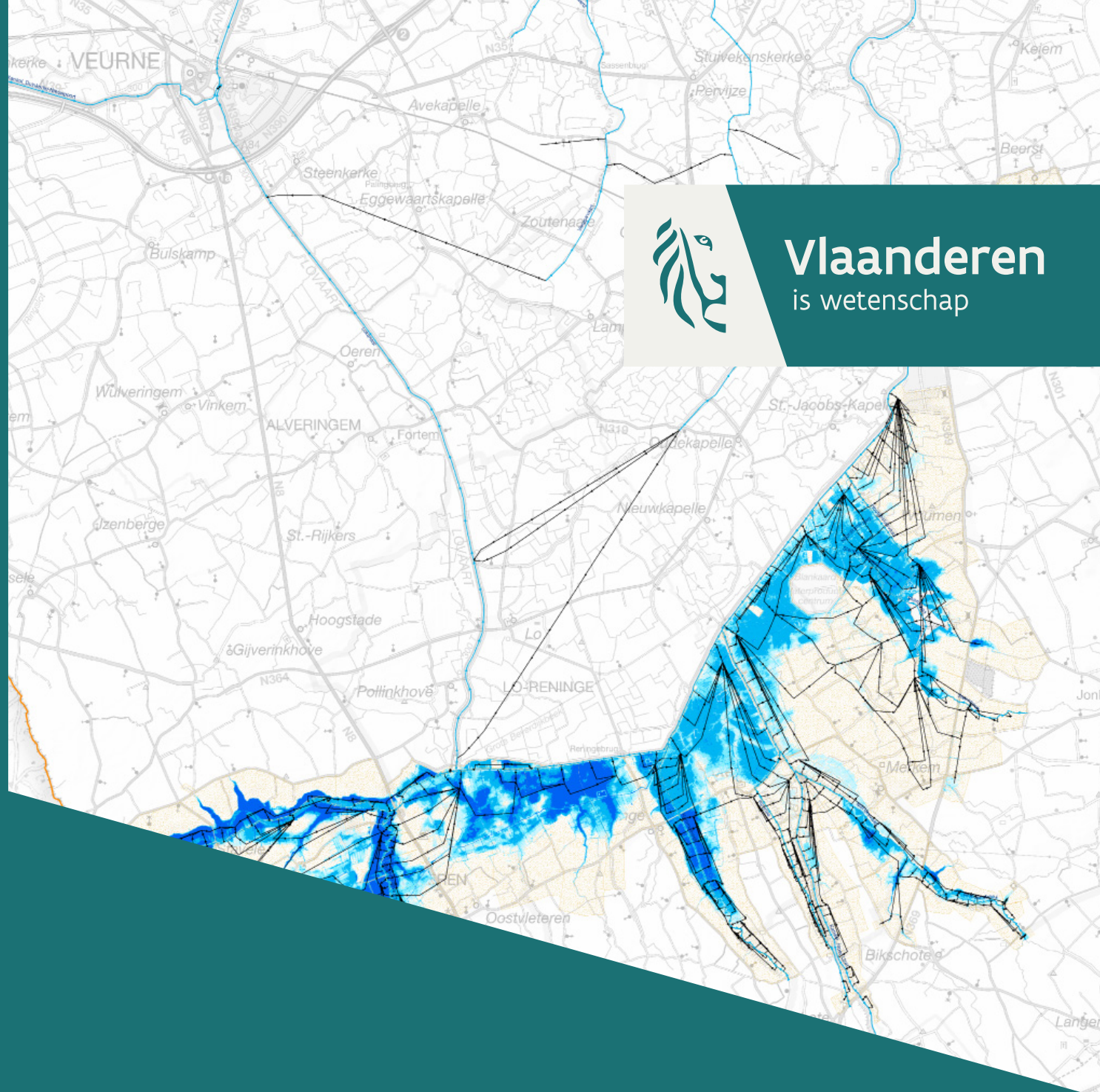




Vlaanderen
is wetenschap



14_106_3
WL rapporten

Mike11 model IJzer

Beschrijving versie 2015

DEPARTEMENT
MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN

waterbouwkundiglaboratorium.be

Mike11 model IJzer

Beschrijving versie 2015

Coen, L.; Velez, C.; Boey, I.; Deschamps, M.; Vanderkimpen, P.; Mostaert, F.

Juridische kennisgeving

Het Waterbouwkundig Laboratorium is van mening dat de informatie en standpunten in dit rapport onderbouwd worden door de op het moment van schrijven beschikbare gegevens en kennis.

De standpunten in deze publicatie zijn deze van het Waterbouwkundig Laboratorium en geven niet noodzakelijk de mening weer van de Vlaamse overheid of één van haar instellingen.

Het Waterbouwkundig Laboratorium noch iedere persoon of bedrijf optredend namens het Waterbouwkundig Laboratorium is aansprakelijk voor het gebruik dat gemaakt wordt van de informatie uit dit rapport of voor verlies of schade die eruit voortvloeit.

Copyright en wijze van citeren

© Vlaamse overheid, Departement Mobiliteit en Openbare Werken, Waterbouwkundig Laboratorium 2019
D/2019/3241/214

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Coen, L.; Velez, C.; Boey, I.; Deschamps, M.; Vanderkimpén, P.; Mostaert, F. (2019). Mike11 model IJzer: Beschrijving versie 2015. Versie 4.0. WL Rapporten, 14_106_3. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

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

Documentidentificatie

Opdrachtgever:	Waterbouwkundig Laboratorium	Ref.:	WL2019R14_106_3
Keywords (3-5):	Ijzer, model, 1D, Mike11		
Tekst (p.):	68	Bijlagen (p.):	51
Vertrouwelijk:	☒ Nee	☒ Online beschikbaar	

Auteur(s):	Coen, L., Velez, C.; Boey, I.; Deschamps, M.; Vanderkimpén, P.; Mostaert, F.
------------	--

Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	Deschamps, M.	Getekend door: Maarten Deschamps (Signa Getekend op: 2019-09-02 14:39:03 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed <i>Maarten Deschamps</i>
Projectleider:	Vanderkimpén, P.	Getekend door: Paul Vanderkimpén (Signat Getekend op: 2019-09-30 12:37:44 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed <i>Paul Vanderkimpén</i>

Goedkeuring

Afdelingshoofd:	Mostaert, F.	Getekend door: Frank Mostaert (Signature) Getekend op: 2019-09-02 13:57:40 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed <i>Frank Mostaert</i>
-----------------	--------------	---



Abstract

Het WL beschikt over een aantal 1D hydrodynamische modellen van de bevaarbare waterlopen in Vlaanderen. Deze modellen werden opgemaakt met het softwarepakket Mike11 (DHI). Dit rapport beschrijft de opbouw en de validatie van het 1D-model van de IJzer.

Inhoudstafel

Abstract	III
Inhoudstafel.....	V
Lijst van de tabellen.....	VIII
Lijst van de figuren	IX
1 Inleiding	1
1.1 Kader.....	1
1.2 Opbouw van het rapport.....	1
2 Beschrijving studiegebied.....	2
2.1 Algemene beschrijving	2
2.1.1 Situering.....	2
2.1.2 Hydrografie	4
2.1.3 Geografie en reliëf.....	7
2.1.4 Bodemtype	8
2.1.5 Bodemgebruik	9
2.1.6 Overstromingen.....	10
2.2 Aanvullende beschrijving.....	12
2.2.1 Begrenzing	12
2.2.2 Waterlopen.....	14
2.2.3 Kunstwerken.....	15
2.2.4 Historische gebeurtenissen	33
3 Beschikbare gegevens	38
3.1 Topografie en bathymetrie.....	38
3.2 Hydrologische gegevens	40
3.2.1 Debietsmetingen	40
3.2.2 Waterstandsmetingen.....	40
3.2.3 Kunstwerken.....	42
4 Modelbeschrijving	43
4.1 Algemeen.....	43
4.2 Gebruikte software.....	43
4.3 Geografische referentie en tijdszone	43
4.4 Hydrologische deelbekkens.....	43

4.5	Waterlopen.....	45
4.6	Dwarssecties.....	46
4.6.1	Herkomst en naamgeving.....	46
4.6.2	De hydraulische weerstand	48
4.6.3	Het plaatsen van 'markers'/processed data.....	49
4.7	Overstromingsgebieden	50
4.7.1	Modelleringsstechniek.....	50
4.7.2	Link channels	51
4.7.3	Naamgeving.....	52
4.8	Hydraulische structuren	53
4.8.1	Algemeen.....	53
4.8.2	Culverts.....	53
4.8.3	Weirs.....	54
4.8.4	Pumps	55
4.8.5	Control structures.....	55
4.9	Randvoorwaarden	56
4.9.1	Opwaartse randvoorwaarden	56
4.9.2	Afwaartse randvoorwaarden.....	57
5	Kalibratie.....	58
5.1	Overzicht kalibratieperiodes	58
5.2	Methode kalibratie	58
5.2.1	Meetgegevens	58
5.2.2	Modelaanpassingen.....	61
5.3	Resultaten kalibratie.....	65
5.4	Numerieke stabiliteit.....	66
5.4.1	Hoge afvoeren	66
5.4.2	Lage afvoeren	66
6	Conclusies en aanbevelingen	67
6.1	Conclusies.....	67
6.2	Aanbevelingen	67
7	Referenties	68
Bijlage A	Modelschematisatiekaarten.....	B1
Bijlage B	Culverts in het hydrodynamisch model.....	B4
Bijlage C	Weirs in het hydrodynamisch model.....	B16
Bijlage D	Pumps in het hydrodynamisch model.....	B17
Bijlage E	Control structures in het hydrodynamisch model.....	B18

Bijlage F	Runoff in het hydrodynamisch model	B25
Bijlage G	Randvoorwaarden in het hydrodynamisch model	B27
Bijlage H	Grafieken kalibratie en validatie.....	B29
	Grafieken december 2009	B29
	Grafieken maart 2012.....	B36
Bijlage I	Lengteprofielen	B43
Bijlage J	Overstromingskaarten.....	B48
	Overstromingen december 2009	B48
	Overstromingen maart 2012	B50

Lijst van de tabellen

Tabel 1 – Bruggen opgenomen in het Mike11-model van het IJzerbekken	30
Tabel 2 – Overzicht gebruikte bathymetrische gegevens	38
Tabel 3 – Overzicht debietmetingen studiegebied	40
Tabel 4 – Overzicht waterstandmetingen studiegebied	40
Tabel 5 – Overzicht metingen kunstwerken studiegebied	42
Tabel 6 – Overzicht van hydrologische deelbekkens.....	43
Tabel 7 – Overzicht van gemodelleerde waterlopen	45
Tabel 8 – Herkomst opwaartse randvoorwaarden.....	56
Tabel 9 – Herkomst afwaartse randvoorwaarden.....	57
Tabel 10 – Overzicht kalibratieperiodes.....	58
Tabel 11 – Overzicht meetposten waterpeil en debiet voor kalibratie.....	59
Tabel 12 – Ruwheidmodel IJzer voor en na kalibratie.....	63

Lijst van de figuren

Figuur 1 – Situering stroomgebiedsdistrict Schelde	2
Figuur 2 – Situering van het IJzerbekken.....	3
Figuur 3 – Hydrografie van het IJzerbekken	4
Figuur 4 – Reliëf in het IJzerbekken.....	8
Figuur 5 – Bodem in het IJzerbekken	9
Figuur 6 – Bodemgebruik in het IJzerbekken	10
Figuur 7 – Van nature overstroombare gebieden (NOG) en recent overstroomde gebieden (ROG) in het IJzerbekken	11
Figuur 8 – Situering IJzerbekken.....	13
Figuur 9 – Ganzenpoot	15
Figuur 10 – Foto Ieperstuw en Iepersluis langs afwaartse zijde.....	16
Figuur 11 – Foto Veurne-Ambachtstuw langs opwaartse zijde.....	17
Figuur 12 – Foto’s Veurnesluis en -stuw langs afwaartse zijde	18
Figuur 13 – Foto’s Dierendoncksluis langs opwaartse zijde	19
Figuur 14 – Foto Fintelestuw langs afwaartse zijde	20
Figuur 15 – Foto’s Nieuwpoortsluis langs afwaartse zijde	21
Figuur 16 – Foto stuw 2026/31 Houtensluisvaart langs opwaartse zijde	22
Figuur 17 – Foto stuw 1379/71 Stenensluisvaart (langs opwaartse zijde voor renovatie en langs afwaartse zijde na renovatie).....	23
Figuur 18 – Foto stuw 1379/51 Stenensluisvaart langs opwaartse zijde	24
Figuur 19 – Foto pompgemaal Stenensluisvaart langs opwaartse zijde	25
Figuur 20 – Foto’s pomp van Fintele	26
Figuur 21 – Foto’s pomp van Lolege.....	27
Figuur 22 – Foto’s pomp van Steenkerke	27
Figuur 23 – Foto van het Veurne-Ambachtgemaal	28
Figuur 24 – Schematische weergave van het Veurne-Ambachtgemaal.....	28
Figuur 25 – Foto’s pompstation Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort te Veurne	29
Figuur 26 – Foto’s van de bruggen op de verhoogde oever langs de IJzer bij Stavele	32
Figuur 27 – Gemeten afvoeren in het IJzerbekken tijdens was maart 2012	35
Figuur 28 – Gemeten waterstanden op de IJzer tijdens was maart 2012.....	35
Figuur 29 – Metingen waterstand op de IJzer en Blankaart te Woumen tijdens was maart 2012.....	36
Figuur 30 – Gemeten afvoeren in het IJzerbekken tijdens was Allerheiligen 2012	37
Figuur 31 – Gemeten waterpeilen op de IJzer tijdens was Allerheiligen 2012	37

Figuur 32 – Typesectie Beverdijkvaart	48
Figuur 33 – Typesectie Koolhofvaart.....	48
Figuur 34 – Voorbeeld van ‘markers’ voor linker- en rechteroever.....	49
Figuur 35 – Voorbeeld van een dwarssectie opgesplitst in drie deelsecties.....	50
Figuur 36 – Ligging meetposten waterpeil en debiet voor kalibratie	60
Figuur 37 – Gemeten en gesimuleerde waterpeilen op de IJzer ter hoogte van Nieuwpoort en Lo-Fintele, gesimuleerd debiet te Keiem en klepstanden van stuwen 1 tot en met 5 van de Ieperstuw voor de kalibratieperiode van maart2012.....	61
Figuur 38 – Gemeten en gesimuleerde waterpeilen op Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort ter hoogte van Nieuwpoort en Lokanaal ter hoogte van Lo-Reninge, en controle definitie van Veurnestuw 1 en 2 voor de kalibratieperiode van maart2012.....	62
Figuur 39 – Resultaten statistische analyse MIKE11 – debiet te Keiem voor maart 2012.....	63

1 Inleiding

1.1 Kader

Het WL beschikt over een aantal quasi-2D hydrodynamische modellen van de bevaarbare waterlopen in Vlaanderen. Deze modellen werden opgemaakt met het softwarepakket Mike11, ontwikkeld en verdeeld door het Danish Hydraulic Institute (DHI). De modellen worden gebruikt voor studiewerk, maar ook voor hoogwatervoorspellingen. In de toekomst zullen ze waarschijnlijk ook gebruikt worden voor de analyse van zoutintrusie en sedimenttransport.

Dit rapport beschrijft de opbouw van het numeriek 1D-model van de IJzer.

1.2 Opbouw van het rapport

Hoofdstuk 2 bevat een beschrijving van het studiegebied. Het eerste deel bestaat uit een algemene beschrijving van het stroomgebied en de relevante bekkens. Het tweede deel bevat aanvullende informatie over de waterlopen en kunstwerken die in het model opgenomen werden.

Hoofdstuk 3 geeft een overzicht van de gegevens die gebruikt werden bij de opbouw van het model.

In hoofdstuk 4 wordt een gedetailleerde beschrijving gegeven van de opbouw van het model. Hierbij worden achtereenvolgens de dwarssecties, de overstromingsgebieden, de hydraulische structuren en de randvoorwaarden besproken.

De kalibratie en validatie van het model worden besproken in hoofdstuk 5.

Hoofdstuk 6 besluit met conclusies en aanbevelingen.

2 Beschrijving studiegebied

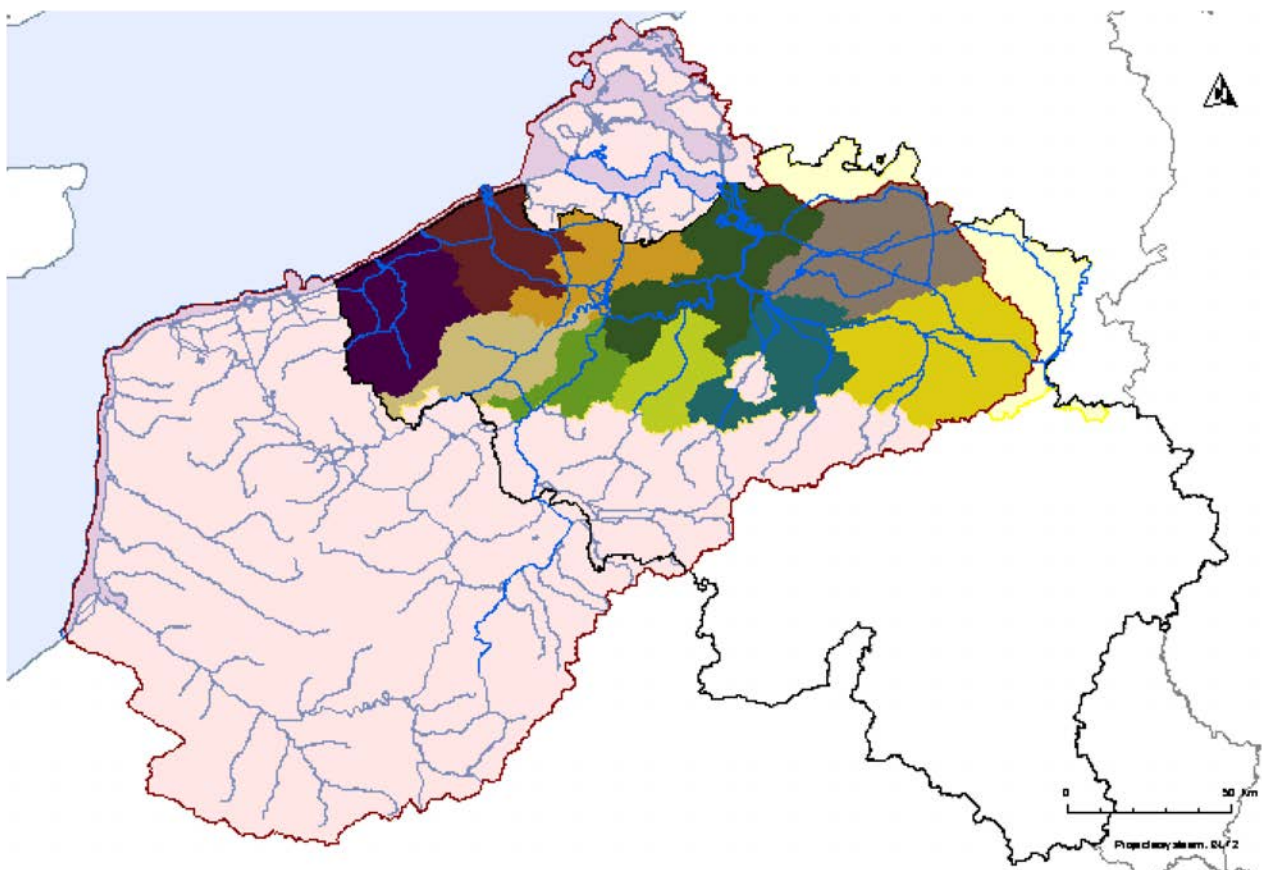
2.1 Algemene beschrijving

2.1.1 Situering

Stroomgebiedsdistrict Schelde

Het studiegebied bevindt zich in het internationale stroomgebiedsdistrict van de Schelde. Dit heeft een oppervlakte van 36.500 km², waarvan ongeveer een derde in Vlaanderen ligt. Het Vlaamse deel van het internationale stroomgebiedsdistrict van de Schelde (Figuur 1) wordt gevormd door het afstroomgebied van de rivieren Schelde en IJzer en hun zijrivieren en de Brugse Polders, samen met het bijbehorende grondwater en het kustwater.

Figuur 1 – Situering stroomgebiedsdistrict Schelde



Bron: Stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde 2016-2021, Beheerplan voor het Vlaams deel van het internationale stroomgebiedsdistrict van de Schelde (CIW, 2015)

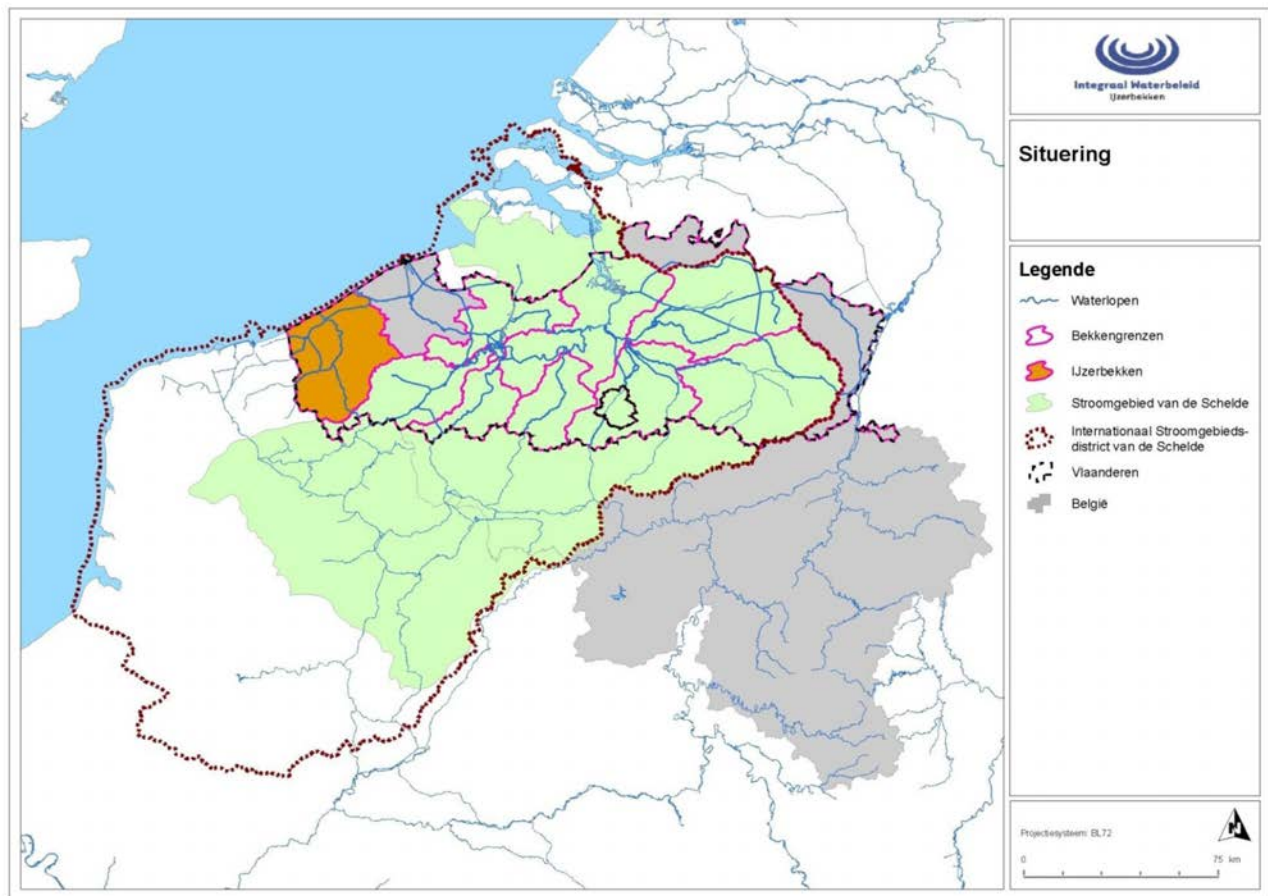
Het Schelde district is verder onderverdeeld in tien bekkens. Van west naar oost zijn dit: 1. IJzerbekken, 2. Bekken van de Brugse Polders, 3. Bekken van de Gentse Kanalen, 4. Benedenscheldebekken, 5. Leiebekken, 6. Bovenscheldebekken, 7. Denderbekken, 8. Dijle-Zennebekken, 9. Demerbekken en 10. Netebekken.

In de volgende paragrafen wordt een beschrijving gegeven van de hydrografie en de fysische en ruimtelijke kenmerken van het IJzerbekken. Deze informatie is overgenomen uit het Stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde 2016-2021, meer bepaald uit de bekkenspecifieke deel IJzerbekken (CIW, 2016).

IJzerbekken

Het IJzerbekken ligt volledig op West-Vlaams grondgebied. Er zijn 27 gemeenten geheel of gedeeltelijk betrokken.

Figuur 2 – Situering van het IJzerbekken



Bron: Stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde 2016-2021, bekkenspecifiek deel IJzerbekken (CIW, 2016)

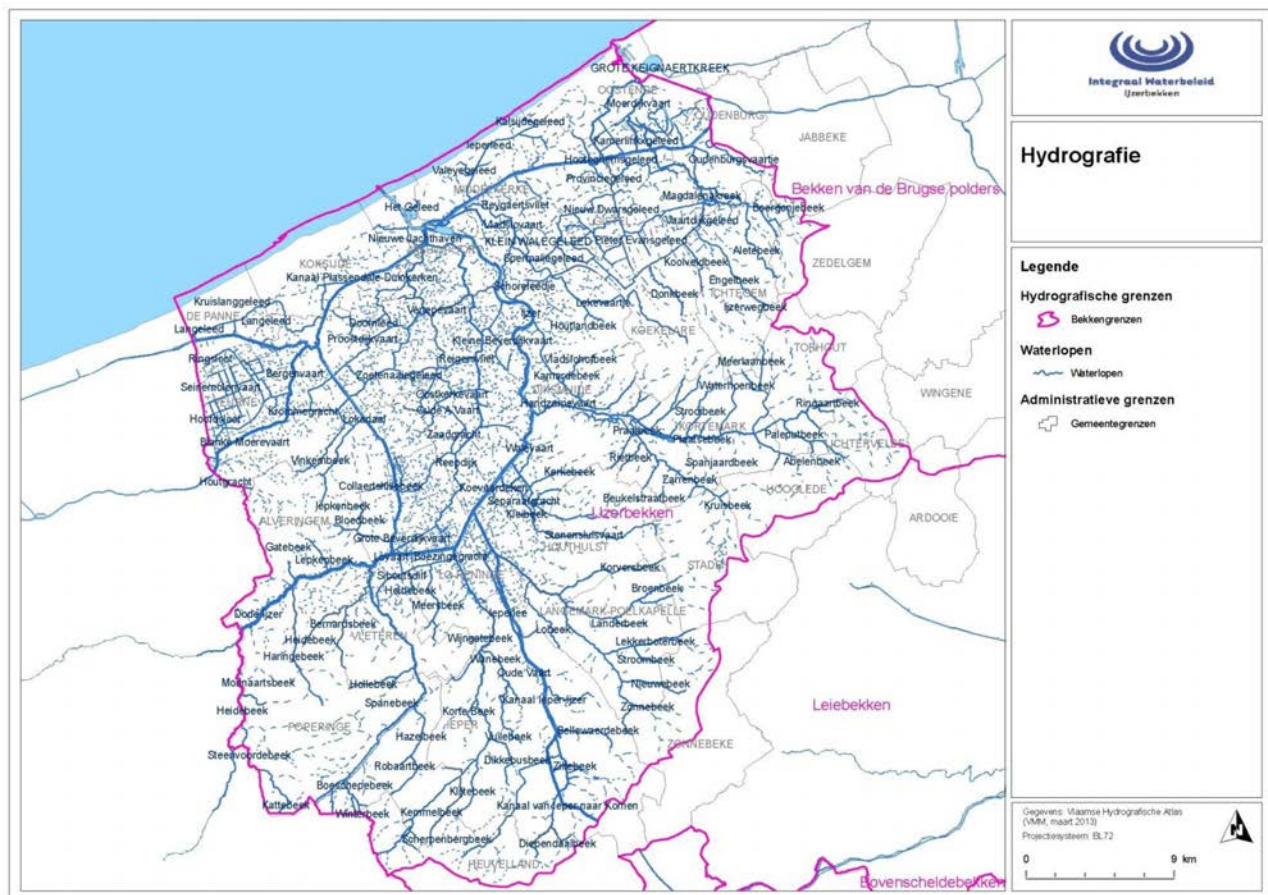
2.1.2 Hydrografie

Het afwateringssysteem in het IJzerbekken is complex. In het verleden werd het natuurlijke afwateringssysteem sterk gewijzigd door de aanleg van waterkerende dijken en grote kunstwerken en het graven van verschillende kanalen.

