghel	28
91	Recycling Combinatie VOF (Neminco)	KI	Recycling_O. Maas	27
92	N.V. Nederlandse Gasunie	KI	N.V._Mississippih	20.5
93	Shin-Etsu PVC	KI	Shin_1ePetrol.h	20
94	Linde Gas Benelux	KI	Linde_O. Maas	18
95	Unilever Bestfood Ned. BV	KI	Unilever_Koningsh	15.6
96	Odfjell (vh. Paktank Botlek)	KI	Odfjell_3ePetrol.h	15
97	De Kleef via AWZI	KI	De Kleef_IJssel	15
98	Mars BV	KI	Mars_Veghel	2.3
99	Cargill Soja	KI	Cargill_Mercuriush	7.9
100	PerGen	KE	PerGen_2ePetrol.h	14
101	Zeeland Aluminium Company N.V.	KI	ZAC1_Vlissingen	0
102	Ashland Industries Nederland (vh Hercules)	KI	Ashland_O. Maas	12
103	Loders Crocklaan	KI	Loders_Europah	12
104	Oronite (vh Chevron Centraal Lab)	KI	Oronite_N. Maas	11.2
105	Croda (vh Uniqema)	KI	Croda_H. IJssel	10.8
106	Cargill Margarinefabrieken B.V.	KI	Cargill_Botlek	10.4
107	Hunter Douglas Europe B.V.	KI	Hunter_N. Maas	10
108	Biegelaar & Jansen	KI	Biegelaar_ARK	10
109	Invista Polyester B.V.	KI	Invista_Vlissingen	0
110	Kappa Roermond	KI	Kappa_Maas	3.8
111	RECV (Intergen)	KI	RECV_2ePetrol.h	9
112	Heros (Bio Fuel Additive Plant)	KI	Heros_Terneuzen	0
113	Crown van Gelder UIT	KI	Crown_NZK	11.9
114	Nedstaal	KI	Nedstaal_Noord	8.5
115	Grootint (Zwijndrecht)	KI	Grootint_Drechth	8
116	Lyempf Kampen	KI	Lyempf_IJssel	8
117	Kemira Growhow	KI	Kemira_Donauh	7.6
118	E.ON - Maasvlakte	KE	E.ON_Europah	0
119	BMC (vh St. DEP)	KI	BMC_H. Diep	7
120	Zeeland Aluminium Company N.V.	KI	ZAC2_Vlissingen	0
121	AZN (AVI-Moerdijk)	KI	AZN_H. Diep	6.1

VOLGNR	NAAM	TYPE	ID	PRAKTIJK (MW)
122	Rosier Nederland B.V. (vh Zuid-Chemie)/ferralco	KI	Rosier_S. van Gent	0
123	Promelca (vh Nestle)+C174	KI	Promelca_B. Merwede	5.5
124	Kema arnhem	KI	Kema_Nederrijn (h	15.45
125	ATM	KI	ATM_H. Diep	4.8
126	Food4U (vh ROMI Smilfood)	KI	Food4U_Wilhelminah	4.32
127	HIWA Rotterdam Port Cold Stores	KI	HIWA_IJsselh	4.2
128	Atofina (Cerexagri)	KI	Atofina_N. Maas	4.1
129	ThermPhos International B.V.	KI	ThermPh2_Vlissingen	0
130	Meneba Meel BV	KI	Meneba_Weert	4
131	Coatex (Moerdijk)	KI	Coatex_C.Insteekh	3.8
132	DSM-Special Products	KI	DSM-Special_Botlekh	3.8
133	Abbott Zwolle	KI	Abbott_IJsselk	4
134	Corus Tubes (vhHoogovens Buizen)	KI	Corus_Develh	3.5
135	Amsterdam Fertilizers UIT	KI	AdamF._Mercuriush	2
136	Air Products	KI	Air_Chemieh	3
137	Scheepvaart en Transportcollege	KI	STcollege_St.Jobsh	3
138	RWZI Dokhaven (ZHEW)	KI	RWZI_N. Maas	2.7
139	Tessengerlo Chemie	KI	Tes.Chemie_Julianak	0.928
140	PQ Europe	KI	PQ_Julianak	0.926
141	Vestia Den Haag Scheveningen	KI	Vestia_Voorh	0
142	Nutricia	KI	Nutricia_Maas	0.185
143	Nedri	KI	Nedri_Maas	0.199
144	E.ON-Roca	KE	E.ON-Roca_H. IJssel	0
145	DSM Pharma Venlo	KI	DSM_Maas	0.21
146	ENCI	KI	ENCI_Maastricht	0.996
147	Corus Tubes	KI	Corus_Julianak	0.24
148	SVI-Moerdijk (slibverbr.)	KI	SVI_H. Diep	1.9
149	Pon Power (vh Geveke Motoren Pap).	KI	Pon_Ketelh	1.6
150	Dongecentrale	KE	Dongec_Geertruidenb	0
151	OVG Projectontwikkeling	KI	OVG_N. Maas	0
152	TEAM Terminal (Texaco - Esso Maatschap)	KI	TEAM_4ePetrol.h	1.5
153	Cargill Benelux B.V.	KI	Cargill_Sas	0
154	Exter Aroma	KI	Exter_W. Thomassenh	1
155	Sonneborn Refined Products BV	KI	Sonneborn_Beringh	0.9
156	Netherlands Refining Company Europoort	KI	Netherl_6ePetrol.h	1
157	Voridian Europoort (vh. Eastman)	KI	Voridian_Beerh	1
158	Cargill Multiseed	KI	Cargill_Amerikah	1
159	Rdam United DockYard (vh Wilton Feijenoord)	KI	Rdam_Wiltonh	0
160	Dupont de Nemours (Dordt)	KI	Dupont_Beneden	0.9
161	Lubbers Hollandia (Krimpen)	KI	Lubbers_N. Maas	0.84
162	Trespa International BV	KI	Trespa_Weert	0.02

VOLGNR	NAAM	TYPE	ID	PRAKTIJK (MW)
163	Ferro Holland	KI	Ferro_Keileh	0.7
164	Aluminium en Chemie Rotterdam B.V.	KI	Alumin_3ePetrol.h	0.5
165	Wild Juice terminal	KI	Wild_IJsselh	0.5
166	Wupperman Staal	KI	Wupperman_H. Diep	0.5
167	Johnson Matthey	KI	Johnson_Julianak	0.02
168	O-I Manufacturing	KI	O-I_Maas	0.23
169	Europees Massagoed Overslagbedrijf	KI	Europ_Mississippih	0.4
170	Meneba Meel BV	KI	Meneba_Maash	0.4
171	Componenta BV	KI	Componenta_Weert	0.13
172	Alblasserdam gemeente (de Wipmolen)	KI	Alblasserdam_Noord	0.21
173	Omya Beheer BV	KI	Omya_H. Diep	0.118
174	Air Products Nederland Botlek	KI	Air_Seineh	0.06
175	LBC Botlek (vh. Dow)	KI	LBC_3ePetrol.h	0.04
176	van Beest (Sliedrecht)	KI	vanBeest_B. Merwede	0.02
177	Gem. Havenbedrijf Rdam (ex RDM)	KI	Gem._N. Maas	0.001
178	Friesland Campina te Veghel	KI	Friesland Campina te Veghel	20
179	Tata Steel Nederland Tubes B.V. Oosterhout	KI	Tata Steel Nederland Tubes B.V. Oosterhout	3.96