De afwatering gebeurt via de IJzer, via verschillende kanalen en via de grote onbevaarbare waterlopen.

Binnen het IJzerbekken kunnen vier grote afwateringsgebieden onderscheiden worden volgens de richting van waterlozing. Ze worden doorkruist door enkele kanalen.

Figuur 3 – Hydrografie van het IJzerbekken



Bron: Stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde 2016-2021, bekkenspecifiek deel IJzerbekken (CIW, 2016)

Afwateringsgebied van de IJzer met zijlopen en kanalen richting Ganzenpoot te Nieuwpoort

De **IJzer** ontspringt uit verschillende stroompjes in Frankrijk en mondt na ongeveer 78 km uit in zee, in Nieuwpoort. Eén derde van het stroomgebied ligt in Frankrijk (375 km²). Zo'n 47 km van de IJzer loopt over Vlaams grondgebied (834 km²).

De IJzer is op Vlaams grondgebied een typische laaglandrivier met zeer weinig verhang (ca. 0,08 m/km tussen de grens en Nieuwpoort). Op Frans grondgebied is het verhang aanzienlijk groter. Door de snelle afvoer van stroomopwaarts en de beperkte afwateringsmogelijkheden bij hoogwater stroomafwaarts worden de IJzer en de zijwaterlopen opgestuwd. Bij perioden van overvloedige neerslag leidt dit tot overstromingen van de verschillende aangrenzende broekgebieden.

De IJzer is grotendeels gekanaliseerd. Stroomopwaarts van Fintele strekt het afwateringsgebied zich uit langs rechter- en linkeroever. Tussen Fintele en Diksmuide ligt het afwateringsgebied enkel langs rechteroever. Vanaf Diksmuide monden geen waterlopen meer uit in de IJzer, doordat hij volledig is ingesloten tussen dijken. De IJzer is door middel van een stuw en een sluis (lepersluis en leperstuw, die beiden deel uitmaken van de Ganzenpoot) aan de getijdenwerking van de zee onttrokken. Vlak voor deze sluis bevindt zich een spaarbekken met een oppervlakte van ongeveer 30 ha, dat dienst doet als waterberging in perioden waarin niet naar zee kan afgevoerd worden.

De bovenlopen van de IJzer zijn typische neerslag waterlopen die in oorsprong natuurlijk zijn, maar op vele plaatsen, voornamelijk op hun midden- en benedenlopen, zijn rechtgetrokken en gekalibreerd en waarvan de oevers verstevigd zijn met harde materialen. De waterlopen ontspringen op hoogtes tussen 30 en 156 m en bereiken nabij hun monding een hoogte van ongeveer 5 m. Het verval van de waterlopen bedraagt tussen 1 en 2,6 m/km.

De **Heidebeek** ontspringt in Frankrijk en mondt uit in de IJzer in Roesbrugge-Haringe.

De **Poperingevaart** ontspringt in Frankrijk, is voor een groot deel overwelfd onder Poperinge, en mondt uit in de IJzer in Oostvleteren. De Boezingegracht vormt een bypass tussen de Poperingevaart en de IJzer. Enkel bij hoge afvoeren stroomt water van de Poperingevaart via de Boezingegracht naar de IJzer.

In Fintele staat de IJzer via een sluis en een stuw in verbinding met het **Lokanaal**, dat bij hoge debieten kan ingeschakeld worden om een gedeelte van de IJzerafvoer via Veurne en het kanaal Nieuwpoort-Duinkerke naar Nieuwpoort af te voeren.

De **Kemmelbeek** ontspringt in Frankrijk.

De **leperlee** ontspringt op de West-Vlaamse Heuvelrug in Wijtschate-Kemmel, is overwelfd onder leper, doorloopt een smalle vallei en loost in het kanaal leper-IJzer ter hoogte van Drie Grachten in Noordschote.

Het **kanaal leper-IJzer** bestaat uit 3 panden. Het bovenpand is het gedeelte tussen Boezinge-dorp en de haven van leper. Het middenpand ligt tussen Boezinge-sas en Boezinge-dorp. Het benedenpand situeert zich tussen Knokkebrug, waar het kanaal uitmondt in de IJzer, en Boezinge-sas.

De **Martjesvaart** ontspringt op de West-Vlaamse heuvelrug in Zonnebeke en mondt uit in het kanaal leper-IJzer ter hoogte van Merkem.

Het stroomgebied van de **Blankaart** waterlopen – **Stenensluisvaart**, **Houtensluisvaart** en **Noordkantvaart** – kent zijn oorsprong in Houthulst. Het waterpeil wordt geregeld door middel van een stuw en een vast pompgebied op de Stenensluisvaart.

De **Handzamevaart** ontspringt in Lichtervelde. Onderweg wordt ze gevoed door verschillende zijlopen om uiteindelijk in Diksmuide uit te monden in de IJzer.

De waterafvoer naar zee in het relatief vlakke poldergebied gebeurt door een uitgebreid en dicht netwerk van waterlopen. Dit netwerk is grotendeels door de mens aangelegd en doet dienst voor de afwatering of waterinname. Het gebied is lagergelegen dan het vloedpeil van de zee. In het poldergebied wordt een specifiek peilbeheer gevoerd. De afwatering gebeurt gravitair, met vaste pompgebieden of door middel van noodpompgebieden. In droge perioden wordt gebiedsvreemd water ingelaten.

Afwateringsgebied van de polderwaterlopen en kanalen richting Ganzenpoot of via de Oude Veurnevaart in de havengeul

Het grootste deel van de polderwaterlopen ten westen van de IJzer wordt ontwaterd via de **Grote Beverdijkvaart** en **Koolhofvaart**. Beide waterlopen vloeien samen op ongeveer 800 m van de IJzermonding in het afvoerkanaal van Veurne-Ambacht (het perskanaal in Nieuwpoort). Het Veurne-Ambachtgebied heeft een capaciteit van 27,5 m³/s. Dit noodpompgebied ondersteunt de gravitaire afwatering door water te pompen in het perskanaal dat uitmondt in de Ganzenpoot.

Het noordelijke deel van de polderwaterlopen ten westen van de IJzer watert enerzijds gravitair af via het **Langgeleed** in de haven van Nieuwpoort ter hoogte van het Kattas en anderzijds via het kanaal Nieuwpoort-Duinkerke.

Het **Lokanaal** vormt op zich geen onderdeel van het afwateringsgebied van het Veurne-Ambachtgemaal. Een deel van de polderwaterlopen wordt wel ontwaterd via dit kanaal door middel van 3 noodpompgemalen.

Het **kanaal Nieuwpoort-Duinkerke** ontsluit de westkust en vormt een verbinding met de Noord-Franse havensteden. Het kanaal staat in verbinding met het sluizencomplex de Ganzenpoot in Nieuwpoort. In Veurne verzekeren noodpompen bij hoog water verbinding met het Lokanaal. Via het Sas van Dierendonck is er een doorgang van het kanaal naar het afwateringsgebied Grote Beverdijkvaart – Koolhofvaart.

Het **kanaal Plassendale-Nieuwpoort** ontsluit het binnenland. In Plassendale sluit het aan op het kanaal Oostende-Brugge. Het kanaal staat in verbinding met het sluizencomplex de Ganzenpoot in Nieuwpoort en sluit aan op de IJzer via de Sint-Jorissluis (verbindingskanaal met spaarbekken). Het water dat in het kanaal Plassendale-Nieuwpoort terecht komt, kan zowel naar Oostende als naar Nieuwpoort afvloeien. De voornaamste stroomrichting van het kanaal Plassendale-Nieuwpoort is richting Nieuwpoort.

De hoofdpolderwaterlopen ten oosten van de IJzer, uitwaterend via de Ganzenpoot te Nieuwpoort, zijn het **Graningatevliet - Nieuw Bedelf** en de **Vladslovaart - Kreek van Nieuwendamme**. Beide waterlopen zijn voorzien van noodpompen. Het afwateringsgebied Nieuw Bedelf ligt ten noorden van het kanaal Plassendale-Nieuwpoort. Onder dit kanaal zorgt een grondduiker voor een verbinding met de Kreek van Nieuwendamme.

Sommige polderwaterlopen ten oosten van de IJzer wateren af in het kanaal Plassendale-Nieuwpoort. De belangrijkste is de **Moerdijkvaart**. Deze watert gravitair af in het kanaal. De afwatering van de overige waterlopen naar het kanaal gebeurt via een 3-tal vaste pompgemalen.

Afwateringsgebied richting Frankrijk

Het afwateringsgebied de Moeren - 'Binnenmoeren' - wordt, gezien de zeer lage ligging, door 4 vaste pompgemalen in het afwateringskanaal van het **Ringslot** gebracht, dat het water afvoert naar Duinkerke via het **Canal des Moëres** en het pompstation 'Les Quatres Ecluses'.

De **Bergenvaart** is een 'kanaal' dat vanaf Veurne over Bulskamp naar Frankrijk loopt. Op Vlaams grondgebied bestaat het kanaal uit twee panden, van elkaar gescheiden door de Houtemsluis. Het afwateringsgebied omvat de 'Buitenmoeren' (exclusief De Honderd Gemeten), namelijk het deel van de zandleemstreek tussen de Franse grens, Houtem en het Plateau van Izenberge.

Afwateringsgebied richting haven van Oostende

De hoofdpolderwaterlopen ten oosten van de IJzer die rechtstreeks afwateren via de haven van Oostende zijn **Zandvoordegeleed-Provinciegeleed-Dode Kreek**, **Kameringsgeleed-Gauweloze kreek** en **Hagebruggeleed-Sluis kreek**. Het Caemerlinckscomplex is het uitwateringskunstwerk in de haven van Oostende. De waterlopen zijn hoofdzakelijk ten noorden van het kanaal Plassendale-Nieuwpoort gelegen. Via grondduikers onder dit kanaal wordt ook een deel water van het gebied ten zuiden van dit kanaal afgevoerd via het Hagebruggeleed en het Pierskillegeleed.

Stilstaande waters of meren

In het spaarbekken van het waterproductiecentrum **De Blankaart** wordt water verzameld uit de IJzer en omliggende waterlopen om te behandelen tot drinkwater.

Grensoverschrijdende waterlopen

De **IJzer/L'Yser** ontstaat in Frankrijk uit een samenvloeiing van verschillende kleine beekjes van de gemeenten Lederzeele, Buysseure, Broxeele, Volkerinckhove en Rubrouck. De belangrijkste bovenlopen bevinden zich langs de rechteroever. Het zijn de Peene Becque, de Sale Becque, de Petite Becque, de Haende Becque en op de grens de Ey Becque. 1/3 van het afwateringsgebied van de IJzer (ca. 375 km²) bevindt zich in Frankrijk. Op Frans grondgebied is het verhang van de IJzer de eerste 7,5 km ca. 2 m/km en verder ca. 0,65 m/km. Door dit relatief grote verhang wordt het oppervlaktewater bij neerslag snel naar de Frans-Belgische grens gevoerd.

De **Heidebeek/l'Ey Becque** ontspringt in Frankrijk in Saint-Sylvestre-Cappel en vormt na een afstand van ca. 11 km de grens met België. Het brongebied is erosiegevoelig.

De **Vleiterbeek/Vleiter Becque** ontspringt in Frankrijk in Godewaersvelde en Boeschepe en vormt de bovenloop van de Poperingevaart.

De **Franse beek** vormt de bovenloop van de Kemmelbeek en ontspringt in Frankrijk vanop de Zwarte Berg in Boeschepe.

Het **Kanaal Nieuwpoort-Duinkerke/Canal de Furnes** vormt een verbinding tussen de havens van Duinkerke en Nieuwpoort. Onder normale weersomstandigheden wordt het water afgevoerd naar zee via Nieuwpoort. Dit staat in een conventie tussen Frankrijk en België van 26 juni 1890 en haar aanvullingen van 8 maart 1968.

De **Bergenvaart/Canal de la Basse Colme** vormt een verbinding tussen de steden Veurne (B) en Bergues (Fr). Er wordt niet op gevaren. De waterloop dient vooral voor de afwatering van de 'Buitenmoeren'. De afwateringszin is opgenomen in een conventie tussen Frankrijk en België van 26 juni 1890 en haar aanvullingen van 8 maart 1968.

De **Ringslot/Ringsloot** omgeeft de 'Binnenmoeren' en zorgt voor de afwatering van het gebied. De afwateringszin is opgenomen in een conventie tussen Frankrijk en België van 26 juni 1890 en zijn aanvullingen van 8 maart 1968.

2.1.3 Geografie en reliëf

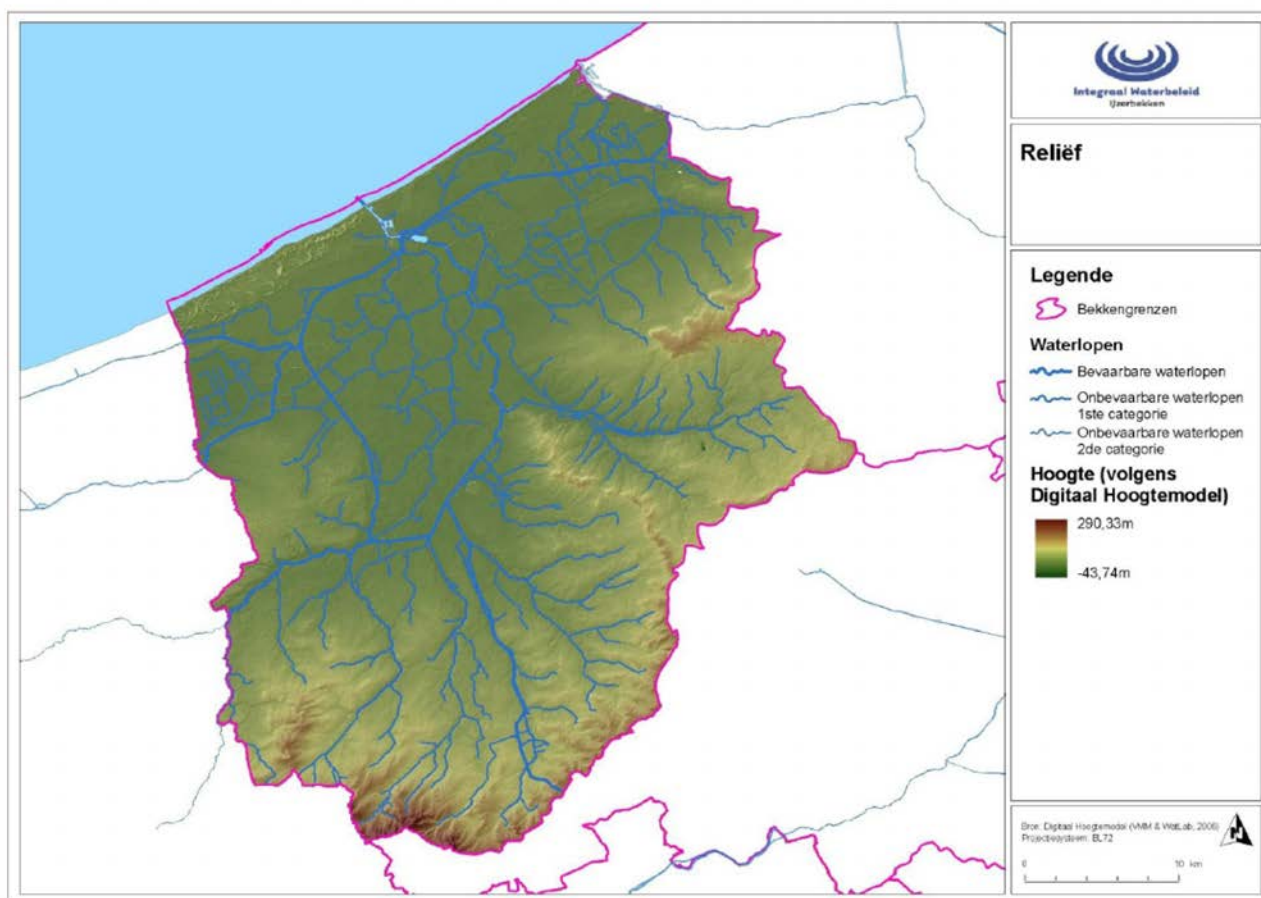
Het IJzerbekken heeft een oppervlakte van 1.378 km². De hoogte binnen het bekken van de IJzer varieert van 0 tot 156 mTAW.

De kustduinen en strandzone vormt de noordgrens van het IJzerbekken. De kustpolders zijn relatief vlak en liggen onder 5 mTAW. Ze vertonen een microreliëf van hoger gelegen kreekruggen en lager gelegen poel- of komgronden. De polderwaterlopen hebben nagenoeg geen verval, zijn relatief ondiep en voeren het overtollige hemelwater gravitair af naar zee. Water kan alleen geloosd worden als het polderpeil hoger staat dan het zeepeil.

Naast de kustvlakte onderscheidt men binnen het IJzerbekken nog het Houtland met als micro-reliëf komvormige depressies met gebrekkige waterafvoer en het Plateau van Wijnendale (20 - 50 mTAW) met zwak golvend reliëf. Steilere hellingen worden gevormd door het IJzer-Leie-interfluvium (2,5 - 60 mTAW) (Wijtschate-Zandvoorde-Passendale-Westrozebeke-Klerken-Diksmuide, Hooglede, Lichtervelde), het plateau van Izenberge (15 - 20 mTAW) en de West-Vlaamse heuvels (30 - 156 mTAW) (Kemmelberg, Monteberg, Scherpenberg, Rodeberg, Vidaigneberg, N-Z rug Watou-Poperinge).

De relatief natuurlijke waterlopen die op deze hoogtes ontspringen, worden gevoed door neerslag en kennen in die perioden hogere stroomsnelheden. Aan de top zijn deze waterlopen ingesneden in het reliëf. Waar ze in vlakker terrein komen, vermindert de stroomsnelheid en zijn de waterlopen minder diep ingesneden. Er kunnen overstromingen voorkomen in de valleigebieden, vooral de broeken van de IJzervallei en de Handzamevallei.

Figuur 4 – Reliëf in het IJzerbekken



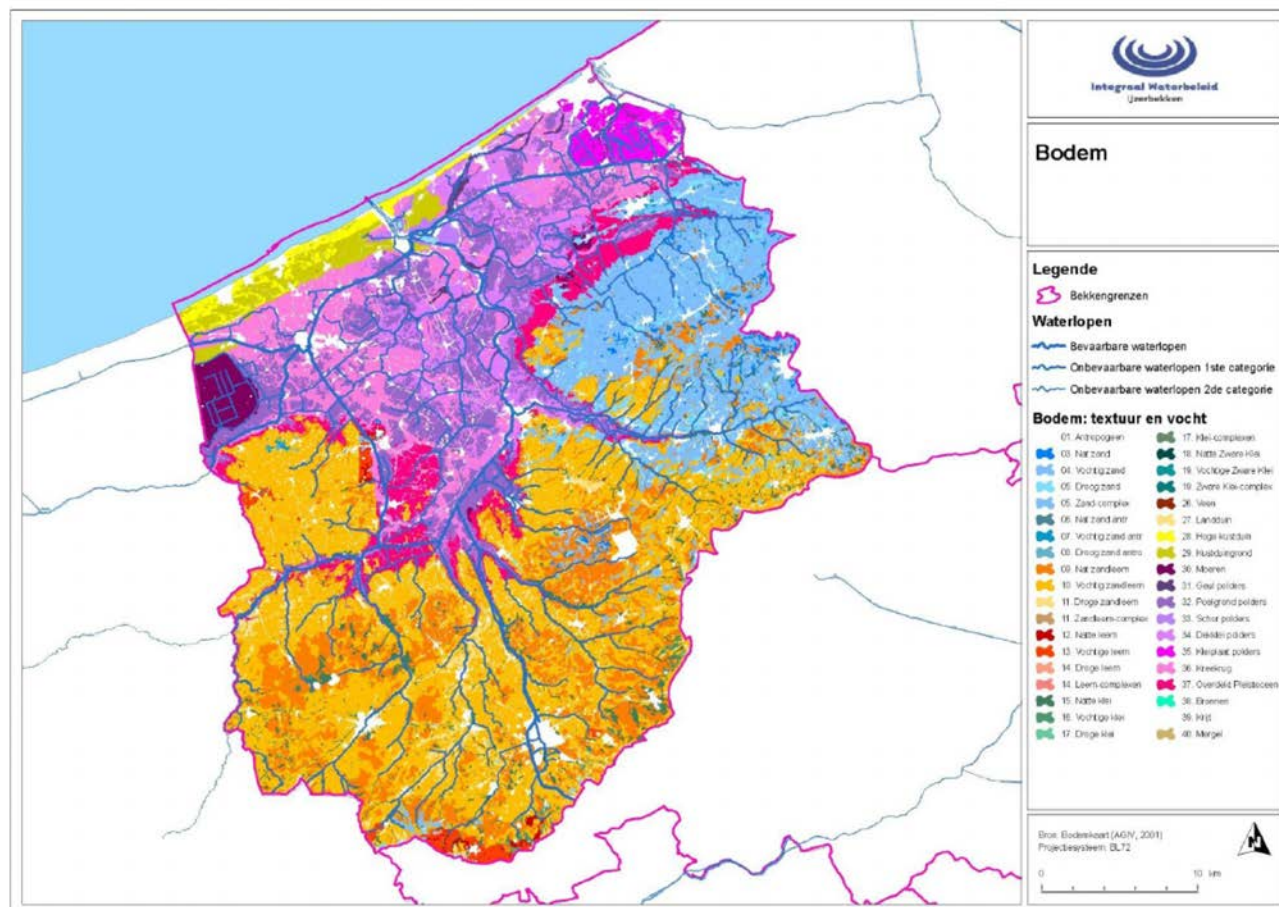
Bron: Stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde 2016-2021, bekkenspecifiek deel IJzerbekken (CIW, 2016)

2.1.4 Bodemtype

Zandleem is de meest voorkomende bodemsoort (29%). Deze bodemtextuur is vooral te vinden in het zuidelijke en zuidoostelijke deel van het IJzerbekken, in de gemeenten Alveringem, Poperinge, Vleteren, het noordelijke deel van Heuvelland, Ieper, Langemark-Poelkapelle en Houthulst. De puur alluviale bodems van klei, zware klei en veen zijn vooral terug te vinden in het natte poldergebied en nemen ongeveer 28,7% van de oppervlakte in. 12,4% van de oppervlakte van het IJzerbekken is antropogeen van bodemtype en bestaat uit afgegraven en opgehoogde gronden, bebouwde zones, overslaggronden,... Licht zandleem neemt ongeveer 12% van de oppervlakte in. Deze bodems komen verspreid voor in het zuidelijke en zuidoostelijke deel van het bekken. Ze zijn ook terug te vinden in de Moeren en ten noorden van de Handzamevallei op het grondgebied van Koekelare-Kortemark. 8,6% wordt ingenomen door lemige zandbodems, die voornamelijk verspreid terug te vinden zijn in het noordwestelijke deel van het bekken, het Houtland. 5,6% van de oppervlakte bestaat uit zandbodems. Deze bodems komen eveneens voor in het Houtland. Het Ringslot vormt een zandgordel rondom de Moeren. 0,9% is leembodem. Dit bodemtype is terug te vinden in de Zuid-West-Vlaamse getuigenheuvels, Alveringem, Leisele en Houtem. Er komen heel wat natte tot zeer natte bodems voor in het IJzerbekken.

De textuurklasse van de bodem geeft een richtwaarde voor het vochtophoudend vermogen en de verzadigde hydraulische conductiviteit van de bodem, hetgeen een impact heeft naar infiltratie en erosiegevoeligheid.

Figuur 5 – Bodem in het IJzerbekken



Bron: Stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde 2016-2021, bekken specifiek deel IJzerbekken (CIW, 2016)

2.1.5 Bodemgebruik

De open ruimte in het IJzerbekken wordt vooral ingenomen door akkerbouw en grasland. Het grondgebruik in het IJzerbekken is dan ook overwegend agrarisch. Ongeveer 80% van de oppervlakte wordt gebruikt voor akkerbouw, tuinbouw of grasland. Akker- en tuinbouw zijn het sterkst aanwezig, gevolgd door grasland. De graslanden liggen vooral in de buurt van waterlopen, IJzervallei en Handzamevallei, en vooral in komgronden in het poldergebied.

Het IJzerbekken kent in zijn geheel een relatief kleine verstedelijkingsgraad. Ongeveer 7,4% van de totale oppervlakte van het IJzerbekken wordt gerekend tot bebouwde of verharde oppervlakte. De verstedelijking is sterk aanwezig in de kustzone en het oostelijk deel van het IJzerbekken. Verstedelijkte zones treffen we aan in Ieper, Poperinge, Diksmuide, Veurne, Nieuwpoort en Oostende. Verder komen verschillende kleine woonkernen voor en verspreide bebouwing. In de toeristische periodes kent de kustzone een aanzienlijke druk vanuit toerisme door een grote vraag naar drinkwater en een grote productie van afvalwater.

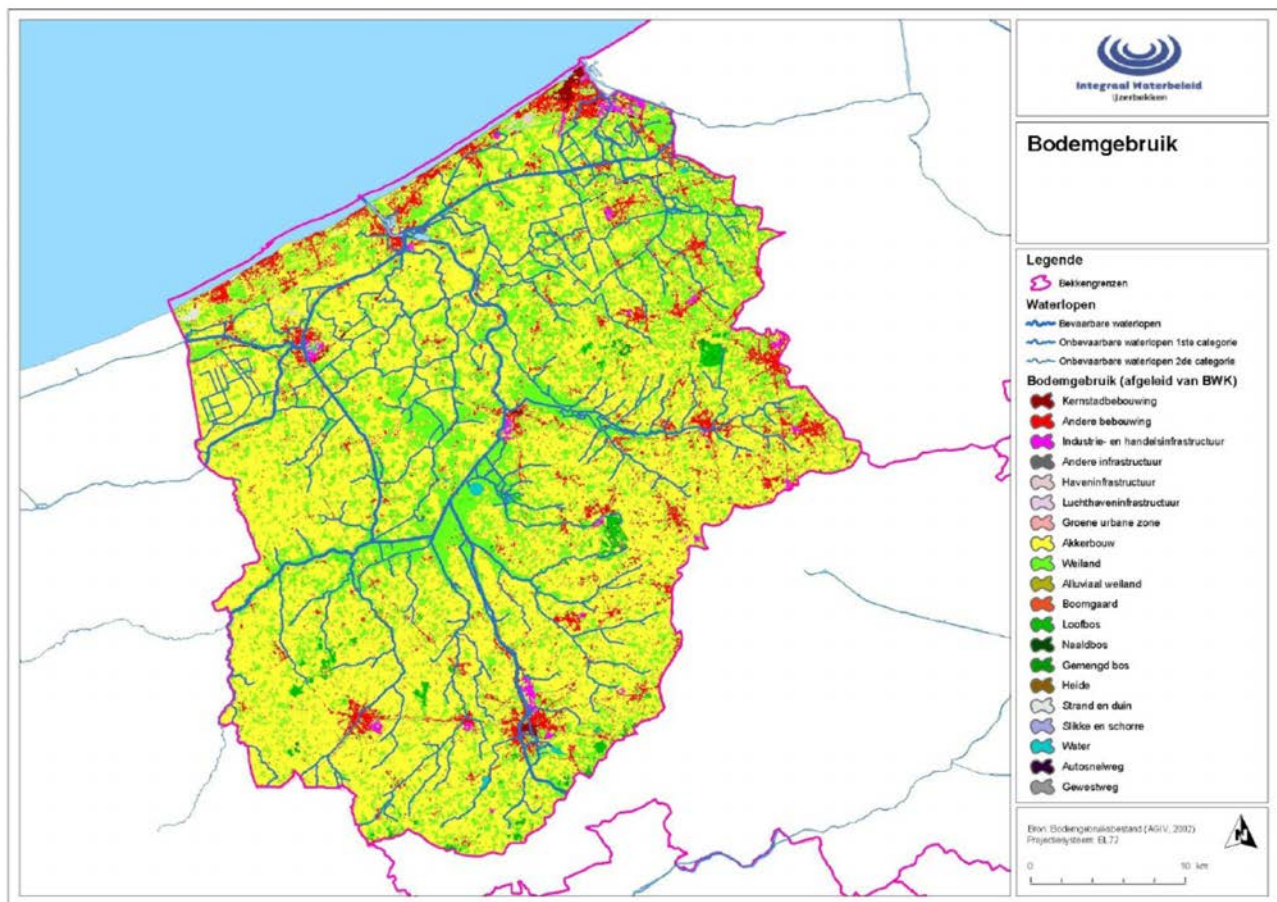
Industrie komt vooral voor in de grote bebouwde kernen, zoals Ieper, Poperinge, Diksmuide, Veurne en Oostende.

Slechts 2% van het bekken is bebost of te bebossen. Het Wijnendalebos, het militair domein en het bos van Houthulst vormen de grootste boscomplexen.

De sterke toename van verharde oppervlakte (o.a. in de duinengordel langs de kust, bijkomende bebouwing in het ganse bekken) en omzetting van grasland in akkerbouw (o.a. groententeelt) vermindert in bepaalde

gebieden de infiltratiecapaciteit en zorgt voor een versnelde afvoer van het water. In sommige intensieve landbouwgebieden daalt de grondwatertafel sterk door drainages en ontwatering via de polderwaterlopen waardoor het waterconserverend vermogen van de bodem teniet wordt gedaan.

Figuur 6 – Bodemgebruik in het IJzerbekken



Bron: Stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde 2016-2021, bekkenspecifiek deel IJzerbekken (CIW, 2016)

2.1.6 Overstromingen

Overstromingen zijn een natuurlijk verschijnsel: vooral tijdens de winterperiodes zorgt de verhoogde aanvoer van water ervoor dat waterlopen hun winterbedding aanspreken en dus buiten hun oevers treden. Kanaliseringen en de inname van valleigebieden door bebouwing en infrastructuur zorgen er echter voor dat waterlopen hun natuurlijke overstromingsgebieden niet meer maximaal kunnen benutten waardoor ze plaatselijk soms ook buiten hun van nature overstroombare gebieden overstromen. Gebieden die (nu) overstromen vallen dus niet altijd en overal samen met de van nature overstroombare gebieden van de waterlopen.

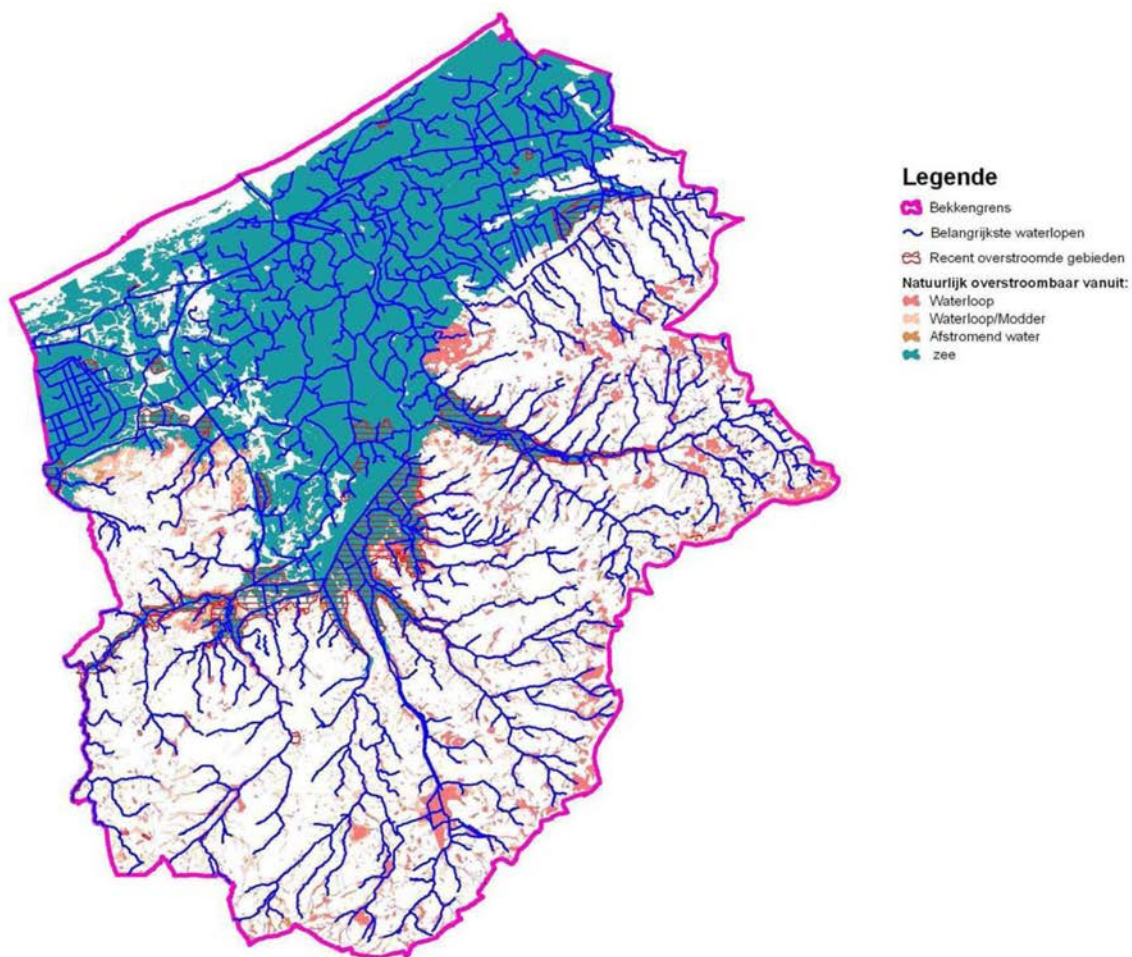
De van nature overstroombare gebieden (NOG) zijn afgebakend op basis van de bodemkaart. Uit de bodem kan immers afgeleid worden welke sedimenten er zich in het verleden hebben afgezet door overstromingen vanuit de waterloop zelf (valleigebieden) of vanuit de zee (poldergebieden). Deze gebieden hebben niet noodzakelijk een verhoogd actueel overstromingsrisico. Het is eerder een indicatie van waar overstromingen zich kunnen voordoen in afwezigheid van menselijk ingrijpen. Toch zijn ze van groot belang om een beeld te kunnen geven van de mogelijke gevolgen van extreme weersomstandigheden of het falen van bestaande waterkeringen. De van nature overstroombare gebieden zijn de valleigebieden van de IJzer en haar

zijwaterlopen. De IJzerbroeken (rechteroever stroomopwaarts Diksmuide) worden door de IJzer als winterbed ingenomen. De valleien van de benedenlopen van de waterlopen die uitmonden in de IJzer overstroomden van nature (Handzamevaart, Blankaart waterlopen, Martjevaart, Kemmelbeek, Poperingevaart, Heidebeek). Ook laaggelegen gebieden in de polders overstroomden (Moere van Gistel, Vlavlakte, Lolege,...).

De IJzer is grotendeels gekanaliseerd en tevens bevaarbaar waardoor het natuurlijke contact tussen de rivier en haar vallei nog slechts bestaat ter hoogte van de IJzerbroeken (rechteroever stroomopwaarts Diksmuide), die fungeren als winterbed voor de IJzer. Ook de valleien van de benedenlopen van de waterlopen die in de IJzer uitmonden overstroomden (Martjesvaart, Kemmelbeek, Poperingevaart, Heidebeek,...). Ook de niet of beperkt ingedijkte delen van de Handzamevaart overstroomden.

De recent overstroomde gebieden (ROG) zijn een weergave van de bekende overstromingen die zich hebben voorgedaan in de periode 1988-2003.

Figuur 7 – Van nature overstroombare gebieden (NOG) en recent overstroomde gebieden (ROG) in het IJzerbekken



Bron: Het bekkenbeheerplan van het IJzerbekken (CIW, 2008)

In het IJzerbekken hebben in het verleden verschillende overstromingen wateroverlast tot gevolg gehad. Naar aanleiding daarvan zijn in het verleden al verschillende maatregelen genomen: de inrichting van de gecontroleerde overstromingsgebieden of wachtbekkens, de bouw van stuwen en pompstations, de aanleg van (plaatselijke) dijken, enz. Ondanks de verschillende maatregelen die reeds genomen zijn, wordt het IJzerbekken nog geconfronteerd met wateroverlast.

2.2 Aanvullende beschrijving

In dit hoofdstuk wordt een meer gedetailleerde beschrijving gegeven van bepaalde delen van het studiegebied. De beschrijving richt zich vooral op de waterlopen en kunstwerken die hydrodynamisch gemodelleerd werden. Ze is gedeeltelijk gebaseerd op rapporten van eerdere modelleringsstudies (D'Haeseleer & Deschamps, 2006), (Coen *et al.*, 2013), (Boey *et al.*, 2013).

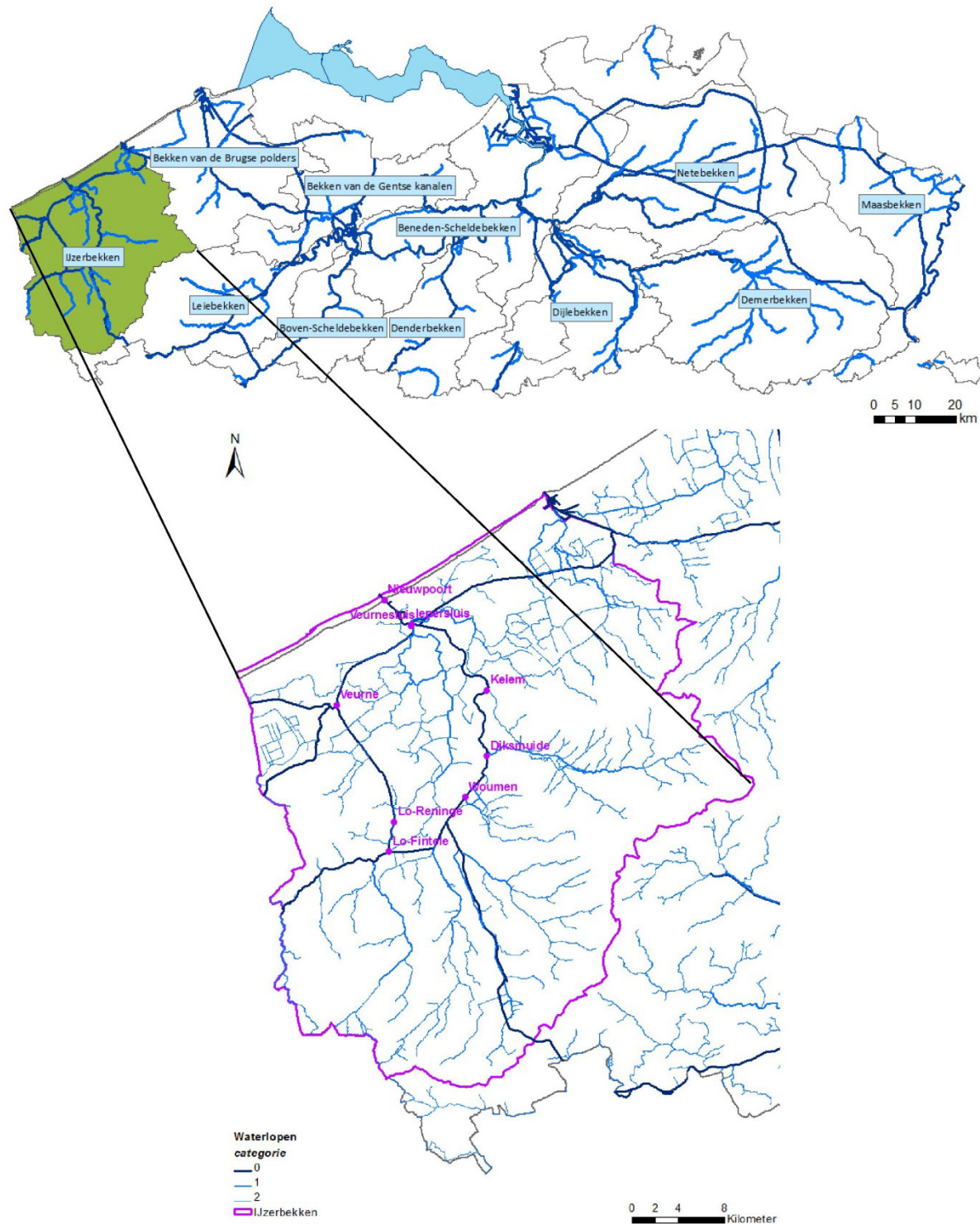
2.2.1 Begrenzing

Het studiegebied omvat het IJzerbekken (Figuur 8).

In deze modelleringsstudie werden de belangrijkste waterlopen in het bekken van de IJzer gemodelleerd. Dit zijn de bevaarbare waterlopen IJzer, Lokanaal, Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort en Kanaal Ieper-IJzer. Het Canal de Furnes werd benaderend opgenomen in het model. Bergenvaart, Kanaal Plassendale-Nieuwpoort, Kreek van Nieuwendamme/Vladslovaart werden niet meegenomen in deze studie. De onbevaarbare waterlopen van eerste categorie werden mee gemodelleerd tot het meest afwaartse debietmeetpunt. Het numerieke 1D-model bevat de volgende waterlopen:

- IJzer van Roesbrugge tot Nieuwpoort (Ganzenpoot)
- Lokanaal van Lo-Fintele tot Veurne
- Canal de Furnes / Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort van Duinkerke tot de Frans-Belgische grens
- Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort van de Frans-Belgische grens tot Nieuwpoort (Ganzenpoot)
- Kanaal Ieper-IJzer van Boezingesas tot de monding in de IJzer (enkel afwaartse pand)
- Poperingevaart van de limnigraaf in Oostvleteren tot de monding
- Kemmelbeek van de limnigraaf in Boezinge tot de monding
- Ieperlee van de limnigraaf in Zuidschote tot de monding
- Martjesvaart en Sint-Jansbeek van de limnigraaf in Merkem tot de monding
- Stenensluisvaart van de limnigraaf in Merkem tot de monding
- Houtensluisvaart van de Blankaart tot de monding
- Noordkantvaart van de Houtensluisvaart naar de Stenensluisvaart
- Handzamevaart van de limnigraaf in Kortemark tot de monding
- Venepevaart vanaf Oudkapelle tot de monding in de Beverdijkvaart
- Koolhofvaart vanaf splitsing van de Venepevaart tot de monding in de Beverdijkvaart
- Beverdijkvaart vanaf Oudkapelle tot Nieuwpoort (Ganzenpoot)

Figuur 8 – Situering IJzerbekken



2.2.2 Waterlopen

De IJzer ontstaat in Frankrijk uit de samenvloeiing van een aantal grachten. Algemeen wordt aangenomen dat de IJzer op deze manier ontspringt in de gemeente Lederzeele, ongeveer op een hoogte van 35 mTAW. De totale oppervlakte van het stroomgebied bedraagt 1.101 km², waarvan ongeveer een derde in Frankrijk is gesitueerd. De afbakening van het stroomgebied wordt in het westen (Frankrijk) gevormd door een heuvelrug die de scheiding vormt met het stroomgebied van de Hem. De noordelijke rand ligt op een hoogte van ongeveer 35 mTAW bij Watten tot 15 mTAW bij de Frans-Belgische grens. Het bekken wordt in het zuiden duidelijk gescheiden van het Leiebekken door een heuvelrij met onder meer de Casselberg (176 mTAW), Zwarteberg (150 mTAW), Rodeberg (143 mTAW) en Kemmelberg (155 mTAW). Ten oosten heeft het stroomgebied geen natuurlijke begrenzing. De linkeroever van de IJzer is stroomafwaarts van Lo-Fintele bedijkt, de rechteroever stroomafwaarts van Diksmuide. Achter deze dijken gebeurt de afwatering rechtstreeks naar Nieuwpoort via de Beverdijkvaart en de Nieuwendammekreek.

De lengte van de IJzer bedraagt ongeveer 78 km waarvan 45 km op Belgisch grondgebied ligt. Op Frans grondgebied zijn de belangrijkste zijwaterlopen de Peene Becque, de Sale Becque en de Herzeele. Bij de grens mondt de Heidebeek uit in de IJzer. In Vlaanderen komen achtereenvolgens de Poperingevaart, de Kemmelbeek, het Kanaal Ieper-IJzer met Ieperlee en Martjesvaart, Stenensluisvaart, Houtensluisvaart en Handzamevaart als belangrijkste zijlopen in de IJzer uit. Deze bekkens liggen allemaal op de rechteroever van de IJzer.

In Lo-Fintele staat de IJzer in verbinding via een stuw-sluiscomplex met het Lokanaal. Het Lokanaal wordt bij hoge debieten op de IJzer ingeschakeld om een gedeelte van de IJzerafvoer via Veurne en het kanaal Duinkerke-Nieuwpoort naar Nieuwpoort af te voeren. Tussen Diksmuide en Nieuwpoort ligt de IJzer volledig tussen dijken en komen er geen zijwaterlopen meer in uit. In Nieuwpoort ligt nog een kunstmatig bufferbekken ("spaarbekken") voor afvoer van de IJzer. Net afwaarts daarvan mondt de IJzer via de Iepersluis en -stuw (onderdeel van de Ganzenpoot) uit in de havengeul van Nieuwpoort en verder in de Noordzee. Deze stuw en sluis sluiten de IJzer af voor de getijbewegingen van de Noordzee en tijdens de laagwaterperiode loost men het overtollige bovendebiet van de IJzer naar zee.

De IJzer zelf is in Frankrijk relatief steil, zodat bij regenval een vrij snelle afvoer van het oppervlaktewater naar de Frans-Belgische grens plaatsvindt. Afwaarts van Roesbrugge komt de IJzer in een bredere vallei en neemt het verhang sterk af. De IJzer wordt een typische regenrivier genoemd en vertoont grote debietsveranderingen. Bij weinig neerslag valt het debiet in Roesbrugge tot nul terug, terwijl er bij veel neerslag debieten tot meer dan 100 m³/s kunnen genoteerd worden. In normale omstandigheden wordt het waterpeil van de IJzer op een streefpeil van 3,14 mTAW gehouden. Voor het Lokanaal en het kanaal Duinkerke-Nieuwpoort tussen Veurne en Nieuwpoort bedraagt dit 2,44 mTAW.

2.2.3 Kunstwerken

De kunstwerken die opgenomen zijn in het model worden hieronder met meer detail besproken.

Afmetingen

De afmetingen van de kunstwerken op de bevaarbare waterlopen werden overgenomen van de volgende plannen:

- Sluizencomplex te Nieuwpoort – Situatieplan (schaal 0.002 P.M.)
- Liggingsplan, Bestaande toestand – sluis en stuw en glooiing, Bestaande geleidingsstaketsels
- Etablissement de quatre vannes de garde avec cricq de manoeuvre à la tête aval du déversoir de la Fintelle, à la jonction de l'Yser et du Canal de Loo, Nieuport, 27 octobre 1888
- Verlenging der Finteelesluis te Pollinkhove, Nieuwpoort, 4 juni 1934

Regeling

De regeling van de kunstwerken op de bevaarbare waterlopen gebeurt niet automatisch maar manueel volgens bepaalde vuistregels. Deze werden bepaald op basis van gesprekken met de districtsverantwoordelijke en de stuwwachters en in beperkte mate van de logboeken bij de kunstwerken.

Ganzenpoot te Nieuwpoort

Aan de Ganzenpoot te Nieuwpoort monden zes waterlopen uit de Vlaamse kustvlakte uit: (1) Nieuw bedelf; (2) kanaal Plassendale-Nieuwpoort (via Gravensas), (3) kreek van Nieuwendamme (via Springsas/Scheursas), (4) IJzer (via Ieperstuw en Iepersas), (5) perskanaal of Veurne-Ambachtvaart en (6) kanaal Duinkerke-Nieuwpoort (via Veurnestuw en Veurnesas). Deze waterlopen en kunstwerken worden getoond in Figuur 9. Afwaarts van de Ganzenpoot stroomt de IJzer verder via de havengeul van Nieuwpoort naar de Noordzee.

Figuur 9 – Ganzenpoot



leperstuw en lepersluis

De afwatering van de IJzer te Nieuwpoort, in de Ganzenpoot, wordt gecontroleerd door het complex van de leperstuw en lepersluis. Dit complex bestaat uit een sluis met parallel hieraan vijf stuwopeningen (zie Figuur 10).

Elke stuw is ingebouwd in een 2,1 m brede gemetste koker. Het bodempeil van de kokers ligt op -0,13 mTAW, de bovenkant is boogvormig en bevindt zich tussen de 3,40 en 3,75 mTAW. In elke koker kan een schuif worden neergelaten om het water op te stuwen. De bediening van de schuiven gebeurt elektromechanisch maar de aansturing is handmatig.

De sluis heeft een breedte van 8,5 m en een bodempeil van -0,12 mTAW. Op de sluisdeuren bevinden zich twee handschuiven. De schuiven zijn 0,5 m breed en 1 m hoog (mondeling meegedeeld door de beheerder) en bevinden zich op 0,4 mTAW. Deze schuiven kunnen voor extra afwatering zorgen als de sluis dicht is. Naast de sluis bevinden zich twee omloopriolen. De riolen zijn 0,8 m breed en 1,7 m hoog. Het bodempeil bevindt zich op 0,35 mTAW (schatting van plan). De waterbeheerder vermeldde bij nazicht dat enkel de handschuiven aan de opwaartse zijde nog kunnen geopend worden. Aan de zeezijde zijn deze geblokkeerd. Ze zouden zich tevens op 0,28 mTAW in plaats van op 0,4 mTAW bevinden. Bij hoge afvoeren kunnen de sluisdeuren volledig geopend worden. Er kan dan ook geloosd worden doorheen de volledige sluisopening.

Figuur 10 – Foto leperstuw en lepersluis langs afwaartse zijde



Bron: Patrimoniumdatabank

Stuw Veurne Ambacht

Deze stuw zorgt voor de uitwatering van het Perskanaal of de Veurne-Ambachtvaart in de Ganzenpoot.

De stuw bestaat uit acht openingen, met schuiven in gemetste kokers (zie Figuur 11). Het bodempeil bevindt zich op 0,33 mTAW en elke koker heeft een breedte van 2 m.

De stuw is zo ingesteld om in periodes van hoge was de schuiven maximaal te openen zodat men een maximale evacuatie bekommt, maar toch geen terugstroom vanuit de Ganzenpoot naar het perskanaal en de polder. Bij drogere periodes worden de schuiven zodanig geregeld dat een minimum waterniveau in de polder behouden blijft (Boey *et al.*, 2013).

Figuur 11 – Foto Veurne-Ambachtstuw langs opwaartse zijde



Bron: Patrimoniumdatabank

Veurnestuw en Veurnesluis

Het Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort mondt uit in de Ganzenpoot via het complex van de Veurnestuw en Veurnesluis (zie Figuur 12).

Net zoals bij de Ieperstuw, bevinden de vier schuiven van de Veurnestuw zich in gemetste kokers. Het bodempeil bevindt zich op -0,18 mTAW en elke koker is 2,1 m breed. De schuiven kunnen opgetrokken worden tot 1,82 mTAW (openingen van 2 meter hoog).

De Veurnesluis heeft een breedte van 8,50 m en het bodempeil bedraagt 0,07 mTAW. De handschuiven op de sluisdeuren hebben een afmeting van 0,5 op 0,5 m en bevinden zich op 0,57 mTAW. De omloopriolen hebben een breedte van 1 m en een hoogte van 0,5 m. Het bodempeil bevindt zich op 0,07 mTAW.

Figuur 12 – Foto's Veurnesluis en -stuw langs afwaartse zijde



Bron: Patrimoniumdatabank

Dierendoncksluis

De Dierendoncksluis bevindt zich tussen het Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort en de Beverdijkvaart (zie Figuur 13).

Deze sluis kan ingezet worden om bij hoogtij water te evacueren uit het Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort via de Beverdijkvaart en via het Veurne-Ambachtgemaal. Deze sluis met een breedte van circa 3,6 m wordt geopend tijdens periodes van hoge was (niveau IJzer te Lo Fintele > 4,0 mTAW) wanneer geen gravitaire lozing mogelijk is op het Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort. Op deze wijze tracht men de capaciteit van het Lokanaal te verhogen door het tijdsvenster te vergroten waarin afvoer mogelijk is. De lozingstijd wordt immers niet meer beperkt tot de periode van laag tij, maar wordt verder gezet tijdens hoog tij via de Dierendoncksluis waarna het water opgepompt kan worden door het Veurne-Ambachtgemaal. In de praktijk wordt de sluis heel zelden ingezet voor waterbeheer. De voorbije 10 jaar gebeurde dit slechts 1 of 2 maal.

Figuur 13 – Foto's Dierendoncksluis langs opwaartse zijde



Bron: Patrimoniumdatabank

Fintelestuw en Fintelesluis

Het sluis- en stuwcomplex in Lo-Fintele zorgt voor de verbinding van de IJzer met het Lokanaal. Vermits de sluis nooit wordt ingeschakeld voor de afvoer van water, is ze niet opgenomen in het model.

De stuw bestaat uit vier parallelle schuiven die elk 1,9 m breed zijn. Het bodempeil bevindt zich op 0,93 mTAW en de schuiven kunnen 2 meter opgetrokken worden tot 2,93 mTAW.

De stuw is in principe gesloten. Wanneer het alarmpeil in de IJzer van 3,74 mTAW wordt bereikt, wordt het Lokanaal ingeschakeld om water vanuit de IJzer af te voeren naar Nieuwpoort. Hierbij mag het waterpeil in het Lokanaal nooit de 3,25 mTAW overschrijden. In principe is er een overeenkomst dat de Fintelestuw niet gebruikt wordt voor waterafvoer vanuit de IJzer op het ogenblik dat in Veurne de Nieuwpoortsluis water loost vanuit het opwaartse pand van het Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort. De Nieuwpoortsluis wordt hiervoor slechts gedurende één op zes getijden gebruikt. In principe moet de Fintelestuw bij wasperiodes dus ook één op zes getijden gesloten worden. Vermits dit gedrag niet consequent zichtbaar is in de meetreeks op het Lokanaal afwaarts de Fintelestuw, is deze bijkomende beperking niet ingebouwd in het model. Op het terrein blijkt de afvoer door de Fintelestuw soms eerder tijdelijk beperkt in plaats van stopgezet.

Figuur 14 – Foto Fintelestuw langs afwaartse zijde



Bron: Patrimoniumdatabank

Nieuwpoortsluis

De Nieuwpoortsluis op het Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort in Veurne bevindt zich net opwaarts van de samenvloeiing met het Lokanaal. De sluis is overdag operationeel voor het versassen van schepen maar kan ook ingezet worden voor evacuatie van water afkomstig van opwaarts.

Als het water in het Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort opwaarts van de sluis hoger staat dan afwaarts, wordt de sluis 60 cm geopend en vergrendeld met behulp van een ketting tussen de sluisdeuren. Deze procedure wordt altijd uitgevoerd. Als het waakpeil in de IJzer wordt bereikt ($H > 3,20$ mTAW) en het peil in het opwaartse pand van het Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort dit vereist, wordt de Nieuwpoortsluis gedurende één op zes laagwaters ingezet voor de evacuatie van water uit het opwaartse pand. Deze beperking van één op zes laag waters wordt opgelegd om voldoende capaciteit via het Lokanaal beschikbaar te houden voor de gedeeltelijke afvoer van wasgolven op de IJzer. De sluis is 5,4 m breed en heeft een bodempeil van 0 mTAW.

Sedert 2008 zijn er ook noodpompen beschikbaar voor de afvoer van overtollig water (zie verder).

Figuur 15 – Foto's Nieuwpoortsluis langs afwaartse zijde



Bron: Patrimoniumdatabank

Houtensluisvaart stuw 2026/31

Stuw 2026/31 op de Houtensluisvaart fungeert enerzijds als stuw voor de afvoer van de Houtensluisvaart en anderzijds als terugslagklep voor het hoogwater op de IJzer. Het afwaartse pand van de Houtensluisvaart staat immers in open verbinding met de IJzer. Bij een was houdt deze stuw het water tegen voor het opwaartse pand van de waterloop.

De stuw bestaat uit twee schuiven (zie Figuur 16), elk met een breedte van 2,5 m en een bodempeil van 1,4 mTAW. De schuiven kunnen twee meter opgetrokken worden tot een peil van 3,4 mTAW.

Figuur 16 – Foto stuw 2026/31 Houtensluisvaart langs opwaartse zijde



Bron: VMM

Stenensluisvaart stuw 1379/71

Stuw 1379/71 op de Stenensluisvaart is mee verantwoordelijk voor de regeling van het peil van de Blankaart.

De stuw bestond oorspronkelijk uit twee schotten (zie Figuur 17, bovenaan), elk met een breedte van 2 m. In de laagste stand stond de stuw op 1 mTAW. Ze kon opgetrokken worden tot 2,6 mTAW.

De stuw werd recent gerenoveerd. Ze bestaat nu uit twee automatisch gestuurde kleppen (zie Figuur 17, onderaan) met een breedte van ongeveer 3,7 m. Naast de gerenoveerde stuw werd ook een vispassage gebouwd. De gerenoveerde stuw werd in de loop van 2014 in gebruik genomen. De renovatie werd nog niet in het model verwerkt.

Figuur 17 – Foto stuw 1379/71 Stenensluisvaart (langs opwaartse zijde voor renovatie en langs afwaartse zijde na renovatie)



Bron: VMM

Stenensluisvaart stuw 1379/51

Stuw 1379/51 op de Stenensluisvaart regelt samen met het naburige pompgemaal de afwatering van de Stenensluisvaart in de IJzer. De stuw en de pomp bevinden zich op parallelle takken aan de monding van de waterloop. De stuw fungeert ook als terugslagklep voor het hoogwater op de IJzer en beschermt het achterliggende gebied van de Blankaart tegen instroming vanuit de IJzer.

De stuw bestaat uit twee schuiven (zie Figuur 18) met een breedte van 2 m en een bodempeil van 0,8 mTAW. De schuif kan twee meter opgetrokken worden tot 2,8 mTAW indien het peil van de Stenensluisvaart hoger staat dan het peil van de IJzer.

Naast de stuw bevindt zich ook nog een vispassage. Deze kan afgesloten worden door middel van een schuif met een breedte van 0,7 m.

Figuur 18 – Foto stuw 1379/51 Stenensluisvaart langs opwaartse zijde



Bron: Patrimoniumdatabank

Stenensluisvaart pompemaal

Bij hoogwater op de IJzer gebeurt de afwatering van de Stenensluisvaart via een pompemaal (zie Figuur 19).

Dit pompemaal heeft een theoretisch debiet van 2 m³/s en treedt in werking wanneer het peil van de Stenensluisvaart boven 2,45 mTAW komt. Wanneer in de IJzer een peil van 4,20 mTAW bereikt wordt, slaat de pomp af. Vanaf dit peil treden er grote overstromingen op in het Blankaartbekken en staat het peil op- en afwaarts van het pompemaal even hoog. Pompen heeft dan ook weinig zin. Deze pomp is vooral van belang voor de afwatering van het gebied, onder andere na het passeren van een wasgolf. In werkelijkheid wordt het theoretische debiet van 2 m³/s niet gehaald. In de praktijk blijkt dit slechts 1,6 m³/s te bedragen (mond. Comm. S. Verbeke, 2005 in (D'Haeseleer & Deschamps, 2006)).

Figuur 19 – Foto pompemaal Stenensluisvaart langs opwaartse zijde



Bron: Patrimoniumdatabank

Het pompemaal werd gerenoveerd in 2009. Het is nu uitgerust met twee pompen van elk 2 m³/s. Omwille van de beperkte capaciteit van de oude stuw 1379/71, verder opwaarts op de Stenensluisvaart, kon kort na de renovatie maximaal één pomp ingezet worden. Sedert de indienststelling van de gerenoveerde stuw 1379/71 in 2014 kunnen beide pompen tegelijk ingezet worden. Deze mogelijkheid is nog niet voorzien in het model.

Lokanaal - Polderpompen

De polders langs het Lokanaal wateren af via drie pompgemalen die in het kanaal lozen: Het gemaal op de Grote Beverdijkbeek in Fintele, het gemaal op de Lolegebeek in Lolege en het gemaal op de Steengracht in Steenkerke.

De pompen hebben de volgende capaciteit (D'Haeseleer & Deschamps, 2006):

- Pomp Fintele: 2 x vijzel van 45 m³/min = 90 m³/min of 1,5 m³/s
- Pomp Lolege: 19,8 m³/min of 0,33 m³/s
- Pomp Steenkerke: 2 x vijzel van 36 m³/min = 72 m³/min of 1,2 m³/s

Het aanslagpeil van de pompen is afgestemd op het waterpeil, meer bepaald het waakpeil van 3,20 mTAW in de IJzer te Fintele.

Deze pompen werken steeds ofwel op volledige capaciteit, ofwel helemaal niet. Wanneer het peil in het Lokanaal boven 3,20 mTAW komt, zijn de polderbesturen verplicht om het pompen te staken. Op deze manier blijft het Lokanaal volledig beschikbaar om water te evacueren vanuit de IJzer.

In 2017 werden de pompen op de Sloggatvaart in Lolege toegevoegd. Dit zijn twee pompen met een capaciteit van 1,0 m³/s.

Figuur 20 – Foto's pomp van Fintele



Bron: Patrimoniumdatabank

Figuur 21 – Foto's pomp van Lolege



Bron: Patrimoniumdatabank

Figuur 22 – Foto's pomp van Steenkerke



Bron: Patrimoniumdatabank

Veurne-Ambacht (Beverdijkvaart)

Het water uit de polder van Veurne-Ambacht wordt centraal via een gemaal geloosd (zie Figuur 23).

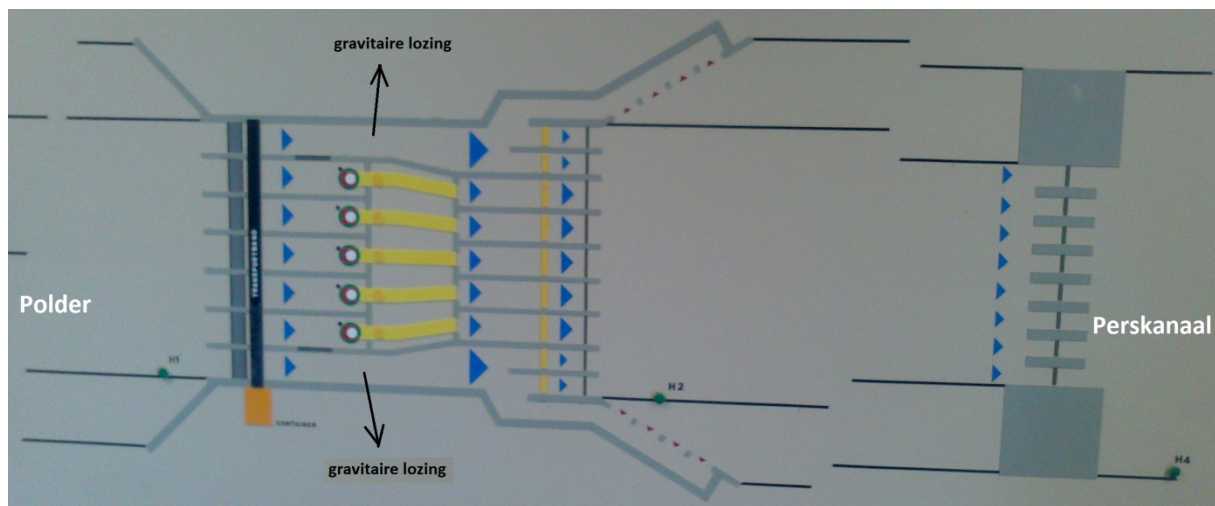
Ofwel wordt er gepompt door middel van vijf centrifugaal pompen (elk 5,5 m³/s) ofwel, wanneer het getij het toelaat, wordt er gravitair geloosd via twee zijdelingse doorlaten (2 x 3.7 m). In Figuur 24 wordt de situatie schematisch weergegeven.

Figuur 23 – Foto van het Veurne-Ambachtgemaal



Bron: abba - VMM

Figuur 24 – Schematische weergave van het Veurne-Ambachtgemaal



Hoe het water uit de polder geëvacueerd wordt (gravitair of gepompt), hangt sterk af van de ingestelde sturing. Momenteel wordt door de beheerders van de polder gezocht naar een optimalisatie van dit gebeuren. Daarom werd ervoor gekozen om een sturing op te leggen die theoretisch waarschijnlijk is, maar die niet noodzakelijk identiek is met de werkelijkheid. Bij het evalueren van de resultaten moet met dit gegeven rekening gehouden worden. De impact op het waterpeil en debiet van de bevaarbare waterlopen is vermoedelijk zeer beperkt.

Volgende voorwaarden werden geïmplementeerd voor het al dan niet aanslaan van de pompen:

1. Om te vermijden dat de pompen aanslaan terwijl gravitaire lozing mogelijk is, moet het zeeniveau (te Nieuwpoort) bij het aanslaan van de pompen hoger zijn dan 1,6 mTAW.
2. Om te vermijden dat de pompen aanslaan terwijl er geen grote was optreedt, moet een niveau van 4,0 mTAW op de IJzer te Fintele bereikt worden om de pompen aan te spreken. Indien het niveau lager is, wordt gewacht tot de volgende eb periode om de lozing gravitair te laten gebeuren.

Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort noodpompen

Na 2008 werd een noodpompstation gebouwd in Veurne. Dit pompstation ligt net opwaarts van de Nieuwpoortsluis en pompt water van het opwaarts kanaalpand (Duinkerke-Veurne) naar het afwaartse pand (Veurne-Nieuwpoort), wanneer het waterpeil in het afwaartse pand hoger is dan in het opwaartse.

Het pompstation heeft twee pompen met een capaciteit van 1 m³/s. Deze worden manueel bediend, en hebben geen vaste aan- en afslagpeilen. Deze peilen bevinden zich echter steeds tussen het normaalpeil van 2,44 mTAW en het alarmpeil van 3,00 mTAW.

Figuur 25 – Foto's pompstation Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort te Veurne



Bron: Patrimoniumdatabank

Overlaat Ieperlee

Net afwaarts van Boezingegas ligt een overlaat tussen de Ieperlee en het Kanaal Ieper-IJzer. De limnigraaf op de Ieperlee, die als modelrand zal fungeren, situeert zich echter afwaarts van deze overlaat. Op het Kanaal Ieper-IJzer bevindt zich geen debietsmeter. Daarom werd deze overlaat niet weerhouden om in het model te voegen.

Bruggen

In het IJzermodel zijn enkel de bruggen opgenomen die een effect hebben op de waterafvoer.

De gegevens van de bruggen op de bevaarbare waterlopen zijn afkomstig van analoge plannen. De benodigde informatie voor de bruggen op de onbevaarbare waterlopen was terug te vinden in de opmetingsgegevens van de waterlopen. De codes verwijzen naar de gebruikte codes in de opmetingsbestanden.

Tabel 1 geeft een overzicht van de verschillende bruggen die het model bevat, zowel voor de bevaarbare als de onbevaarbare waterlopen. In de tabel is eveneens aangegeven of het wegdek over de brug als overstroombaar in het model zal opgenomen worden.

Tabel 1 – Bruggen opgenomen in het Mike11-model van het IJzerbekken

Waterloop	Brug	Brugdek overstroombaar
IJzer	Hogbrug (HB)	
IJzer	Knokkebrug (KB)	
IJzer	Schoorbakkebrug (SB)	
IJzer	Stavelebrug (STB)	
IJzer	Uniebrug (UB)	
IJzer	Elzendammebrug (EB)	
IJzer	Roesbruggebrug (RBB)	
IJzer	Reningebrug (RB)	
Dode_IJzer	Brug Roesbrugge	
Lokanaal	Rozenbrug (RB)	
Lokanaal	Korte Wildebrug (KWB)	
Lokanaal	Millebrug (MB)	
Lokanaal	Fortembrug (FB)	
Lokanaal	Nieuwe Lobrug (NLB)	
Lokanaal	Kellenaersbrug (KB)	
Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort	Frontzatebrug (FB)	
Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort	Nieuwpoortbrug (NPB)	
Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort	Pelikaanbrug (PB)	
Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort	Wulpenbrug (WB)	
Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort	Spoorbrug Veurne (SBV)	
Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort_sluis Nieuwpoort	Veurnestuwbrug	
Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort	Ophaalbrug	
Kanaal_Ieper-IJzer	Driegrachtenbrug	
Kanaal_Ieper-IJzer	Steenstratebrug	
Poperingevaart	brug-010	x

Waterloop	Brug	Brugdek overstroombaar
Poperingevaart	brug-020	
Poperingevaart	brug-030	
Poperingevaart	brug-040	x
Poperingevaart	brug-050	x
Kemmelbeek	brug-10	x
Kemmelbeek	brug-20	x
Kemmelbeek	brug-30	
Kemmelbeek	brug-40	x
Kemmelbeek	brug-50	x
Handzamevaart	brug-10	
Handzamevaart	brug-20	
Handzamevaart	brug-30	
Handzamevaart	brug-40	
Handzamevaart	brug-50	
Handzamevaart	brug-60	
Handzamevaart	brug-70	
Handzamevaart	brug-80	
Handzamevaart	brug-90	x
Handzamevaart	brug-100	x
Handzamevaart	brug-110	
Handzamevaart	brug-120	
Handzamevaart	brug-130	
Ieperlee	brug-10	x
Ieperlee	brug-20	
Ieperlee	brug-40	x
Ieperlee	brug-60	x
Ieperlee	brug-70	x
Ieperlee	brug-80	x
Ieperlee	brug-100	x
Ieperlee	brug-110	x
Ieperlee	brug-130	x
Ieperlee	brug-140	x
Ieperlee	brug-150	x
Ieperlee	brug-160limni	
Martjesvaart	brug-K1	x

Waterloop	Brug	Brugdek overstroombaar
Martjesvaart	brug-K5	
Martjesvaart	brug-K6	
Sint-Jansbeek	brug-K7	
Sint-Jansbeek	brug-K8	x
Houtensluisvaart	brug-2026-01	x
Houtensluisvaart	brug-2026-51	x
Houtensluisvaart	brug-2026-61	x
Houtensluisvaart	brug-5	x
Houtensluisvaart	brug-1379-61	
Houtensluisvaart	brug-Kerkebeek	x
Stenensluisvaart	brug-1379-61	x
Stenensluisvaart_verbinding	brug-1379-31	x

Brugjes op linkeroever IJzer

Opwaarts en net afwaarts Fintele is de linkeroever van de IJzer verhoogd. Er zijn echter onderbrekingen in deze oever om afwatering van de grachten in de achterliggende gebieden toe te laten. Deze onderbrekingen worden overspannen door eenvoudige bruggen. Van dergelijke constructies komen er op de linkeroever van de IJzer bij Stavele 58 voor. Figuur 26 toont de twee meest voorkomende types.

Figuur 26 – Foto's van de bruggen op de verhoogde oever langs de IJzer bij Stavele



Bron: Patrimoniumdatabank

Duikers in winterbed IJzer

In Stavele, ter hoogte van de brug over de IJzer, ligt een verhoogde weg (= IJzerstraat) dwars op de rivier. Onder deze weg zitten vier kokers om doorstroming van het water in het winterbed van opwaarts naar afwaarts de weg mogelijk te maken. De hoogte van deze verhoogde straat bedraagt ongeveer 6,21 mTAW. De meeste kokers werden vernieuwd in 2003.

- Koker 1 werd niet gewijzigd. Deze bestaat uit een betonnen buis met binnendiameter van 1m, de hoogteligging van de onderzijde van de buis is vergelijkbaar met de andere kokers. Dit komt ongeveer neer op 2,45 mTAW (Informatie Marc Vanhoucke).
- Koker 2 is vernieuwd geweest. De nieuwe situatie staat aangegeven op plan ("Rivier de IJzer, Renovatie van duikers te Stavele, Zijaanzicht 2a + doorsnede duiker 2" en "Rivier de IJzer, Renovatie van duikers te Stavele, Zijaanzicht 2b + doorsnede duiker 2").
- Koker 3 werd eveneens vernieuwd. Dit is een dubbele koker die beschreven staat op plan ("Rivier de IJzer, Renovatie van duikers te Stavele, Zijaanzicht 3a + doorsnede duiker 3" en "Rivier de IJzer, Renovatie van duikers te Stavele, Zijaanzicht 3b + doorsnede duiker 3").
- Bij koker 4 bestond het idee om de oorspronkelijke koker te renoveren. Hij bleek evenwel te zwaar beschadigd en werd opnieuw aangelegd, volgens de plannen van de nieuwe koker 2 (Informatie Marc Vanhoucke).

2.2.4 Historische gebeurtenissen

Was december 1993 – januari 1994

Eind 1993, begin 1994 kreeg de IJzer als gevolg van hevige, maar vooral langdurige regen een uiterst grote hoeveelheid water te werken. Hierdoor deed zich een langgerekte periode van hoge waterstanden voor. Op 25 en 26 december 1993 bereikt de IJzer te Lo-Fintele een topwaterstand van 4,89 mTAW. Reeds op 21 december was de waterstand te Lo-Fintele boven het peil van 4,50 mTAW gestegen, om gedurende een periode van 18 dagen boven dit peil te blijven staan.

Te Diksmuide werd op 3 januari 1994 met 4,67 mTAW de hoogste waterstand bereikt. Ook hier werden van 26 december 1993 tot 6 januari 1994 regelmatig pieken van 4,00 mTAW genoteerd.

Op vijf dagen werden telkens rond de middag debietsmetingen uitgevoerd op de IJzer te Roesbrugge-Haringe:

- 22 dec 1993: 52,5 m³/s
- 27 dec 1993: 37,7 m³/s
- 31 dec 1993: 46,8 m³/s
- 04 jan 1994: 22,7 m³/s
- 06 jan 1994: 22,7 m³/s

Deze was wordt verder beschreven in (Heylen & Coen, 1995).

Was november-december 2009

Tussen 22 november 2009 en 8 december 2009 werd het IJzerbekken getroffen door drie neerslagevents. Het Franse deel werd het zwaarst getroffen. Deze opeenvolging zorgde voor de hoogste afvoer ooit gemeten op de IJzer te Roesbrugge.

Het maximale debiet dat werd bereikt op de IJzer te Roesbrugge bedroeg 83 m³/s. Het maximum waterpeil op de IJzer te Roesbrugge bedroeg 6,16 mTAW. De IJzer overstroomde zowel op linkeroever als op rechteroever tussen Roesbrugge en Fintele. Na Fintele overstroomde de IJzer op zijn rechteroever tot in Diksmuide. Ook de zijlopen van 1ste categorie overstroomden door de beperkte afvoermogelijkheden omwille van de hoge waterstand op de IJzer). Het Blankaartbekken vulde gedurende 11 dagen vanuit de IJzer, waarbij een maximaal waterpeil bereikt werd van 4,10 mTAW.

Het Lokanaal werd ten volle benut tot 3,25 mTAW. Normaal gezien is een maximale afvoer van 15 m³/s mogelijk maar door het continu pompen vanuit het Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort en de gravitaire lozing bij laagwater te Veurne werd de afvoercapaciteit beperkt tot 12 m³/s. Het voordeel van de pompen is wel dat continue vulling van het Lokanaal vanuit Fintele mogelijk was. Te Nieuwpoort werd maximaal geloosd in de Ganzenpoot via de IJzer en het Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort.

Dit event wordt uitvoerig beschreven in (Deschamps *et al.*, 2010).

Was maart 2012

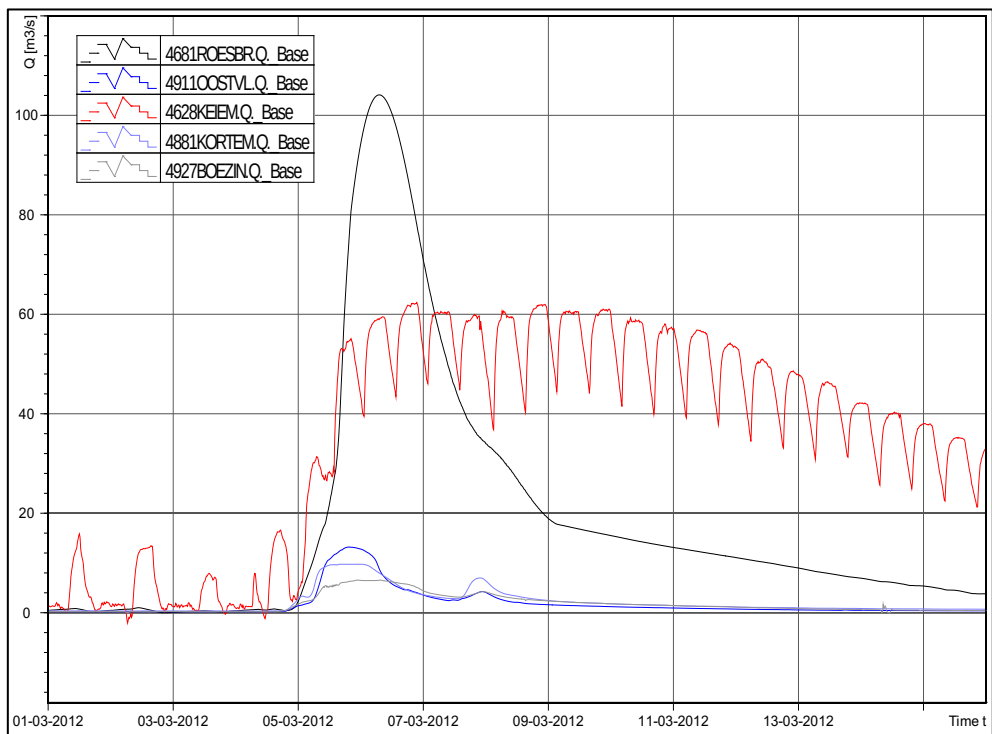
Een grote hoeveelheid neerslag begin maart 2012 zorgde voor hoge afvoeren op de bevaarbare waterlopen in het westen van Vlaanderen. De grootste hoeveelheid neerslag van in de Franse bekkens van de IJzer, Leie en Bovenschelde. Op de IJzer te Roesbrugge werd de hoogste afvoer ooit geregistreerd (106 m³/s). De IJzer overstroomde en de Blankaart bereikte een maximaal peil van 4,28 mTAW. Dit is de 2^{de} hoogste waarde sinds het begin van de metingen.

Figuur 27 toont de belangrijkste afvoeren voor het IJzerbekken. Door de afwatering in zee is duidelijk de tij-invloed te zien op de afvoercurve van de IJzer te Keiem. Bij hoogwater kan er niet geloosd worden waardoor de afvoer twee maal per dag afgeremd wordt. Er werd in deze periode geloosd met open sas in Nieuwpoort en ook het Lokanaal werd ingezet. De afvoeren resulteerden in hoge waterstanden. In Figuur 28 worden de belangrijkste metingen weergegeven op de IJzer. Van stroomopwaarts naar stroomafwaarts worden de metingen te Roesbrugge, Lo-Fintele, Woumen en Nieuwpoort weergegeven.

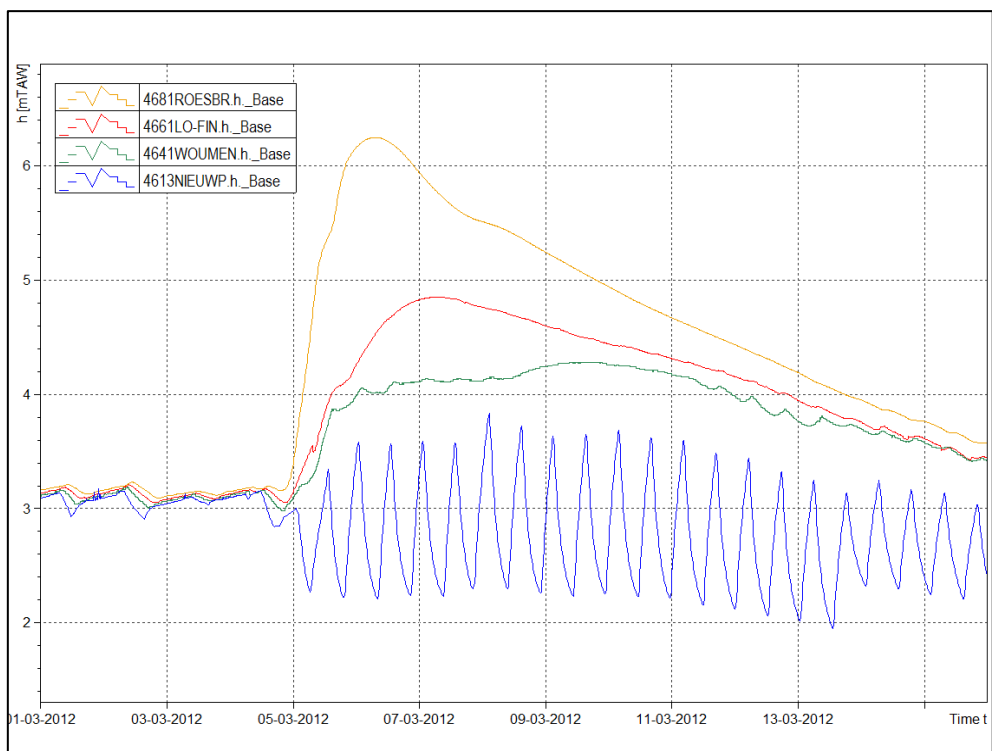
Figuur 29 toont de metingen van de waterstanden op de IJzer en de Blankaart te Woumen. Het gebied De Blankaart overstroomt vanuit de IJzer. De mate waarin dit gebied gevuld is, vertelt iets over de ernst van de overstromingen en de afvoervolumes die moesten geborgen worden. Het peil van de Blankaart is in twee stappen gestegen. Een eerste peilstijging van 2,65 mTAW naar 3,25 mTAW werd veroorzaakt door de toegenomen aanvoer van de zijrivieren van de Blankaart, zijnde de Steenbeek en de Ronebeek. Vanaf een peil van 4,05 mTAW op de IJzer te Woumen overstroomt de rechteroever van de IJzer en stroomt het water de Blankaart binnen. Na de vulling van het gebied gedurende circa 42 uur hebben de IJzer en de Blankaart hetzelfde peil van 4,13 mTAW bereikt. Daarna stijgt de Blankaart volledig mee met de IJzer. De vulling duurde nog 26 uur, waarbij de maximale waterstand van 4,28 mTAW op 09/03/2012 rond 10:00 werd bereikt. Dit peil is hoger dan in december 2009, maar nog een stuk lager dan het waterpeil van 4,75 mTAW in januari 1993. Het ledigen van de Blankaart duurde tot 25/03/2012.

De gebeurtenissen tijdens de wasperiode van maart 2012 worden in detail beschreven in (Deschamps *et al.*, 2012).

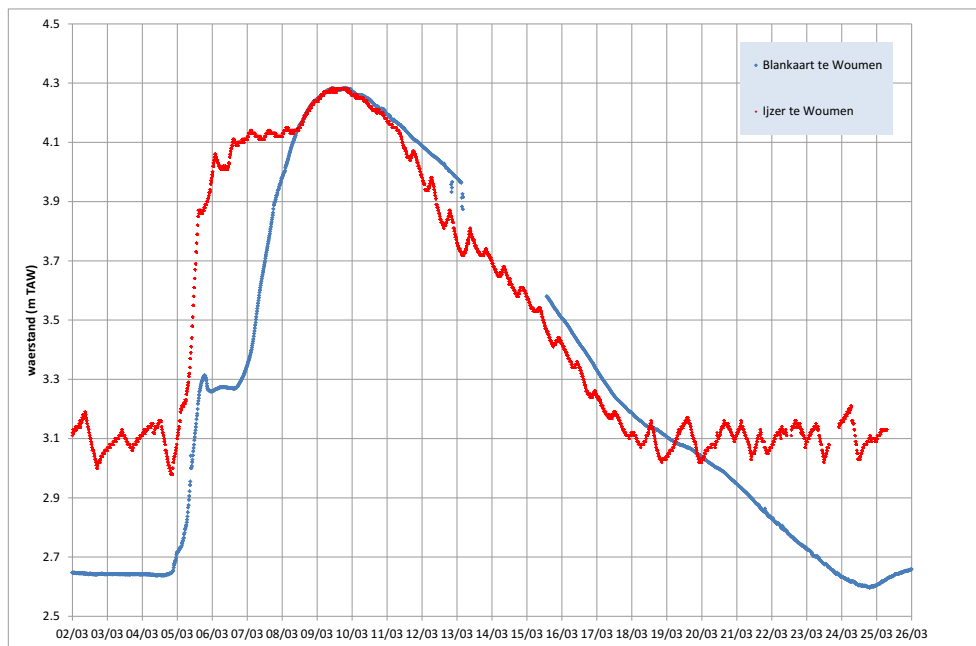
Figuur 27 – Gemeten afvoeren in het IJzerbekken tijdens was maart 2012

Bron: (Deschamps *et al.*, 2012)

Figuur 28 – Gemeten waterstanden op de IJzer tijdens was maart 2012

Bron: (Deschamps *et al.*, 2012)

Figuur 29 – Metingen waterstand op de IJzer en Blankaart te Woumen tijdens was maart 2012



Bron: (Deschamps *et al.*, 2012)

Was Allerheiligen 2012

Vanaf maandag 29 oktober zorgde veel neerslag in het westen van België en Noord-Frankrijk voor verhoogde afvoeren op de westelijke waterlopen. In het IJzerbekken werden verschillende drempelpeilen overschreden. Te Lo-Fintele werd een waterstand bereikt van 4,55 mTAW, op 04/11/2012. Dit komt neer op een overschrijding van de waakdrempel met zo'n 30 cm. Ook werd te Roesbrugge het alarmpeil van 5,93 mTAW overschreden. De maximale waterstand bedroeg hier 5,97 mTAW. De verhoogde waterstanden zorgden enkel voor niet-kritieke overstromingen. In het noorden van Frankrijk viel in deze periode op verschillende locaties meer dan 100 mm neerslag. Dit resulteerde in verschillende overstromingen in de ruime regio rond Calais.

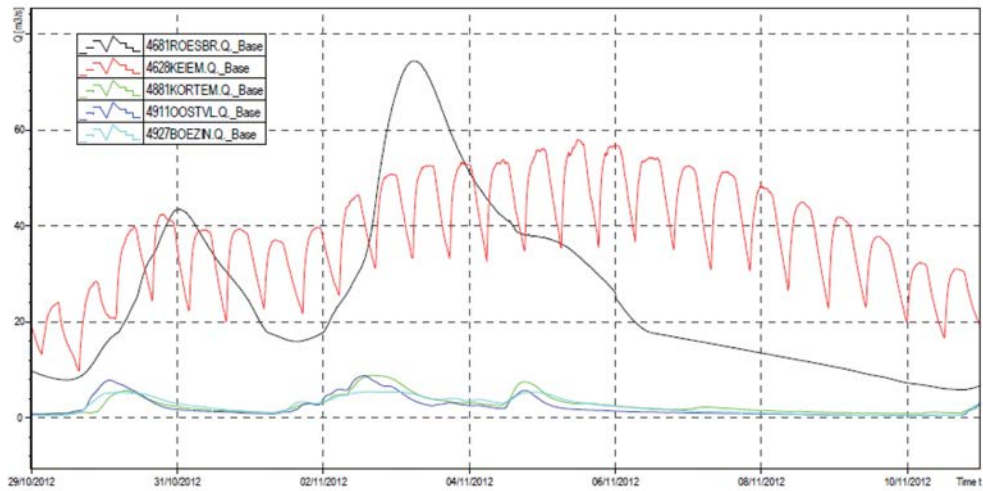
Een beschrijving van de meteorologische en hydrologische gebeurtenissen rond Allerheiligen 2012 wordt gegeven in (Van Steenberghe *et al.*, 2012).

Figuur 30 toont gemeten afvoeren op de bevaarbare waterlopen in het IJzerbekken tijdens de was van Allerheiligen 2012. De afvoer op de IJzer te Roesbrugge was maximaal op 3 november om 06:00 en bedroeg toen ongeveer 74 m³/s. Door de afwatering in zee is duidelijk tij-invoel te zien op de afvoercurve van de IJzer te Keiem. Bij hoogwater kan er niet geloosd worden waardoor de afvoer twee maal per dag afgeremd wordt. Er werd in deze periode geloosd met open sas in Nieuwpoort en ook het Lokanaal werd ingezet.

De afvoeren resulteerden in hoge waterstanden. In Figuur 31 worden de belangrijkste metingen weergegeven op de IJzer. Van stroomopwaarts naar stroomafwaarts worden de metingen te Roesbrugge, Lo-Fintele, Woumen en Nieuwpoort weergegeven.

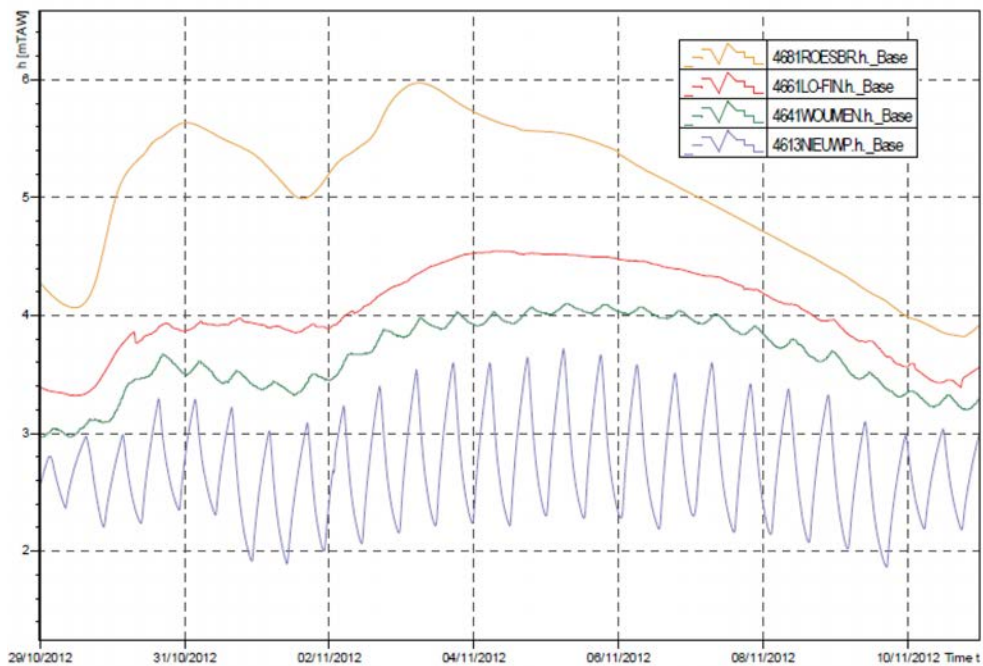
Een beschrijving van de meteorologische en hydrologische gebeurtenissen rond Allerheiligen 2012 wordt gegeven in (Van Steenberghe *et al.*, 2012).

Figuur 30 – Gemeten afvoeren in het IJzerbekken tijdens was Allerheiligen 2012



Bron: (Van Steenberghe *et al.*, 2012)

Figuur 31 – Gemeten waterpeilen op de IJzer tijdens was Allerheiligen 2012



Bron: (Van Steenberghe *et al.*, 2012)

3 Beschikbare gegevens

3.1 Topografie en bathymetrie

De beschikbare bathymetrische data of gegevens van de waterloopsecties zijn uit verschillende bronnen afkomstig. Tabel 2 geeft een overzicht van de gebruikte bathymetrische gegevens.

Tabel 2 – Overzicht gebruikte bathymetrische gegevens

Waterloop	Kilometerpunt (van - tot)	Opmetingsdatum	Bron	Natte secties + oever?
IJzer	0.004 - 0.074	plan	WWK/ABS	nee
IJzer	0.123 - 1.725	"voorpeiling" - 1995	WWK/ABS	nee
IJzer	1.800 - 20.200	"napeiling" na baggerwerken 1999 - 2002	WWK/ABS	nee
IJzer	20.255 - 20.706	"voorpeiling" - 1995	WWK/ABS	nee
IJzer	20.750 - 42.750	"napeiling" na baggerwerken 1999 - 2002	WWK/ABS	nee
Dode IJzer Roesbrugge	0.010 - 0.574	plan	WWK/ABS	ja
Lokanaal	0.050 - 14.394	"napeiling" na baggerwerken 1999 - 2002	WWK/ABS	nee
Kanaal Ieper - IJzer (afwaarts pand)	0 - 8.579	"voorpeiling" - 1995 met diepten -30%	WWK/ABS	nee
Havengeul Nieuwpoort	0 - 0.188	fictief grote secties		
Poperingevaart	8.829 - 14.260	1999	AMWA	ja
Kemmelbeek	8.955 - 14.575	1999	AMWA	ja
Ieperlee	3.800 - 9.117	2001	AMWA	ja
Sint-Jansbeek	0 - 2.844	1998	AMWA	ja
Martjesvaart	0 - 3.195	1999	AMWA	ja
Steenbeek	0 - 2.758	2004	AMWA	ja

Waterloop	Kilometerpunt (van - tot)	Opmetingsdatum	Bron	Natte secties + oever?
Houtensluisvaart	0 - 2.890	2004	AMWA	ja
Stenensluisvaart	0 - 2.930	2004	AMWA	ja
Stenensluisvaart_VB	0 - 0.060	2004	AMWA	ja
Noordkantvaart	0 - 0.944	2004	AMWA	ja
Blankaart	0 - 1.445	DTM + fictief		
Krekelbeek - Handzamevaart	1.677 - 16.414	1998	AMWA	ja
Kanaal Duinkerke – Nieuwpoort	10 – 18758	2008	W&Z, Afd Bovenschelde	ja
Canal de Furnes	0 – 13160	fictief		
Beverdijkvaart	0 – 17900	Typeprofielen		
Koolhofvaart	0 – 7550	Typeprofielen		
Venepevaart	0 – 8800	Typeprofielen		
Venepevaart2	0 - 500	Typeprofielen		

Het topografische verloop van de gebieden in de omgeving van de waterlopen is beschikbaar onder de vorm van de bestanden van DHM-Vlaanderen. Dit DHM werd aangemaakt in opdracht van onder meer het Waterbouwkundig Laboratorium en onder de leiding van het AGIV. Het digitaal hoogtemodel van rond de IJzer werd opgemeten in februari 2003 (percelen IJzerbekken en Westkust). Bij opmaak van het oorspronkelijke IJzermodel waren enkel de puntenbestanden beschikbaar. Het puntenbestand werd voor de modellering omgezet naar een grid met celgrootte van 10mx10m. Om hierbij te vermijden dat als gevolg van de interpolatie de dijken onrealistische depressies zouden gaan vertonen, werden de hoger gelegen dijkpunten geselecteerd en omgezet naar een lijnenbestand om op te nemen in het grid. Dit werd uitgevoerd voor de volgende dijktrajecten:

- IJzer linkeroever van Lo-Fintele tot Nieuwpoort
- IJzer rechteroever van Diksmuide tot Nieuwpoort
- Kanaal Ieper-IJzer van Zuidschote tot monding
- Lokanaal van Lo-Fintele tot Veurne
- Kanaal Veurne-Nieuwpoort van Veurne tot Nieuwpoort

De afbakening van de op te nemen zones in het hoogtemodel van de IJzer is in eerste instantie gebeurd op basis van het bestand met de recent overstroomde gebieden en de te modelleren waterlopen. Rond beide werd voor de afbakening een buffer van 1 km aangelegd. Op enkele plaatsen werd dit nog verfijnd na de eerste modelberekeningen (D'Haeseleer & Deschamps, 2006).

3.2 Hydrologische gegevens

3.2.1 Debietsmetingen

Tabel 3 geeft een overzicht van de beschikbare debietmetingen. Voor de meetposten van het HIC wordt naast de huidige code ook de oude code tussen haakjes gegeven.

Tabel 3 – Overzicht debietmetingen studiegebied

Meetpost	Waterloop	Locatie	Beheerder
ijz07a (468)	IJzer	Haringe	HIC
ijz02a (462)	IJzer	Keiem	HIC
lok02a (485)	Lokanaal	Lo-Reninge	HIC
L01_488	Krekelbeek	Kortemark	VMM
L01_491	Poperingevaart	Oostvleteren	VMM
L01_492	Kemmelbeek	Reninge	VMM
L01_495	Ieperlee	Boezinge	VMM
L01_496	Martjesvaart	Merkem	VMM
L01_499	Steenbeek	Merkem	VMM

3.2.2 Waterstandsmetingen

Tabel 4 geeft een overzicht van de beschikbare waterstandsmetingen. Voor de meetposten van het HIC wordt naast de huidige code ook de oude code tussen haakjes gegeven. Waterstandsmetingen op- en afwaarts van kunstwerken werden mee in de lijst opgenomen en worden in cursief lettertype weergegeven.

Tabel 4 – Overzicht waterstandsmetingen studiegebied

Meetpost	Waterloop	Locatie	Beheerder
NPT	Noordzee / Havengeul	Nieuwpoort	MDK
ijz06a	IJzer	Roesbrugge	HIC
ijz07a (468)	IJzer	Haringe	HIC
ijz05e (466)	IJzer	Lo-Fintele	HIC
WM321	IJzer	Woumen	EMT

ijz03a (463)	IJzer	Diksmuide	HIC
ijz02a (462)	IJzer	Keiem	HIC
ijz01d (461)	IJzer	Nieuwpoort	HIC
WW019-AFW	Sint-Jorissluis	Nieuwpoort	EMT
lok03c (484)	Lokanaal	Lo-Fintele	HIC
lok02a (485)	Lokanaal	Lo-Reninge	HIC
kdn05a	Nieuwpoort-Duinkerke	Adinkerke	HIC
kdn04a	Nieuwpoort-Duinkerke	Veurne	HIC
kdn03c (475)	Nieuwpoort-Duinkerke	Veurne - opwaarts	HIC
kdn03a	Nieuwpoort-Duinkerke	Veurne - afwaarts	HIC
kdn02a (476)	Nieuwpoort-Duinkerke	Nieuwpoort	HIC
WP006-AFW	Kanaal Ieper-IJzer	Boezinge	EMT
L01_488	Krekelbeek	Kortemark	VMM
L01_491	Poperingevaart	Oostvleteren	VMM
L01_492	Kemmelbeek	Reninge	VMM
L01_495	Ieperlee	Boezinge	VMM
L01_496	Martjesvaart	Merkem	VMM
L01_499	Steenbeek	Merkem	VMM
L01_49E	Blankaartvijver	Woumen	VMM
L01_489	Grote Beverdijkvaart	Oudekapelle	VMM
L01_48C	Grote Beverdijkvaart	Nieuwpoort	VMM
K01_WM350	<i>Veurne Ambacht gemaal</i>	<i>Nieuwpoort</i>	<i>VMM</i>
K01_WM321	<i>Houtensluisvaart stuw</i>	<i>Woumen</i>	<i>VMM</i>
K01_WM319	<i>Stenensluisvaart stuw</i>	<i>Woumen</i>	<i>VMM</i>
K01_WM351	<i>Stenensluisvaart pomp</i>	<i>Woumen</i>	<i>VMM</i>
K01_WM314	<i>Ieperlee schuiven</i>	<i>Noordschote</i>	<i>VMM</i>

3.2.3 Kunstwerken

Tabel 5 geeft een overzicht van de beschikbare metingen bij beweegbare kunstwerken. Bij de meeste kunstwerken worden het opwaartse waterpeil, het afwaartse waterpeil en de stand van het beweegbare onderdeel gemeten. De waterpeilmetingen werden reeds opgenomen in Tabel 4. In Tabel 5 worden enkel de kunstwerken vermeld waarvoor ook de stand van het beweegbare onderdeel beschikbaar is.

Tabel 5 – Overzicht metingen kunstwerken studiegebied

Meetpost	Waterloop Kunstwerk	Locatie	Beheerder
K01_WM321	Houtensluisvaart stuw	Woumen	VMM
K01_WM319	Stenensluisvaart stuw	Woumen	VMM

4 Modelbeschrijving

4.1 Algemeen

Het hydrodynamische model zal beschreven worden aan de hand van de zogenaamde modelschematisatiekaarten. Deze kaarten geven weer waar zich de verschillende modelementen bevinden en hoe de overloopgebieden werden geschematiseerd. De modelschematisatiekaarten bevinden zich in Bijlage A.

4.2 Gebruikte software

De software gebruikt voor de 1D-hydrodynamische berekeningen is Mike11, versie 2012 SP3 (DHI, 2012).

Voor de verwerking van de gegevens in GIS wordt gebruik gemaakt van ArcMAP 10.1 SP1 (ESRI, 2012).

Voor de opmaak van de overstromingskaarten werd gebruik gemaakt van de overstromings- en vrijboordkaartentool versie 4.2.1 (IMDC & GeoSolutions, 2015).

4.3 Geografische referentie en tijdszone

Het verticaal referentievlak is TAW en als coördinatenstelsel wordt voor het 1D-model Lambert 1972 gebruikt.

De gebruikte tijdsreferentie is GMT+1 (winteruur).

4.4 Hydrologische deelbekkens

De volgende tabel geeft een lijst van de hydrologische deelbekkens die in het model van de IJzer werden opgenomen. De bekkens tussen aanhalingstekens zijn bedoeld voor toekomstige uitbreiding met alle waterlopen die in de havengeul van Nieuwpoort uitmonden. Deze worden nog niet gebruikt in de modelversie 2015.

Tabel 6 – Overzicht van hydrologische deelbekkens

Naam	Beschrijving	Oppervlakte (km ²)
F01IJZ468000	IJzer (bemeten, limnigraaf 486)	383
V01HAN488180	Handzamevaart (bemeten, limnigraaf 488)	76.9
V01POP491030	Poperingevaart (bemeten, limnigraaf 491)	83.4
V01KEM492060	Kemmelbeek (bemeten, limnigraaf 492)	72.43
V01IEP495080	Ieperlee (bemeten, limnigraaf 495)	63.42

V01MAR496120	Martjesvaart (bemeten, limnigraaf 496)	76.13
V01SSV499140	Stenensluisvaart (bemeten, limnigraaf 499)	16.1
V01IJZ000020	IJzer (onbemeten)	46.11
V01HAN000160	Handzamevaart (onbemeten)	92.89
V01POP000040	Poperingevaart (onbemeten)	34.37
V01POP000050	Poperingevaart (onbemeten)	14.7
V01KEM000070	Kemmelbeek (onbemeten)	12.91
V01IEP000090	Ieperlee (onbemeten)	3.61
V01KII000105	Kanaal Ieper-IJzer (onbemeten)	30.71
V01MAR000130	Martjesvaart (onbemeten)	27.53
V01SSV000150	Stenensluisvaart (onbemeten)	49.65
V01BEV000035	Beverdijkvaart (onbemeten)	217.2
V01LOK000290	Lokanaal (onbemeten)	3.02
V01KDN000280	Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort (onbemeten)	0.97
V01KDN000210	Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort (onbemeten)	12.92
(V01BER000190)	Bergenvaart (onbemeten)	13.68
F01KDF000200	Canal de Furnes (onbemeten)	13.53
(V01LGL000210)	Langgeleed (onbemeten)	48.89
(V01GEL000220)	Geleed (onbemeten)	3.96
(V01IPL000230)	Ieperleed (onbemeten)	32.4
(V01VLA000240)	Vladslovaart (onbemeten)	91.89
(V01KNP000250)	Kanaal Nieuwpoort-Plassendale (onbemeten)	13.07
(V01OUV000280)	Oude Veurnevaart (onbemeten)	20.56
(V01GGD000260)	Grootgeleed (onbemeten)	26.59
(V01MDV000270)	Moerdijkvaart (onbemeten)	62.19

De hydrologische deelbekkens worden weergegeven op de overzichtskaart in Bijlage A.

4.5 Waterlopen

De volgende tabel geeft een lijst van de waterlopen die in het model van de IJzer werden opgenomen.

Tabel 7 – Overzicht van gemodelleerde waterlopen

Waterloop	Gedeelte gemodelleerd	Categorie	Gemodelleerde lengte (km)
Beverdijkvaart	Volledig	1	17.9
Blankaart	Volledig	2	1.4
Canal de Furnes	Gedeeltelijk	1	13.16
Dode IJzer	Volledig	2	0.57
Ganzepoot	Volledig	0	0.19
Handzamevaart	Volledig	1	14.74
Houtensluisvaart	Volledig	2	2.89
Ieperlee	Gedeeltelijk	1	5.32
IJzer	Gedeeltelijk	0	43.3
Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort	Volledig	0	18.75
Kanaal Ieper-IJzer	Volledig	0	8.65
Kemmelbeek	Gedeeltelijk	1	5.62
Koolhofvaart	Gedeeltelijk	1	7.55
Lokanaal	Volledig	0	14.40
Martjesvaart	Gedeeltelijk	1	3.19
Noordkantvaart	Volledig	1	0.94
Poperingevaart	Gedeeltelijk	1	5.43
Sint-Jansbeek	Gedeeltelijk	1	2.84
Steenbeek	Gedeeltelijk	2	2.76
Stenensluisvaart	Gedeeltelijk	2	2.96
Venepevaart	Gedeeltelijk	2	8.8

De gemodelleerde waterlopen worden weergegeven op de schematisatiekaarten in Bijlage A.

4.6 Dwarssecties

4.6.1 Herkomst en naamgeving

De dwarssecties in Mike11 worden aangeduid door middel van de naam van de waterloop, een TopoID en een chainage.

De naam van de gemodelleerde waterloop stemt overeen met de werkelijke naam van de waterloop. De bevaarbare waterlopen hebben slechts één naam. De zijrivieren worden genoemd volgens de naam van de zijrivier ter hoogte van de monding. Vaargeulen (eb-/vloedgeulen) worden genoemd met de officiële naam.

De Topo-ID bevat informatie over het jaar van de metingen en eventueel over de bron van de gegevens.

De chainage is de cumulatieve afstand tussen de secties langs een vooraf gedefinieerde as van de waterloop. Deze afstand kan gemeten worden van opwaarts naar afwaarts, of omgekeerd. Wanneer de meest afwaartse sectie van de rivier chainage 0 krijgt, is de 'flow direction' 'negative'. Wanneer de meest opwaartse sectie van de rivier chainage 0 krijgt, is de 'flow direction' 'positive'. De waarden van de chainages worden afgerond zonder decimalen.

Bevaarbare waterlopen

De dwarsdoorsnedegegevens van IJzer en Lokanaal bevatten enkel de natte secties en hebben geen opgegeven XY-coördinaten, enkel relatieve tussenafstanden tussen de gemeten punten binnen één sectie en een situering ten opzichte van de kilometerpunten. Deze secties werden gepositioneerd op basis van de kilometeraanduidingen langs de rivier en de tussenafstanden tussen de opeenvolgende secties. Hierbij geldt dat voor de IJzer het kilometerpunt 0 gesitueerd is aan de Ieperstuw in Nieuwpoort en voor het Lokanaal aan de Fintelestuw in Lo-Reninge. De rivierassen waarlangs deze situering is gebeurd werden ingetekend op basis van de zwart-wit-orthofoto's daterend van 1997-2000.

Voor de IJzer werden op een aantal locaties geen opmetingen uitgevoerd in de periode 1999-2002 aangezien op die locaties geen slib aanwezig was en bijgevolg geen baggerwerken plaatsvonden. Daar werden de opmetingen van 1995 gebruikt ("voorpeilingen"). Ter hoogte van het spaarbekken op de IJzer in Nieuwpoort zijn deze secties nog enigszins aangepast. De oorspronkelijke gegevens gaven er dieptes weer tot meer dan 8 m onder normaalpeil van de IJzer (3,14 mTAW). Tijdens baggerwerken werd een gedeelte van het slib op de bodem van het spaarbekken geborgen, waardoor de diepte afnam. Het districtshoofd (J. Duyck) van het IJzerbekken deelde mee in een brief van 2 september 2004 dat de onderhoudsaannemer recent op een aantal plaatsen peilingen had uitgevoerd en dat er mag aangenomen worden dat de gemiddelde diepte van het spaarbekken nog ongeveer 6 meter bedraagt (ondanks de eerder meegedeelde diepte van 3 meter). De diepere gedeelten van de dwarssecties in het spaarbekken zelf werden bijgevolg gewijzigd tot een niveau van -2,86 mTAW. De geul van de IJzer bleef er ongewijzigd.

De meest recente opmetingen reikten ook niet tot aan het punt waar de opwaartse randvoorwaarde van de IJzer (meetpost in Roesbrugge) werd opgelegd, maar tot ongeveer 500 m afwaarts ervan. Over die zone werden een aantal bijkomende secties aangemaakt op basis van andere secties en DHM gegevens.

In het kanaal Ieper-IJzer werden rond 2000 geen baggerwerken uitgevoerd. De meest recente beschikbare gegevens dateren van 1995. Gezien een belangrijke aanslibbing in dit kanaal stelde het districtshoofd F. Dobbelaere voor (telefoongesprek op 16/12/2003) om de opgemeten waterdieptes ten opzichte van het referentiepeil met een percentage te verminderen:

- Opwaartse pand (Ieper-Boezingedorp): -10% t.o.v. 9,86 mTAW
- Middelste pand (Boezingesas-Boezingedorp): -20% t.o.v. 6,36 mTAW
- Afwaartse pand (Boezingesas-monding): -30% t.o.v. 3,14 mTAW

Enkel het afwaartse pand werd in het model ingevoerd. Bij de secties die enkel informatie bevatten van het natte gedeelte van de waterloop diende deze informatie verder aangevuld te worden. Dit gebeurde met gegevens uit het puntenbestand van het digitaal hoogtemodel Vlaanderen. Hiervoor werd voor een smalle strook langs de bewuste waterlopen een afzonderlijk en meer gedetailleerd grid aangemaakt met een gridcelgrootte van 4mx4m, eveneens gecombineerd met de lijnenbestanden die de dijkhoogten bevatten (D'Haeseleer & Deschamps, 2006).

De dwarsdoorsneden van het Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort werden in 2008 volledig bathymetrisch en topografisch opgemeten, in opdracht van De Vlaamse Waterweg (voorheen Waterwegen & Zeekanaal), afdeling Bovenschelde. Het nulpunt van het Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort ligt aan de Veurnestuw in Nieuwpoort. Het gedeelte op Frans grondgebied (Canal de Furnes) werd niet opgemeten. De dwarsdoorsnede werd benaderd op basis van de meest opwaartse gemeten dwarsdoorsnede, op de grens tussen België en Frankrijk.

Onbevaarbare waterlopen 1^{ste} categorie

De dwarssectiegegevens van de onbevaarbare waterlopen werden ter beschikking gesteld door de afdeling Operationeel Waterbeheer van VMM (voorheen afdeling Water van AMINAL). Voor de meeste waterlopen waren ascii-bestanden bijgevoegd die op een eenvoudige manier om te zetten waren naar Mike11-importformaat. Deze secties bevatten zowel het natte gedeelte van de rivier als de oever. In de opmetingen van een aantal waterlopen zitten zowel de vaste bodem als de slibbodem opgenomen:

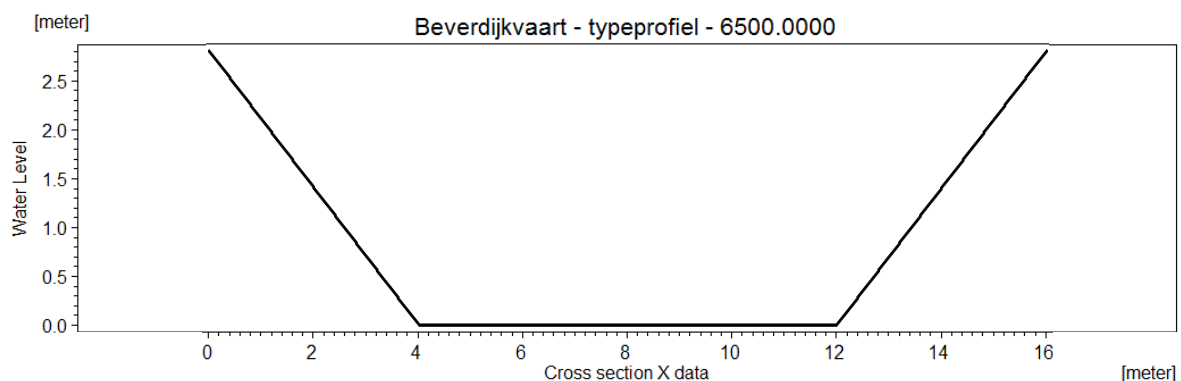
- Poperingevaart – enkel vaste bodem
- Martjesvaart / Sint-Jansbeek – vaste bodem en slibbodem
- Kemmelbeek – enkel vaste bodem
- Ieperlee – vaste bodem en slibbodem
- Stenensluisvaart / Houtensluisvaart / Noordkantvaart – vaste bodem en slibbodem
- Handzamevaart / Krekelbeek – enkel vaste bodem

Waar de slibbodem beschikbaar was, werden deze gegevens in het model opgenomen. Binnen deze opmetingsbestanden zitten eveneens de waterloopassen vervat. Deze assen werden gebruikt in het model om de dwarsdoorsneden te positioneren.

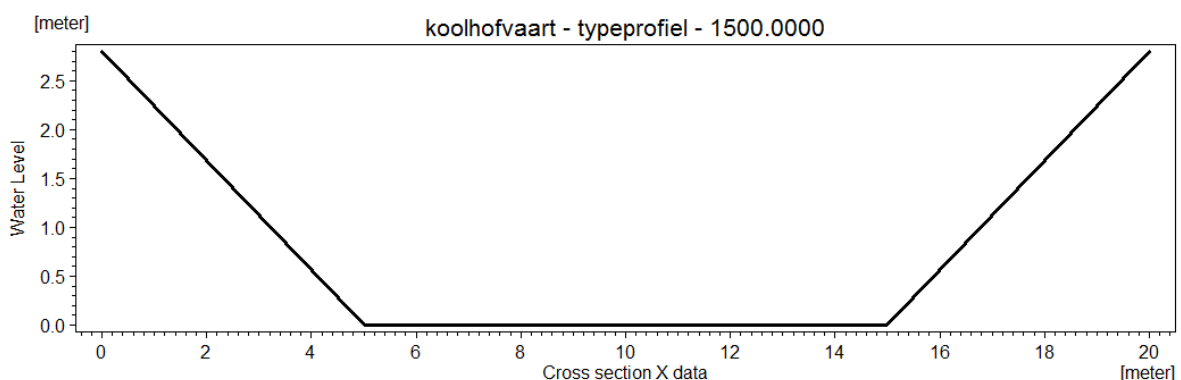
Er waren geen dwarssecties beschikbaar voor de Steenbeek en de Blankaartvijver. Hiervoor werden benaderende secties aangemaakt op basis van het digitaal terreinmodel. De ligging werd bepaald op de orthofoto's. De diepte van de Blankaartvijver werd op 1,20 m onder het streefpeil van 2,60 mTAW genomen. Dit werd gebaseerd op het rapport van de modelleringsstudie van de Blankaart (algemene beschrijving) waarin wordt vermeld dat de Blankaartvijver ongeveer 1 meter diep is (IMDC/Afdeling Water, 2003).

Aangezien voor de waterlopen Beverdijkvaart, Koolhofvaart en Venepevaart geen dwarssecties beschikbaar zijn, zijn deze gemodelleerd met typesecties. Figuur 32 en Figuur 33 tonen de typesecties respectievelijk voor de Beverdijkvaart en de Koolhofvaart. De typesecties van de Venepevaart zijn identiek aan deze van de Beverdijkvaart (Boey *et al.*, 2013).

Figuur 32 – Typesectie Beverdijkvaart



Figuur 33 – Typesectie Koolhofvaart



4.6.2 De hydraulische weerstand

De hydraulische weerstand (radius type) kan in Mike11 op twee manieren worden weergegeven. De eerste manier is via de 'hydraulische straal' (hydraulic radius) zoals in België meestal wordt gebruikt, een tweede mogelijkheid is de 'resistance radius' (waarvoor geen Nederlandse vertaling bestaat). Beide grootheden worden berekend op basis van de geometrie van de dwarssectie (en eventueel op basis van de relatieve weerstand), maar via formules die iets verschillend zijn. Voor de juiste formules wordt verwezen naar de Mike11 reference manual, namelijk §1.3. (DHI, 2012). Over het algemeen is de 'resistance radius' geschikt voor secties met een belangrijke variatie in de geometrie (zoals de stroming in het winterbed of over de oever), daar waar de hydraulische straal meer geschikt is voor diepe, smalle uniforme secties.

Standaard wordt in Mike11 de 'resistance radius' vooropgesteld. Omdat de hydraulische straal echter meer gekend is bij ons en ook in de belangrijkste literatuur over hydraulica en omdat dus de Manningwaarden uit de literatuur (die als startwaarden worden gebruikt voor de kalibratie) in principe enkel geldig zijn bij het gebruik van de hydraulische straal, wordt in deze studie voor alle waterloopsecties van het zomerbed de hydraulische straal gebruikt. Enkel voor de brede en niet-uniforme secties voor de voorstelling van de overstromingsgebieden die gebaseerd zijn op de geometrie van het DTM wordt gebruik gemaakt van de 'resistance radius'.

De keuze tussen de hydraulische straal en de 'resistance radius' kan zijn invloed hebben op de waarden van de afgeijkte Manningwaarden. Zo is het mogelijk dat bij het gebruik van de 'resistance radius' andere Manningwaarden worden gevonden dan bij het gebruik van de hydraulische straal. Het verschil tussen beide is bovendien afhankelijk van de geometrie van de sectie.

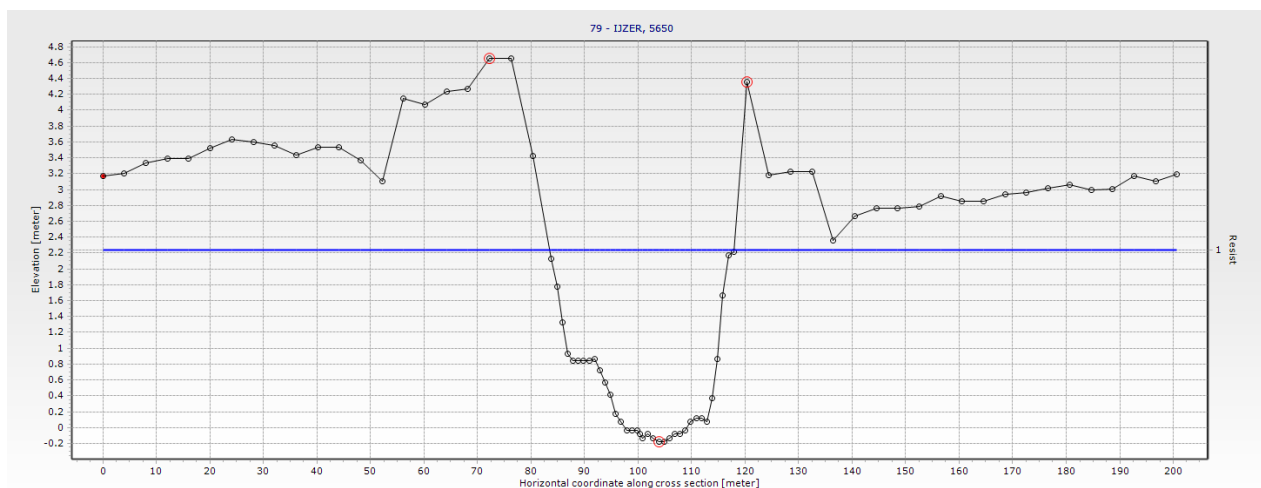
De hydraulische weerstand van de dwarssecties in het 1D model van de IJzer werd bepaald door kalibratie. De gekalibreerde waarden worden beschreven in paragraaf 0.

4.6.3 Het plaatsen van 'markers'/processed data

Een groot aantal van de gemeten dwarssecties hebben aan linker- en/of rechteroever delen van het maaiveld die lager gelegen zijn dan de maximale terreinhoogte aan het talud. Wanneer het waterpeil stijgt tot boven die lager gelegen delen maar onder de oeverwal blijft, zal het softwarepakket Mike11 onder normale omstandigheden toch water laten stromen over deze gebieden. Daarom werden alle dwarssecties voorzien van markers voor linker- en rechteroever. Op deze manier wordt tijdens de berekening enkel de geometrie van de sectie 'binnen' deze markers in rekening genomen. Een voorbeeld van de positie van deze markers wordt gegeven in Figuur 34 voor de IJzer met chainage 5650 meter.

Mike11 houdt inwendig enkel de zogenaamde 'verwerkte' gegevens bij van de dwarsdoorsneden (processed data). De geometrische gegevens die door de gebruiker worden ingegeven, de ruwe data, worden omgezet in grootheden die rechtstreeks bruikbaar zijn in het numerieke schema van het programma (natte oppervlakte, kombergingsbreedte, doorvoercapaciteit, ...). Bij het berekenen van de 'processed data' houdt Mike11 rekening met de positie van deze markers.

Figuur 34 – Voorbeeld van 'markers' voor linker- en rechteroever



Mike11 berekent de processed data voor elke dwarssectie voor een discreet aantal waterhoogtes. Tussen deze waterhoogtes worden de processed data bekomen via lineaire interpolatie. Voor de keuze van de waterhoogtes voorziet het programma in drie mogelijkheden:

- **Automatisch:** De waterhoogtes worden door Mike11 zelf geselecteerd. Als voor de hydraulische weerstand de 'resistance radius' wordt gebruikt, worden deze punten geselecteerd op basis van de variatie in kombergingsbreedte en bij gebruik van de hydraulische straal op basis van de variatie in de doorvoercapaciteit (conveyance). De dichtheid van de gekozen waterhoogtes wordt groter, naarmate de kombergingsbreedte of de doorvoercapaciteit sneller verandert.
- **Equidistant:** De waterhoogtes worden geselecteerd met gelijke tussenafstanden en dit tussen de minimale en maximale hoogte van de dwarssectie.
- **Ingegeven door de gebruiker:** Hierbij worden per sectie alle waterhoogtes handmatig ingegeven.

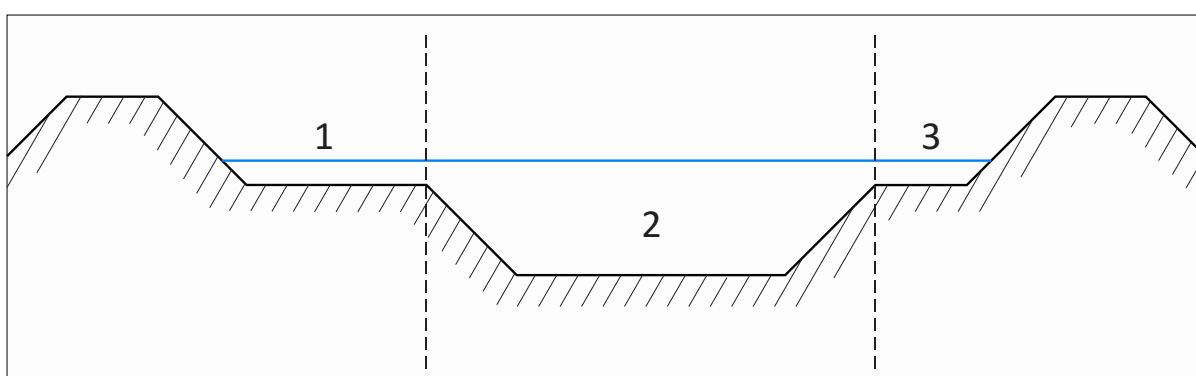
Bij de opmaak van de hydrodynamische modellen van het WL wordt standaard gebruik gemaakt van de tweede optie (equidistant).

Bij het gebruik van de hydraulische straal komt het vaak voor dat de berekende doorvoercapaciteit niet monotoon stijgt in functie van de waterhoogte (ook bij een equidistante selectie van de waterhoogtes waarvoor de processed data worden berekend). De doorvoercapaciteit wordt immers berekend op basis van de hydraulische straal die bij discontinuïteiten in de dwarssectie ook niet steeds monotoon stijgt met de

hoogte. Bij een plotse verbreding van de sectie neemt de natte omtrek immers sterk toe, terwijl de natte sectie min of meer ongewijzigd blijft. De hydraulische straal, gedefinieerd als de verhouding tussen natte oppervlakte en natte omtrek, wordt hierdoor plots kleiner.

Dit fenomeen is om twee redenen te vermijden. Ten eerste kan het aanleiding geven tot instabiliteiten. Bij eenzelfde doorvoercapaciteit kunnen immers twee waterhoogtes horen, waartussen de berekening zal oscilleren. Ten tweede is een terugval in de doorvoercapaciteit bij toenemende hoogte fysisch onmogelijk. Daarom werden de processed data van alle secties visueel gecontroleerd op dit fenomeen. Als vastgesteld werd dat de doorvoercapaciteit niet monotoon steeg met de waterhoogte werd de dwarssectie ter hoogte van deze discontinuïteit opgesplitst in deelsecties (zie Figuur 35). De doorvoercapaciteit van de totale sectie wordt dan berekend als de som van de doorvoercapaciteiten van de deelsecties.

Figuur 35 – Voorbeeld van een dwarssectie opgesplitst in drie deelsecties.



4.7 Overstromingsgebieden

4.7.1 Modelleringstechniek

Er zijn in Mike11 vier mogelijkheden om overstromingsgebieden te beschrijven:

- **Uitgebreide dwarsprofielen:** De geometrie van de dwarsdoorsnede wordt langs linker- en/of rechteroever uitgebreid op basis van de topografie van het maaiveld. Het maaiveld krijgt daarbij over het algemeen een grotere ruwheid dan het zomerbed. Deze methode kan worden toegepast als winterbed en zomerbed steeds dezelfde waterhoogte hebben (er is geen zomerdijk aanwezig) en als de stroming in het winterbed niet verwaarloosbaar is.
- **Berging:** Aan linker- en of rechteroever van de dwarsdoorsnede wordt bijkomende berging toegekend. Deze methode kan worden toegepast als winterbed en zomerbed dezelfde waterhoogte hebben (er is geen zomerdijk aanwezig) en als de stroming in het winterbed verwaarloosbaar is.
- **Parallele waterloop:** Overstromingsgebieden met een 'sterke' stroming en waarbij de waterhoogte kan verschillen van de waterhoogte in de hoofdriever, kunnen in het model worden ingebracht als een riviertak, parallel aan de hoofdriever. De parallelle tak en de hoofdriever worden met elkaar verbonden door zijdelingse overlaten die de stroming over de dijk voorstellen. Deze overlaat wordt gedefinieerd door in het waterloppennetwerk een 'link channel' aan te brengen. Dit 'verbindingskanaal' wordt bepaald door de geometrie van de overlaat (dwarssectie), bijzondere ladingsverliezen en door de eventuele aanwezigheid van bijkomende berging. Door het regelen van deze bijkomende berging kan men er nauwkeurig op toezien dat hetzelfde bergingsvolume niet tweemaal in het model wordt ingebracht.

- **Reservoir:** De “link channel” kan ook worden gebruikt om een riviertak te verbinden met een reservoir in Mike11 “Flood Cell” genoemd. Het reservoir wordt dan gedefinieerd als bijkomende berging aan een fictieve dwarssectie. Deze methode wordt gebruikt als waterhoogte in winterbed en zomerbed verschillend (kunnen) zijn en als de stroming in het winterbed verwaarloosbaar is.

Aangezien het gebied rond de IJzer zeer vlak terrein is, zijn de valleigebieden in het 1D-model van de IJzer opgenomen als reservoirs. Hierbij ligt de nadruk op de berging van het water in de overstromingsgebieden en wordt verondersteld dat er weinig of geen stroming plaatsvindt in deze gebieden.

De hoogte-oppervlakterelatie van de reservoirs werd herberekend op basis van DHM-Vlaanderen II met een celgrootte van 1mx1m.

De ligging van de gemodelleerde valleigebieden en de gebruikte modelleringstechniek wordt weergegeven op de schematisatiekaarten in Bijlage A.

4.7.2 Link channels

Er wordt een onderscheid gemaakt tussen link channels die gebruikt worden voor het verbinden van overstromingsgebieden onderling of met de waterloop, en link channels die gebruikt worden voor het modelleren van een structuur.

Onderstaande beschrijving geldt enkel voor link channels die gebruikt worden voor het verbinden van overstromingsgebieden onderling of met de waterloop.

Elk link channel wordt gekenmerkt door:

- De richting van de link channel: de link channels worden gedigitaliseerd volgens de “dominante” richting van de stroming:
 - van de hoofdwaterloop naar de overstromingsgebieden toe
 - bij verbinding tussen twee overstromingsgebieden: te kiezen
- De geometrie van de link channel: deze wordt beschreven door middel van depth-width relaties. De maximale breedte van de link channel houdt rekening met de verhanglijn. De werkelijke geometrie van een link channel wordt schematisch ingevoerd in een V vorm met een standaard 10 cm verschil tussen het laagste punt en het volgende punt. Indien uit gegevens blijkt dat de werkelijke geometrie significant afwijkt van de V vorm kan een andere meer gedetailleerde vorm gebruikt worden. Er wordt een maximaal hoogte verschil van 1,00 m voorgesteld. Op basis van de huidige modellen en voor de hoogste terugkeerperiode, moet gecontroleerd worden welke de maximale gesimuleerde waterstand boven de link is.



- De lengte van de link channel in de stromingsrichting: voor dijken wordt de lengte vastgelegd op 10 m, voor keermuren kan een kleinere lengte gebruikt worden.
- De coëfficiënten van de link channel: alle coëfficiënten worden gelijk gesteld aan de standaard coëfficiënten.
 - De manning waarde “n” wordt gebruikt (=0.05)
 - Critical flow coefficient: wordt gelijkgesteld aan de standaardwaarde van 1

4.7.3 Naamgeving

Voor de namen van de waterlopen of takken zijn volgende conventies gedefinieerd. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen de hoofdas van de waterlopen, en riviertakken in overstromingsgebieden.

De naam van de hoofdas van de waterloop stemt overeen met de werkelijke naam van de waterloop (zie §4.6.1).

De benaming van de riviertakken in de overstromingsgebieden is 3-delig, deze delen worden gescheiden door “_”:

- in het eerste deel wordt aangegeven om welk type tak het gaat:
 - o FB = flood branch (parallele tak in overstromingsgebied)
 - o LC = link channel (overloop, verbinding tussen hoofdwaterloop en parallele tak of 2 parallele takken)
 - o FC = flood cell (verbinding tussen hoofdwaterloop of parallele tak en een overstromingsbekken)
- het tweede deel geeft aan op welke chainage de benoemde tak gekoppeld is
- het derde deel geeft aan langs welke zijde van de rivier de benoemde tak zich bevindt (L of R), en het volgnummer, geteld van opwaarts naar afwaarts

In het 1D-model van de IJzer worden bovenstaande conventies niet volledig gevolgd. De huidige naamgeving is gebaseerd op de naamgeving uit de vorige modelversie.

In de vorige modelversie werden de delen van de naam van de link channels ingekort zodat de naam minder dan 20 karakters zou bevatten. Daarnaast werd ‘AE’ gebruikt als eerste deel van de naam van de reservoirs.

Bij de link channels die een verbinding vormen tussen een rivier en een reservoir bevat de oude naam ook nog een verwijzing naar het verbonden reservoir. De oude naam is 2-delig, gescheiden door “_”:

- Afkorting van de waterloop, chainage en L of R voor de oever
- Verwijzing naar de naam van het reservoir

De oude naam van de link channels die twee reservoirs met elkaar verbinden, bestaat eveneens uit 2 delen gescheiden door “_”:

- Verwijzing naar de naam van het opwaartse reservoir
- Verwijzing naar de naam van het afwaartse reservoir

In de huidige modelversie werd enkel “LC_” toegevoegd vooraan de naam van de link channels en “FC_” vooraan de naam van de flood cells (reservoirs). De nieuwe namen zijn dus 3-ledig ipv 2-ledig.

4.8 Hydraulische structuren

4.8.1 Algemeen

Om de kunstwerken te modelleren, werd gebruik gemaakt van volgende modelelementen:

- ‘Culverts’
- ‘Weirs’
- ‘Pumps’
- ‘Control structures’

In de volgende paragrafen wordt elk van deze modelelementen verder toegelicht

4.8.2 Culverts

Het ‘culvert’ modellement wordt gebruikt om kokers van verschillende vorm, lengte en helling te modelleren. Alle mogelijke stromingscondities kunnen worden voorgesteld met inbegrip van volledig verdrongen stroming, gedeeltelijk verdrongen stroming, kritische instroom, vrije uitstroom en stroming doorheen een opening.

Een culvert modellement kan de stroming in een hydraulische structuur simuleren, rekening houdend met intrede- en uittredeverliezen en algemene ladingsverliezen (wandruwheid). De formules die gehanteerd worden zijn gebaseerd op de formule van Bernouilli.

Het Mike11 culvert element wordt binnen deze studie gebruikt voor:

- de voorstelling van duikers/onderdoorgangen
- de voorstelling van de terugloop vanuit overstromingsgebieden naar de waterloop
- de voorstelling van instroom vanuit de waterloop naar gereduceerde getijdegebieden
- de voorstelling van de uitmonding van waterlopen die via een uitlaatconstructie, eventueel met een terugslagklep, in een andere waterloop uitmonden

In Mike11 worden bruggen gemodelleerd door middel van een ‘culvert’ modellement, als één enkele koker. Er wordt geen opsplitsing gemaakt in 2 of 3 kokers als er pijlers aanwezig zijn. Enkel de bruggen die een belangrijke opstuwing (kunnen) veroorzaken worden gemodelleerd als koker. Hierbij wordt de hoogte-breedteverhouding van de koker aangepast naar de bathymetrie en de vorm van de brug.

In Bijlage B wordt een overzicht gegeven van de in het hydrodynamische model aanwezige culvert modellementen. Per culvert worden volgende gegevens weergegeven:

- de positie van de structuur: naam van de waterloop en chainage
- een identificatie (ID)
- de drempelhoogte op- en afwaarts
- de lengte in de stromingsrichting
- het aantal openingen
- of er al dan niet een terugslagklep aanwezig is
 - geen
 - negatief = only negative flow
 - positief = only positive flow
- de vorm (rechthoekig, cirkelvormig, onregelmatig)

Opmerkingen:

- Volgens de huidige conventies worden de culvert modelementen die bestaande kokers voorstellen, worden steeds op een apart (onoverstroombaar) 'link channel' geplaatst. De naam van dit link channel bevat UIT of IN, voor respectievelijk uit- of inwateringskokers. Deze conventie werd echter niet gevolgd in het 1D-model van de IJzer.
- De ID van een culvert die op een link channel wordt geplaatst is steeds '\$LINK'. Dit wordt opgelegd door de modelleringssoftware.
- In een waterloop moeten de op- en afwaartse sectie groter zijn dan de koker.

4.8.3 Weirs

In Mike11 zijn er vier mogelijkheden om vaste overlaten (weirs) via modelementen voor te stellen:

- broad crested weir
- weir formula 1 (Villemonthe)
- weir formule 2 (Honma)
- special weir

Het modelement 'special weir' wordt enkel gebruikt als geen enkele van de drie andere formuleringen in staat is het Qh verband van de overlaat voor modulaire (of volkomen) stroming nauwkeurig te beschrijven. Dit kan enkel worden vastgesteld als dit Qh-verband via fysische laboratoriumproeven werd bepaald. Voor onderhavige studie was dit niet het geval.

De 'broad crested weir' (overlaat met brede drempel) wordt gebruikt als kan verondersteld worden dat de overlaat in de richting van de stroming lang genoeg is opdat de kritische waterhoogte zich zou kunnen instellen. De verliezen worden aangeduid met een intredeverliescoëfficiënt ζ_1 (gebruikt in geval van modulaire of volkomen stroming) en een uittredeverliescoëfficiënt ζ_2 (bijkomend gebruikt in geval van onvolkomen stroming).

Bij de 'weir formula 1' en 'weir formule 2' worden de verliezen (bij volkomen stroming) aangeduid met een debietscoëfficiënt C_d . Bij onvolkomen stroming zijn de verliezen functie van de opwaartse en afwaartse waterhoogte. Een dergelijke formulering stemt overeen met de 'klassieke' overlaatformules en leent zich eenvoudiger voor de voorstelling van overlaten in dunne wand.

Omdat de ladingsverliezen bij gebrek aan gegevens niet in detail gekend zijn, worden in deze studie de overlaten systematisch voorgesteld door middel van het modelement 'broad crested weir' waarbij voor de verliescoëfficiënten de standaardwaarden van 0.5 voor het intredeverlies en 1 voor het uittredeverlies worden behouden.

Wanneer er stroming over de brug mogelijk is, wordt eventueel een 'weir' modelement in parallel geplaatst. Een combinatie van meerdere structuren in parallel op dezelfde locatie wordt op de modelschematisatiekaarten (zie Bijlage A) weergegeven als een "aggregated structure".

In Bijlage C wordt een overzicht gegeven van de in het hydrodynamische model aanwezige weir modelementen. Per weir worden volgende gegevens weergegeven:

- de positie van de structuur: naam van de waterloop en chainage
- een identificatie (ID)
- de drempelhoogte (mTAW)
- de drempelbreedte (m)

4.8.4 Pumps

De pompstructuren in Mike11 kunnen worden onderverdeeld in twee groepen, zijnde pompen met een interne uitstroom en pompen met een externe uitstroom, al naar gelang het verpompte debiet al dan niet binnen het hydraulisch netwerk blijft.

Voor elke pomp moeten twee zaken gespecificeerd worden:

- De pompcapaciteit
- De regeling

Voor het definiëren van de pompcapaciteit kan ofwel een vast pompdebiet opgegeven worden, ofwel kan gebruik gemaakt worden van een pompkarakteristiek. Hierbij is het verpompte debiet functie van de opvoerhoogte.

Voor de regeling van de pomp dienen de waarden voor het aan- en afslagpeil van de pomp opgegeven te worden en de tijd nodig voor het in- en uitschakelen van de pomp.

In Bijlage D wordt een overzicht gegeven van de in het hydrodynamische model aanwezige pompen. Per pomp worden volgende gegevens weergegeven:

- de positie van de pomp: naam van de waterloop en chainage
- een identificatie (ID)
- het debiet
- het aanslagpeil
- het afslagpeil

Pompen worden gedefinieerd op een (niet-overstroombaar) link channel. De richting van dit link channel wordt vastgelegd volgens de richting van het verpompte water, i.e. van het overstromingsgebied naar de rivier toe. Negatieve pompdebieten kunnen in het programma niet worden gespecificeerd. De naam van dit link channel begint met 'LC_POMP' of 'LC_PUMP'.

4.8.5 Control structures

Control structures worden gebruikt voor de modellering van structuren met beweegbare onderdelen. Zowel structuren met onderstroming of overstorting (of een combinatie van beide) kunnen met dit modelement worden gemodelleerd.

In Bijlage E worden voor elke control structure volgende gegevens weergegeven:

- de positie van de structuur: naam van de waterloop en chainage
- een identificatie (ID)
- het type: overflow (overstorting), underflow (onderstroming) of radial gate (sector klep)
- de drempelbreedte en -hoogte

4.9 Randvoorwaarden

Er wordt een onderscheid gemaakt tussen opwaartse randvoorwaarden (inclusief de zijdelingse instroomdebieten) en afwaartse randvoorwaarden.

4.9.1 Opwaartse randvoorwaarden

Aan de opwaartse en zijdelingse randen van het model worden debieten opgelegd. Indien beschikbaar wordt gebruik gemaakt van gemeten reeksen voor deelstroomgebieden die door limnigrafen bemeten worden. Een aantal opwaartse en zijdelingse randen zijn niet bemeten. Hiervoor worden de debietreeksen berekend door middel van herschaling van debietreeksen van naburige bemeten deelstroomgebieden.

In Tabel 8 wordt een overzicht gegeven van de gebruikte metingen en de toegepaste herschalingen.

Tabel 8 – Herkomst opwaartse randvoorwaarden

Deelbekken	Meting / herschaling	Meetpost
F01IJZ468000	Meting	ijz07a
V01HAN488180	Meting	L01_488
V01IEP495080	Meting	L01_495
V01KEM492060	Meting	L01_492
V01POP491030	Meting	L01_491
V01MAR496120	Meting	L01_496
V01SSV499140	Meting	L01_499
V01IJZ000020	Herschaling	ijz07a
V01HAN000160	Herschaling	L01_488
V01POP000040	Herschaling	L01_491
V01POP000050	Herschaling	L01_491
V01KEM000070	Herschaling	L01_492
V01IEP000090	Herschaling	L01_495
V01KII000105	Herschaling	L01_495
V01MAR000130	Herschaling	L01_496
V01SSV000150	Herschaling	L01_499
V01BEV000035	Herschaling	gemiddelde L01
V01LOK000290	Herschaling	gemiddelde L01
V01KDN000280	Herschaling	gemiddelde L01
V01KDN000210	Herschaling	gemiddelde L01
F01KDF000200	Herschaling	gemiddelde L01

De gemeten of herschaalde debieten worden in Mike11 ingegeven als “rainfall-runoff links” in de network file. In Bijlage F wordt een overzicht gegevens van alle rainfall-runoff links.

Mike11 heeft opwaartse randvoorwaarden nodig aan alle vrije opwaartse randen van het hydrodynamische model, dus ook aan de opwaartse randen van de parallelle waterlopen en daar waar een Flood Cell (reservoir) “dood loopt”. Op die plaatsen worden fictieve randvoorwaarden ingegeven van constante debieten gelijk aan nul of bijna nul. Deze fictieve opwaartse randvoorwaarden worden in Mike11 ingegeven als constante waarde in de boundary file. In Bijlage G wordt een overzicht gegeven van de locaties waar dit gebeurd is.

4.9.2 Afwaartse randvoorwaarden

Aan de afwaartse rand van het model worden gemeten waterstanden opgelegd. Tabel 9 geeft een overzicht van de afwaartse randvoorwaarden in het model.

Tabel 9 – Herkomst afwaartse randvoorwaarden

Waterloop	Locatie	Meetpost
IJzer	Nieuwpoort	ijz01d

De afwaartse randvoorwaarden worden in Mike11 ingegeven als tijdreeks in de boundary file. Voor een overzicht wordt nogmaals verwezen naar Bijlage G.

5 Kalibratie

5.1 Overzicht kalibratieperiodes

Het numeriek model van de IJzer werd gekalibreerd voor twee perioden: december 2009 en maart 2012. De gebeurtenissen tijdens deze perioden zijn beschreven in §2.2.4.

Tabel 10 – Overzicht kalibratieperiodes

Naam	Type	Begin	Eind
December 2009	Was	02/11/2009 12:00:00	31/12/2009 23:00:00
Maart 2012	Was	21/02/2012 00:00:00	01/04/2012 00:00:00

5.2 Methode kalibratie

Het voornaamste doel van de kalibratie is het model te verbeteren. De ruwheid van de rivierbedding is gebruikt als kalibratieparameter. Enkel in de riviertak van de IJzer werd de ruwheid aangepast.

Voor de periode van december 2009 werden de gemeten en gesimuleerde waterpeilen en debieten visueel vergeleken.

Op basis van de metingen voor de periode van maart 2012 werd de sturing van de Ieperstuw, de Veurnestuw en de Fintelestuw aangepast. Op basis van een volumebalans werden ook de opwaartse randvoorwaarden voor deze periode aangepast. De gemeten en gesimuleerde waterpeilen en debieten werden visueel vergeleken.

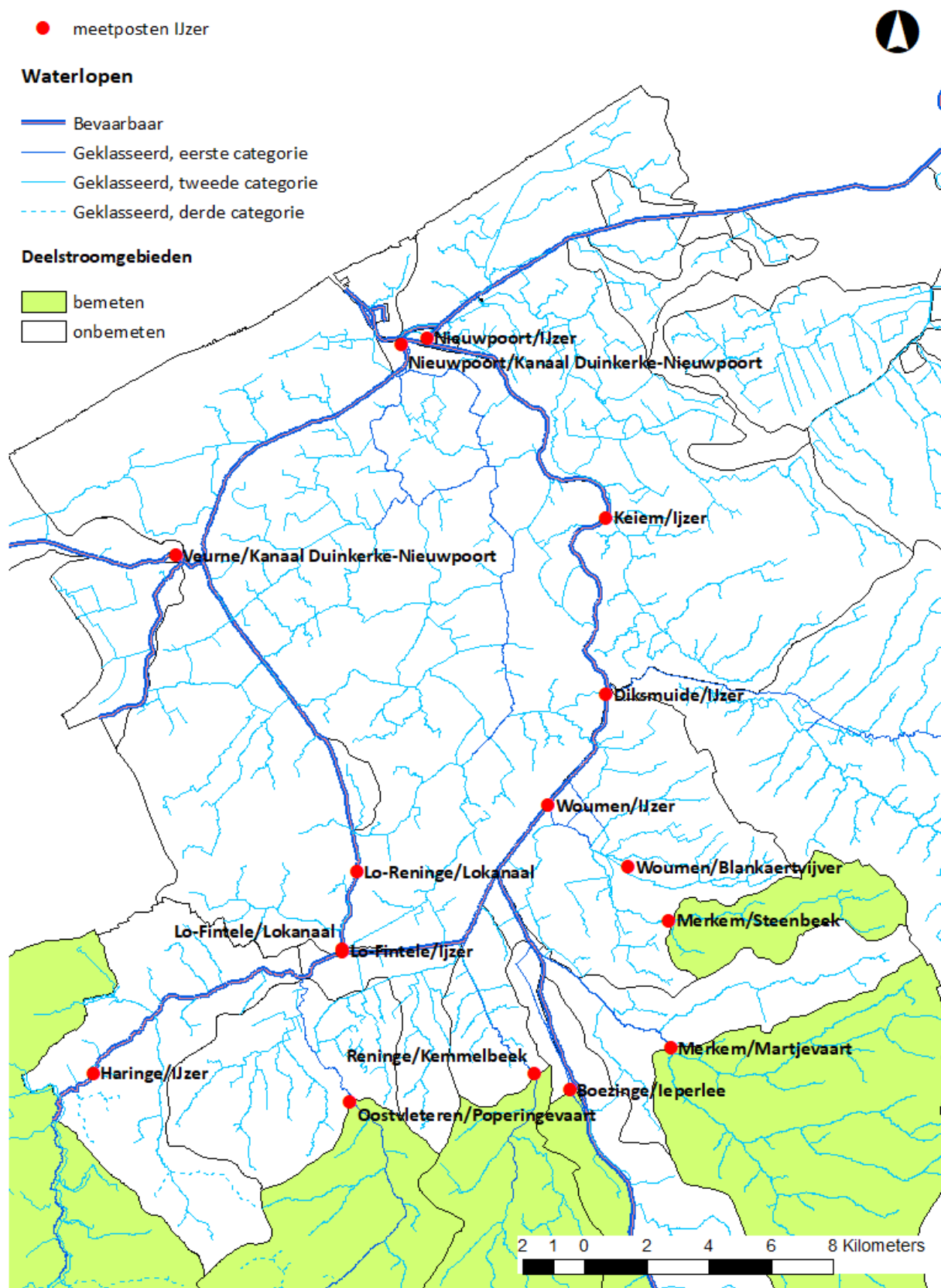
5.2.1 Meetgegevens

Tabel 11 geeft een overzicht van de meetposten die gebruikt zijn voor vergelijking van de gemeten en gesimuleerde waterpeilen en debieten bij de kalibratie. De ligging van deze meetposten wordt weergegeven in Figuur 36.

Tabel 11 – Overzicht meetposten waterpeil en debiet voor kalibratie

Waterloop	Meetpost	Waterpeil (H) / Debiet (Q)
IJzer	Haringe	H en Q
	Lo-Fintele	H
	Woumen	H
	Diksmuide	H
	Keiem	H en Q
	Nieuwpoort	H
Blankaartvijver	Woumen	H
Lokanaal	Lo-Fintele	H
	Lo-Reninge	H en Q
Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort	Veurne	H
	Nieuwpoort	H

Figuur 36 – Ligging meetposten waterpeil en debiet voor kalibratie



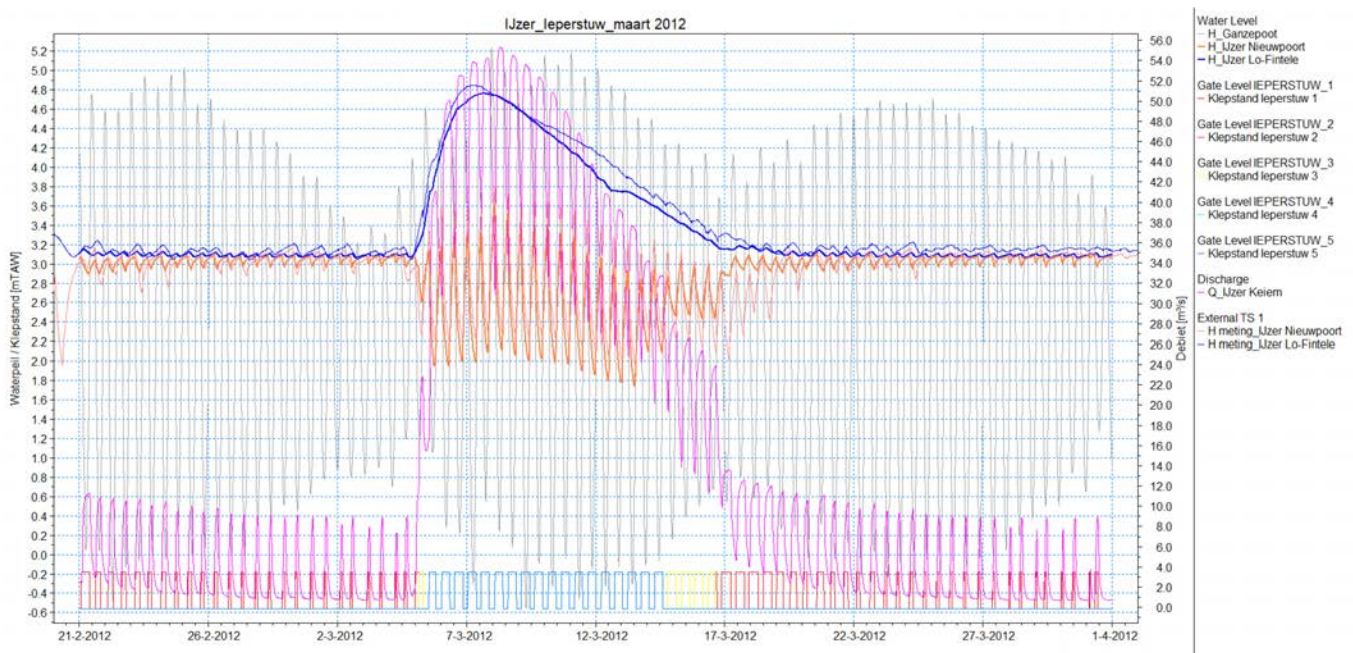
5.2.2 Modelaanpassingen

Sturing leperstuw

Bij het begin van de kalibratieperiode van maart 2012 is slechts één van de vijf stuwen van de leperstuw gedeeltelijk geopend. De limiterende factor om ook de andere stuwen te openen is het debiet te Keiem. Dit bedraagt voor de periode met verhoogde bovenafvoer vaak minder dan 5 m³/s en steeds minder dan 15 m³/s. Hierdoor bleven de kleppen van stuwen 2 tot en met 5 gesloten bij de initiële regeling. Tijdens de periode met verhoogde bovenafvoer zijn de kleppen van alle stuwen geopend (zie Figuur 37).

Op basis van de metingen blijkt dat een deel van de kleppen geopend wordt tijdens één getij bij lage bovenafvoer. Hiervoor diende de sturing van de leperstuw in het model aangepast te worden. Voor leperstuw_1 en leperstuw_2 werden de sturingsregels bij lage afvoeren aangepast. Ze openen nu reeds wanneer het debiet op de IJzer te Keiem meer dan 0,8 m³/s bedraagt (i.p.v. 5 m³/s).

Figuur 37 – Gemeten en gesimuleerde waterpeilen op de IJzer ter hoogte van Nieuwpoort en Lo-Fintele, gesimuleerd debiet te Keiem en klepstanden van stuwen 1 tot en met 5 van de leperstuw voor de kalibratieperiode van maart 2012



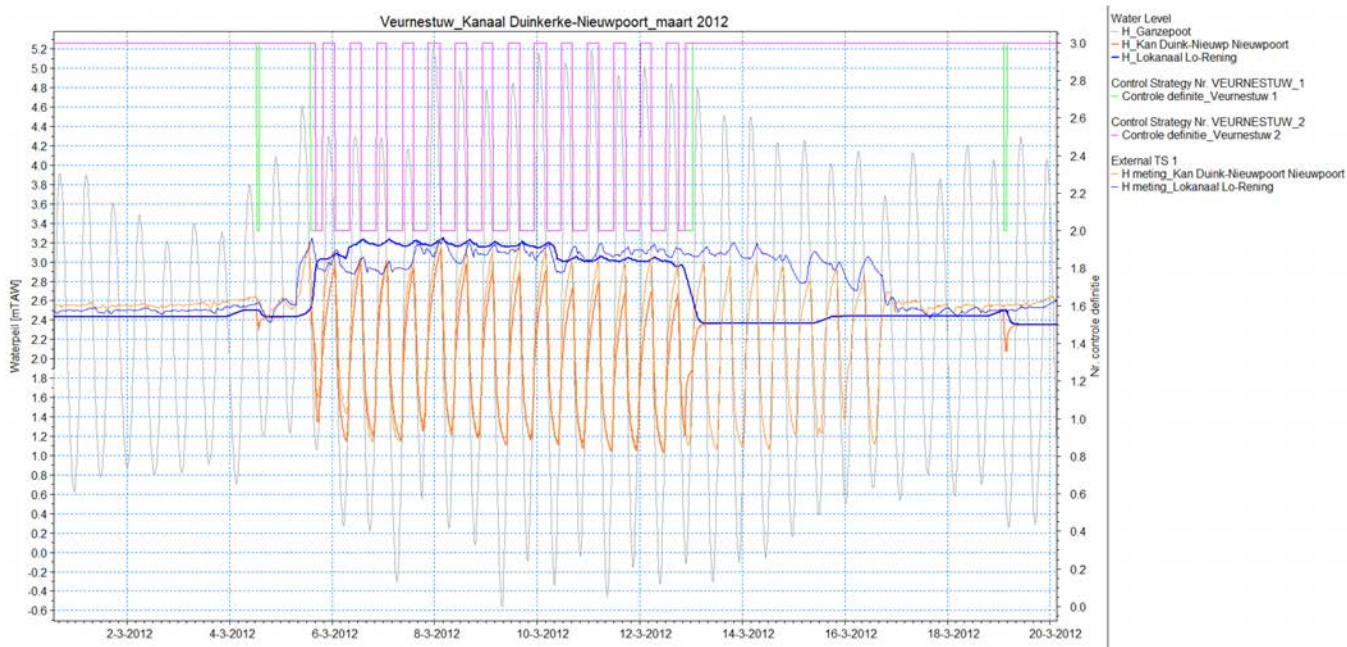
Sturing Veurnestuw

De Veurnestuw controleert de uitstroom naar de zee vanuit het Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort. De stuw draagt ook bij aan de controle van de afvoer en het waterpeil van het Lokanaal. In het geactualiseerde model zijn meer stuwopeningen geïmplementeerd dan in het originele model. Hierdoor is de sturing van de stuw flexibeler. In vergelijking met de oude regeling, worden de stuwen meer frequent geopend. Veurnestuw_1 opent nu reeds wanneer het waterpeil op het Lokanaal te Lo-Reninge meer dan 2,3 mTAW bedraagt (i.p.v. 2,44 mTAW) en Veurnestuw_2 opent wanneer het waterpeil te Lo-Reninge meer dan 2,9 mTAW bedraagt (i.p.v. 3,0 mTAW).

Figuur 38 toont gemeten en gesimuleerde waterpeilen op het Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort te Nieuwpoort en op het Lokanaal te Lo-Reninge. Tijdens de periode met de hoogste bovenafvoer vertonen de gemeten en gesimuleerde waterpeilen te Nieuwpoort een goede overeenkomst. Tegen het einde van de periode met hoge bovenafvoer is er nog een verschil in de waterpeilen. Dit is echter niet gerelateerd aan de regeling van

de Veurnestuw. De gemeten waterpeilen te Lo-Reninge worden bij het begin van de hoge bovenafvoer overschat en later onderschat. Tijdens de periode met lage bovenafvoer is er een consistent verschil tussen het gesimuleerde en gemeten waterpeil. Dit kan gelinkt worden aan de toegepaste sturingsregels.

Figuur 38 – Gemeten en gesimuleerde waterpeilen op Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort ter hoogte van Nieuwpoort en Lokanaal ter hoogte van Lo-Reninge, en controle definitie van Veurnestuw 1 en 2 voor de kalibratieperiode van maart 2012



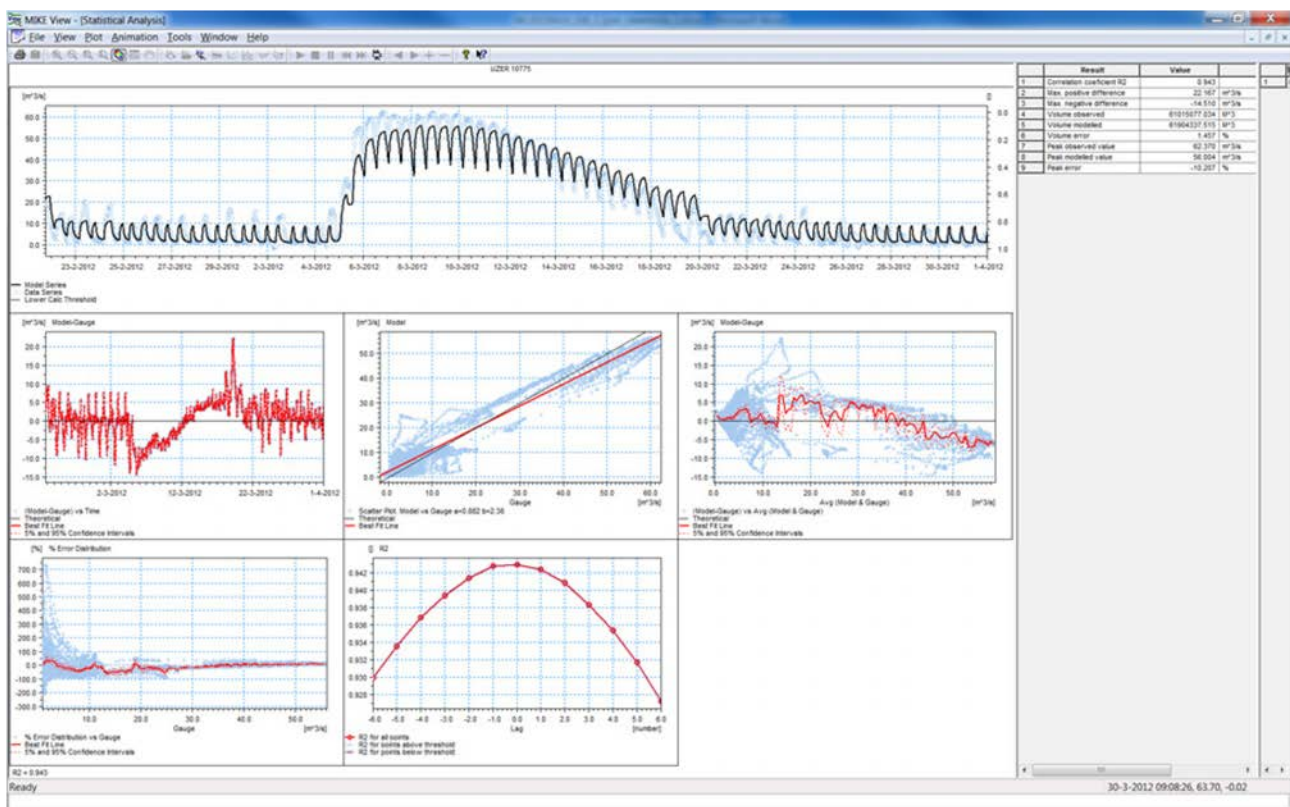
Sturing Fintelestuw

De afvoer in het Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort wordt voornamelijk gecontroleerd door de Fintelestuw. Uit de initiële simulatieresultaten voor maart 2012 bleek dat de opgelegde sturing geen goede resultaten gaf bij lage afvoeren. De initiële simulatieresultaten voor Lo-Reninge toonden aan dat ook bij hoge afvoeren de opgelegde sturing geen goede resultaten gaf. Bij het begin van de verhoogde afvoer leek in de simulatie meer afvoer dan geobserveerd afgeleid te worden van de IJzer naar het Lokanaal. Hierdoor kan ook een deel van het tekort aan afvoer ter hoogte van Keiem verklaard worden (zie sturing Ieperstuw). De sturing van de Fintelestuw werd dan ook aangepast. Wanneer het waterpeil op de IJzer tussen 3,74 en 4,30 mTAW ligt, opent de Fintelestuw nu volledig wanneer het waterpeil op het Lokanaal minder dan 3,1 mTAW bedraagt (i.p.v. 3,0 mTAW). Wanneer het waterpeil op de IJzer meer dan 4,3 mTAW bedraagt, opent de Fintelestuw volledig wanneer het waterpeil op het Lokanaal minder dan 3,25 mTAW bedraagt (i.p.v. 3,50 mTAW). In alle andere omstandigheden blijft de Fintelestuw gesloten.

Opwaartse randvoorwaarden maart 2012

Tijdens de was van maart 2012 overstroomden een aantal meetposten langs de randen van het studiegebied. Als gevolg van deze overstromingen konden de piekafvoeren niet correct bepaald worden. Het gebruik van de ruwe debietmeetreeksen leidt dan ook tot een onderschatting van het totale instroomvolume. Om zowel de gesimuleerde waterpeilen als de gesimuleerde afvoeren te verbeteren ten opzichte van de metingen, werden de opgelegde debieten aan de opwaartse en zijdelingse randen verhoogd met 26%. Hiervoor werd voornamelijk gekeken naar het debiet te Keiem. Figuur 39 toont de resultaten van de statistische analyse in MIKE11 voor het debiet te Keiem. Het volumeverschil tussen de gemeten en gesimuleerde afvoer bedraagt slechts 1,5 %, en de R^2 -factor is 0,94. Tijdens piekafvoeren bedraagt het verschil echter circa 10 %. Hieruit blijkt dat het toegevoegde volume op de randen van het model beter verdeeld dient te worden.

Figuur 39 – Resultaten statistische analyse MIKE11 – debiet te Keiem voor maart 2012



Ruwheid bedding

Tabel 12 geeft een overzicht van de ruwheid (Manning) van de waterlopen voor en na de kalibratie van het model. Enkel de ruwheid van de bedding van de IJzer werd gewijzigd: naar opwaarts toe werd de ruwheid verlaagd. De ruwheid van de andere waterlopen werd niet gewijzigd. Waterlopen die niet in de tabel vermeld worden, kregen allemaal een standaard ruwheid van 0.027 over de volledige lengte.

Tabel 12 – Ruwheidmodel IJzer voor en na kalibratie

Waterloop	Chainage	Initiële ruwheid	Ruwheid na kalibratie
IJzer	4	0.080	0.080
IJzer	74	0.080	0.080
IJzer	74	0.027	0.022
IJzer	10000	0.025	0.022
IJzer	17500	0.025	0.025
IJzer	20000	0.022	0.025
IJzer	30000	0.030	-
IJzer	31350	-	0.023
IJzer	35000	-	0.027
IJzer	41050	-	0.035

Waterloop	Chainage	Initiële ruwheid	Ruwheid na kalibratie
IJzer	41500	-	0.030
IJzer	43309	0.038	0.029
Lokanaal	0	0.027	0.027
Lokanaal	14395.2	0.025	0.025
Canal de Furnes	0	0.027	0.027
Canal de Furnes	13160	0.027	0.027
Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort	10	0.027	0.027
Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort	18758	0.027	0.027
Kanaal Ieper-IJzer	0	0.025	0.025
Kanaal Ieper-IJzer	8649.23	0.025	0.025
Blankaart	0	0.030	0.030
Blankaart	1444.75	0.030	0.030
Handzamevaart	1677	0.070	0.070
Handzamevaart	16414.4	0.025	0.025
Houtensluisvaart	0	0.030	0.030
Houtensluisvaart	2889.57	0.030	0.030
Ieperlee	3800	0.050	0.050
Ieperlee	9117	0.030	0.030
Kemmelbeek	8955	0.070	0.070
Kemmelbeek	14575.3	0.030	0.030
Martjesvaart	0	0.040	0.040
Martjesvaart	3194.59	0.030	0.030
Noordkantvaart	0	0.030	0.030
Noordkantvaart	943.94	0.030	0.030
Poperingevaart	8829	0.070	0.070
Poperingevaart	14260.10	0.025	0.025
Sint-Jansbeek	0	0.070	0.070
Sint-Jansbeek	2844.06	0.040	0.040
Steenbeek	0	0.070	0.070
Steenbeek	2757.68	0.030	0.030
Stenensluisvaart	0	0.030	0.030
Stenensluisvaart	2961.64	0.030	0.030

5.3 Resultaten kalibratie

De resultaten van de kalibratie worden weergegeven onder de vorm van grafieken, lengteprofielen en overstromingskaarten. Deze kunnen teruggevonden worden in Bijlage H, Bijlage I en Bijlage J.

De grafieken (Bijlage H) tonen waterpeilen of debieten op de locaties van de meetposten. Elke grafiek toont een gemeten curve (indien beschikbaar tijdens de beschouwde periode) en een gesimuleerde curve.

De lengteprofielen (Bijlage I) tonen de maximale waterstanden langsheen de IJzer en het Lokanaal. De gemeten waarden worden weergegeven door middel van discrete symbolen ter hoogte van de meetposten. De gesimuleerde waarden worden weergegeven door een continue lijn.

Op de overstromingskaarten (Bijlage J) wordt de maximale overstromingsdiepte weergegeven.

December 2009

Aan de opwaartse rand van de IJzer te Haringe wordt een gemeten debiet opgelegd met tijdstappen van een kwartier. Ook de tijdreeksen van gesimuleerde waterpeilen en debieten worden weergegeven met tijdstappen van een kwartier. Het gesimuleerde waterpeil te Haringe onderschat tijdens de eerste afvoerpiek het gemeten waterpeil. Bij de hoogste piek van de was is het maximum waterpeil echter gelijk. Na deze piek daalt het gesimuleerde waterpeil iets trager dan het gemeten waterpeil.

Te Lo-Fintele is het verschil tussen het gemeten en gesimuleerde waterpeil tijdens de eerste afvoerpiek kleiner. De daling van het gemeten waterpeil is weerom sneller. Bij de hoogste afvoerpiek is het verschil circa 3 cm.

Ook ter hoogte van de Blankaartvijver te Woumen is de stijging en daling van het gesimuleerde waterpeil tijdens de was trager dan de meting. Het verschil bij het maximum waterpeil bedraagt circa 4 cm.

Ter hoogte van de meetposten op de IJzer te Diksmuide en Keiem is tijdens de was ook de tragere stijging en daling van het gesimuleerde waterpeil zichtbaar. Dit resulteert in een overschatting van de lagere waterpeilen en een onderschatting van de waterpeilen tijdens de hoogste piek van de was, met verschillen van 10 cm en meer. In de periode voor en na deze piek zijn de verschillen kleiner. Ter hoogte van de meetpost te Keiem blijft het gemeten waterpeil ook na de piek overschat door het gesimuleerde waterpeil.

Ter hoogte van de meetpost te Nieuwpoort is de gesimuleerde getijamplitude veelal kleiner dan de gemeten getijamplitude, tijdens de was.

Tijdens de was van december 2009 werd het Lokanaal ten volle benut tot 3,25 mTAW. Dit is ook te zien in de gesimuleerde waterpeilen op het Lokanaal ter hoogte van Lo-Fintele en Lo-Reninge. De afvoer via het Lokanaal wordt geregeld door middel van de stuw te Lo-Fintele. Ter hoogte van Lo-Fintele en Lo-Reninge zijn voor en na de maximum afvoer tijdens de was verschillen te zien in gestuwde waterpeilen tussen meting en simulatie. Dit heeft echter te maken met de automatische regeling in het model en de handmatige bijsturing in werkelijkheid.

De meetpost op het Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort te Veurne ligt opwaarts van de Nieuwpoortsluis. Zoals te zien in de metingen werd het waterpeil in het opwaartse pand van het kanaal voor de was (tussen 17 en 22/11/2009) verlaagd. Aangezien dit een handmatige bijsturing is, is het effect hiervan niet te zien in de gesimuleerde waterpeilen. Het maximum waterpeil tijdens de was verschilt circa 4 cm tussen meting en simulatie.

Ook op het Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort te Nieuwpoort is de gesimuleerde getijamplitude veelal kleiner dan de gemeten getijamplitude, tijdens de was. De overgang van gestuwd waterpeil naar niet-gestuwd waterpeil wordt redelijk goed gesimuleerd door het model.

Maart 2012

Aan de opwaartse rand van de IJzer te Haringe wordt een (verhoogd) gemeten debiet opgelegd. Het gesimuleerde waterpeil lijkt hier echter sneller te stijgen en te dalen tijdens de wasperiode, ten opzichte van de meting. Het verschil tussen het maximum gemeten en gesimuleerde waterpeil bedraagt circa 8 cm.

Verder afwaarts op de IJzer te Lo-Fintele, Woumen, Diksmuide, Keiem en Nieuwpoort is het gesimuleerde waterpeil tijdens de wasperiode telkens lager dan het gemeten waterpeil. Ter hoogte van Keiem is ook het gesimuleerde debiet lager dan de meting. Er lijkt dus een tekort aan afvoer via de IJzer te zijn in de simulatie, ondanks een verhoging van de opwaartse randvoorwaarden (zie 5.2.2).

Het waterpeil op het Lokanaal wordt, net als het waterpeil op het afwaartse pand van het Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort, geregeld via de Veurnestuw. Uit een vergelijking van het gemeten en gesimuleerde waterpeil op het Lokanaal te Lo-Fintele en Lo-Reninge en op het Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort te Nieuwpoort, blijkt dat het waterpeil voor en na de was op een hoger niveau gestuwd was dan gesimuleerd. Er werd in werkelijkheid gedurende een langere periode in Nieuwpoort 'met open sas' geloosd, ten opzichte van de simulatie.

De grafiek met het gemeten en gesimuleerde debiet ter hoogte van Lo-Reninge toont dat de afvoer via het Lokanaal in de simulatie ongeveer gelijktijdig begint met de meting. In de simulatie wordt de afvoer via het Lokanaal echter sneller gestopt dan in werkelijkheid.

Op de IJzer te Nieuwpoort worden de gemeten waterpeilen in het begin van de was onderschat door de gesimuleerde waterpeilen, ondanks de aanpassing van de automatische regeling van de leperstuw.

Op het Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort ter hoogte van Veurne wordt het gemeten waterpeil vrij goed benaderd door het gesimuleerde waterpeil.

5.4 Numerieke stabiliteit

Om de numerieke stabiliteit van het model te evalueren werd het onderworpen aan een reeks testsimulaties met hoge en lage afvoeren.

5.4.1 Hoge afvoeren

Het model werd doorgerekend met compositiethydrogrammen met een terugkeerperiode van 10, 100 en 1000 jaar als opwaartse randvoorwaarde en composietlimnigrammen met dezelfde terugkeerperiode als afwaartse randvoorwaarde. Alle gebeurtenissen konden doorgerekend worden met een tijdstap van 3 minuten. Deze simulaties werden opgestart met een 'hotstart'.

5.4.2 Lage afvoeren

Het model werd doorgerekend met een nuldebiet als opwaartse randvoorwaarde en met een gemiddeld tij als afwaartse randvoorwaarde. Deze gesimuleerde droogteperiode (die ongeveer twee weken aanhield) kon eveneens doorgerekend worden met een tijdstap van 3 minuten. Deze simulatie werd opgestart met een 'hotstart'.

6 Conclusies en aanbevelingen

6.1 Conclusies

Een vergelijking van de gemeten en gesimuleerde waterpeilen en debieten ter hoogte van de meetposten langs de IJzer, het Lokanaal en het Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort toont aan dat de verschillen tussen de gemeten en gesimuleerde waterpeilen groter worden van opwaarts naar afwaarts. Zowel de regeling van de verschillende kunstwerken in het model, als de opgelegde tijdreeksen aan de opwaartse randen dragen hier aan bij.

Voor de verschillende regelbare kunstwerken in het model werd steeds een automatische sturing opgelegd. Het aanpassen van deze sturing op basis van de resultaten voor maart 2012 zorgde slechts voor een beperkte verbetering van de simulatieresultaten ten opzichte van de metingen. Er blijkt dat de opgelegde automatische sturing niet volledig overeenkomt met de werkelijk gehanteerde sturing van de kunstwerken.

Bij de kalibratie van het model werden aan de opwaartse randen (herschaalde) meetreeksen opgelegd. Voor de periode van maart 2012 werden de opgelegde (herschaalde) debietreeksen nog opgeschaald om betere resultaten te bekomen. De conclusies mogen dan ook niet zomaar geëxtrapoleerd worden naar situaties waarbij gebruik gemaakt wordt van hydrologische modellen als opwaartse randvoorwaarde. In dergelijke situaties is een aanvullende validatie van de gecombineerde hydrologische en hydraulische modellen aangewezen.

6.2 Aanbevelingen

Het 1D model van de IJzer is enkel bedoeld voor de studie van de bevaarbare waterlopen in het IJzerbekken. De onbevaarbare zijlopen worden enkel in vereenvoudigde vorm gemodelleerd om goede randvoorwaarden voor de bevaarbare waterlopen te bekomen. Voor de studie van de onbevaarbare waterlopen dient steeds gebruik gemaakt te worden van meer gedetailleerde modellen, opgesteld in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM).

De overstromingskaarten in bijlage werden vooral gebruikt om het algemene overstromingsgedrag van het 1D model te controleren en werden niet in detail onderzocht. Zij vormen dan ook zeker geen substituuat voor de officiële overstromingsgevaarkaarten. Deze laatste kunnen geraadpleegd worden op www.waterinfo.be.

De kalibratie voor de was van maart 2012 werd bemoeilijkt door de onbetrouwbaarheid van de meetreeksen van overstroomde meetposten. Een aanvullende kalibratie voor één of meerdere middelgrote wassen, waarbij de meetposten niet overstroomden, is wenselijk.

Voor verschillende waterlopen, waaronder de IJzer zelf, zijn momenteel geen recente topografische opmetingen beschikbaar. Meer recente opmetingen zouden de nauwkeurigheid van het model kunnen verbeteren.

In de jaren 2013 tot en met 2015 werd een nieuw DHM opgemaakt voor Vlaanderen. Dit DHM-Vlaanderen II is beschikbaar sinds eind 2015. Een eventuele toekomstige herschematisatie van de overstromingsgebieden zou dan ook best gebeuren op basis van dit nieuwe DHM.

In de toekomst zal een stormvloedkering gebouwd worden in de havengeul van Nieuwpoort, tussen de Ganzenpoot en de Noordzee. Om de impact van deze stormvloedkering te kunnen bestuderen, zou de havengeul aan het hydraulisch model toegevoegd moeten worden en zou de instroming vanuit alle waterlopen die uitmonden in de havengeul begroot moeten worden. Bij de afbakening van de hydrologische deelbekkens werd reeds rekening gehouden met een dergelijke uitbreiding.

7 Referenties

Boey, I.; Bogman, P.; Pereira, F.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2013). Optimalisatie afwatering van de IJzer: Deelrapport 1: Benutting van de Dierendoncksluis als compensatie voor de toevoeging van pompen aan de Slogpatvaart Versie 2.0. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen, België

CIW. (2008). Het bekkenbeheerplan van het IJzerbekken 2008-2013 - Integraal waterbeleid in de praktijk. Available at:
http://www.integraalwaterbeleid.be/nl/bekkens/ijzerbekken/documenten/1_IJZER_BBP_LR.pdf [date of retrieval: 07/03/2016]

CIW. (2015). Stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde 2016-2021 - Beheerplan voor het Vlaams deel internationale stroomgebieddistrict Schelde. Available at:
http://www.integraalwaterbeleid.be/nl/stroomgebiedbeheerplannen/stroomgebiedbeheerplannen-2016-2021/documenten/Vlaams_deel_stroomgebied_Schelde.pdf [date of retrieval: 07/03/2016]

CIW. (2016). Stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde 2016-2021 - Bekkenspecifiek deel IJzerbekken. Available at:
<http://www.integraalwaterbeleid.be/nl/stroomgebiedbeheerplannen/stroomgebiedbeheerplannen-2016-2021/documenten/IJzerbekken.pdf> [date of retrieval: 07/03/2016]

Coen, L.; Bogman, P.; Smets, S.; Pereira, F.; Peeters, P.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2013). Modelactualisatie en opmaak overstromingskaarten ihkv. ROR: deelrapport 4. IJzer. *WL Rapporten*, 00_154. Waterbouwkundig Laboratorium/IMDC: Antwerpen

D'Haeseleer, E.; Deschamps, M. (2006). Opmaak van een Mike11-model van de IJzer. *WL Rapporten*, 712/3. Waterbouwkundig Laboratorium: Borgerhout

Deschamps, M.; Boeckx, L.; Viaene, P.; Van Eerdenbrugh, K.; Mostaert, F. (2010). Was IJzer november-december 2009: samenvatting meteorologische en hydrologische gebeurtenissen. *WL Rapporten*, 738_03. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen

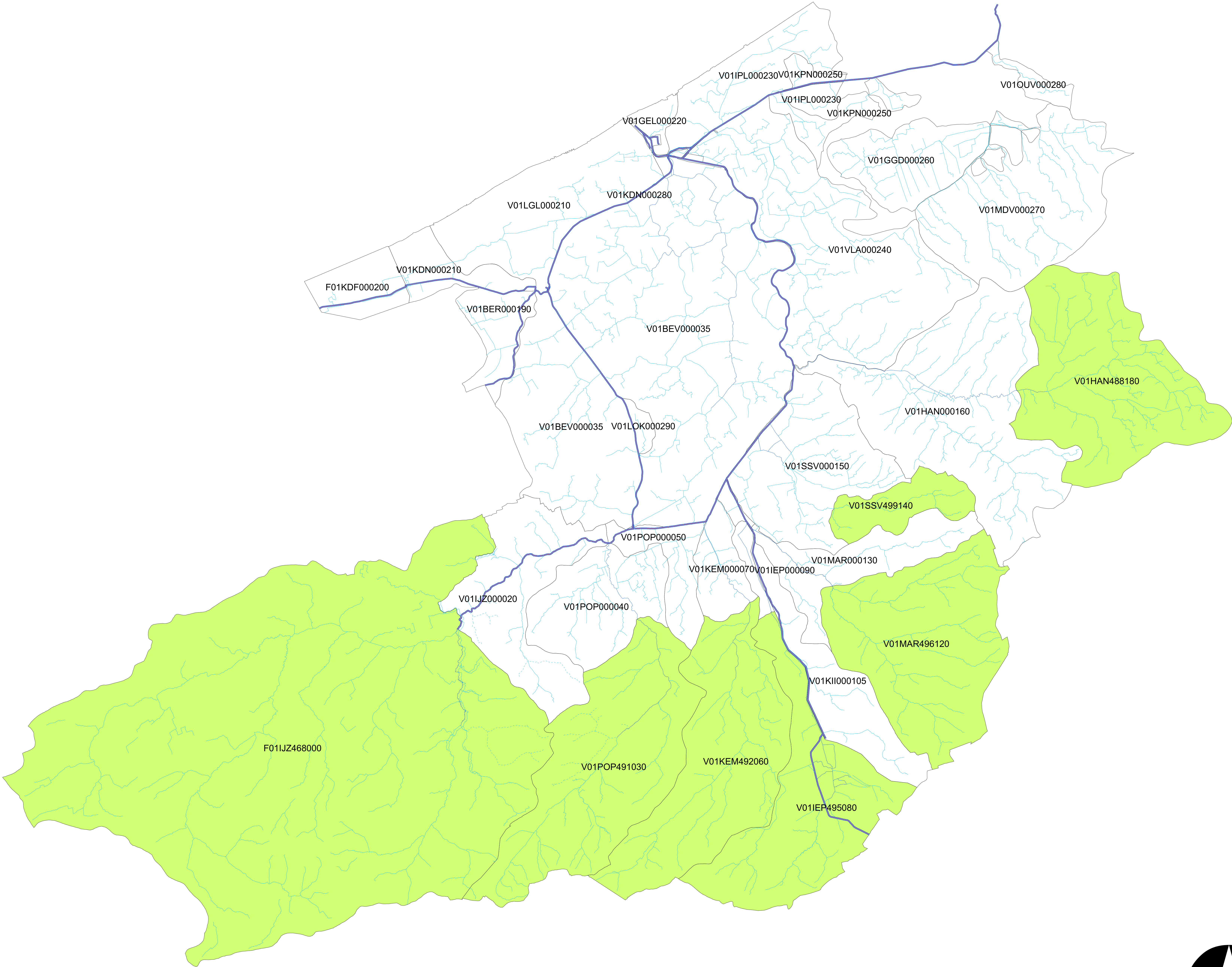
Deschamps, M.; Van Steenbergen, N.; Boeckx, L.; Mostaert, F. (2012). Was maart 2012: beschrijving meteorologische en hydrologische gebeurtenissen. *WL Rapporten*, 00_119. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen

Heylen, J.; Coen, I. (1995). Verslag hoge waterstand IJzer dec 93 - jan 94. Waterbouwkundig laboratorium en Hydrologisch onderzoek. Dienst Hydrologisch Onderzoek: Brussel

IMDC/Afdeling Water. (2003). Oppervlaktewaterkwantiteitsmodelleringen 2003: Perceel 2: Blankaart - Algemene beschrijving van het stroomgebied van de Blankaart.

Van Steenbergen, N.; Deschamps, M.; Boeckx, L.; Mostaert, F. (2012). Was IJzer Allerheiligen 2012: beschrijving meteorologische en hydrologische gebeurtenissen. *WL Rapporten*, 00_119. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen

Bijlage A Modelschematisatiekaarten



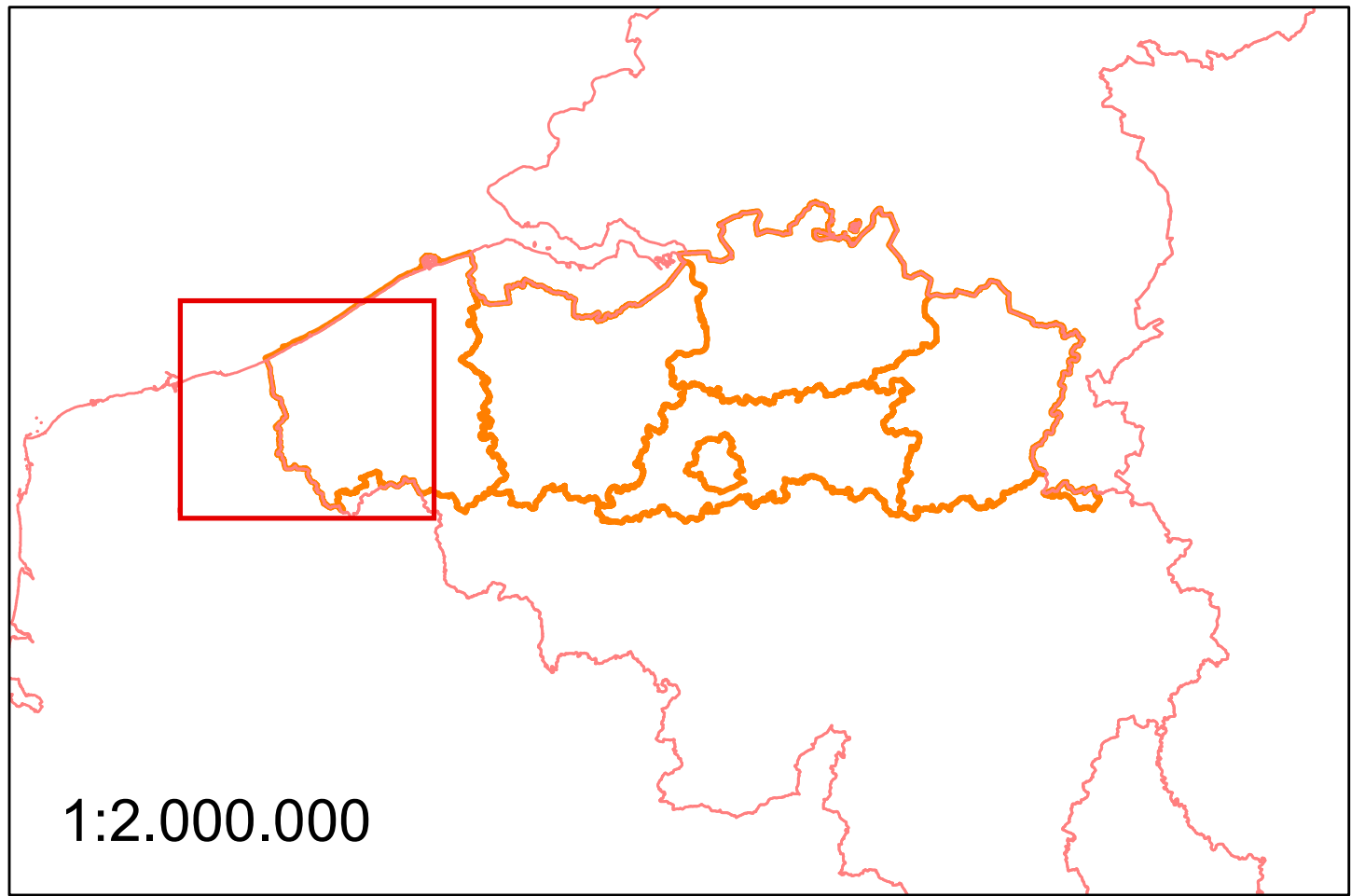
Legende

Waterlopen

- Bevaarbaar
- Geklasseerd, eerste categorie
- Geklasseerd, tweede categorie
- Geklasseerd, derde categorie

Deelstroomgebieden

- bemeten
- onbemeten



Mike11 model Ijzer

Overzichtsk kaart

WL2016R14_106_lijzer

Waterbouwkundig
Laboratorium

Vlaanderen
is wetenschap

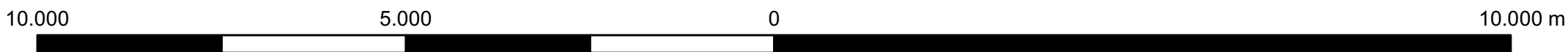
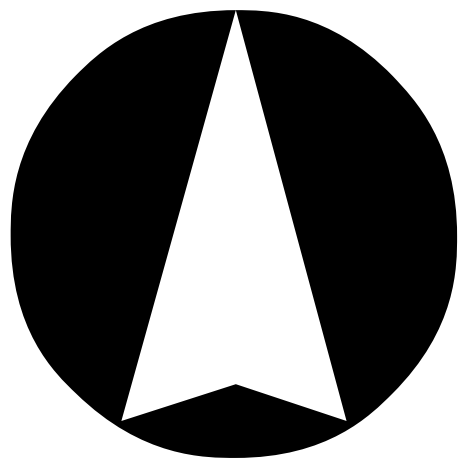
anteagroup

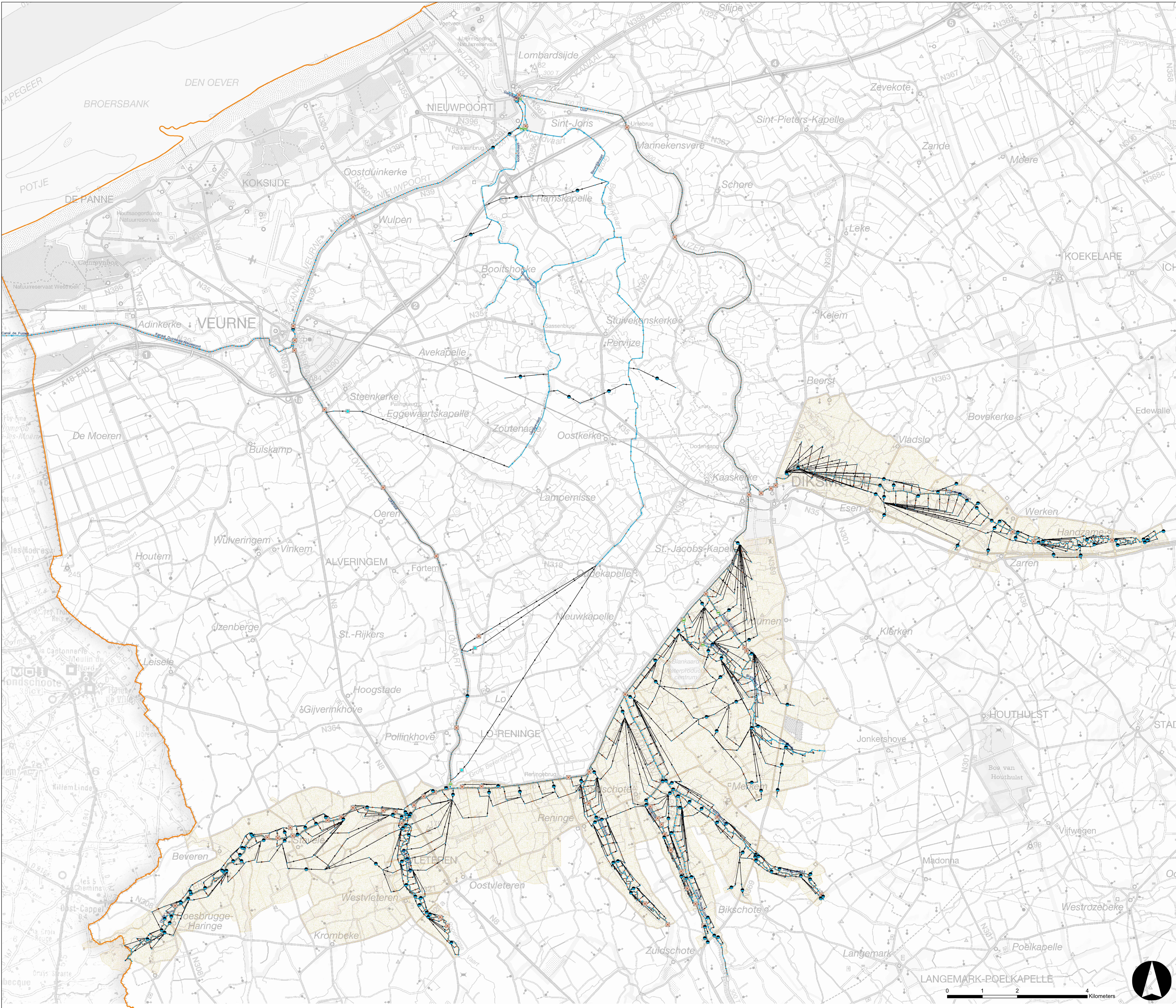
Opdrachtgever
Waterbouwkundig Laboratorium
Berchemlei 115
B-2140 Antwerpen
Tel.: +32 3 224 60 35
Fax: +32 3 224 60 36

Opdrachthouder
Antea Group
Rodeveldlaan 1
2000 Berchem (Antwerpen)
Tel.: +32 (0)3 221 55 00
info.be@anteagroup.com

Datum	Wijziging	Revisie
27/06/2016	12/07/2016	00

Bronnen: SPW, VHA





Legende

Structuren

- Weir
- Culvert
- Pump
- Control Structure
- Energy Loss
- Aggregated structure

Rekenknopen

- H - rekenknopen
- Q - rekenknopen

Waterloppennetwerk

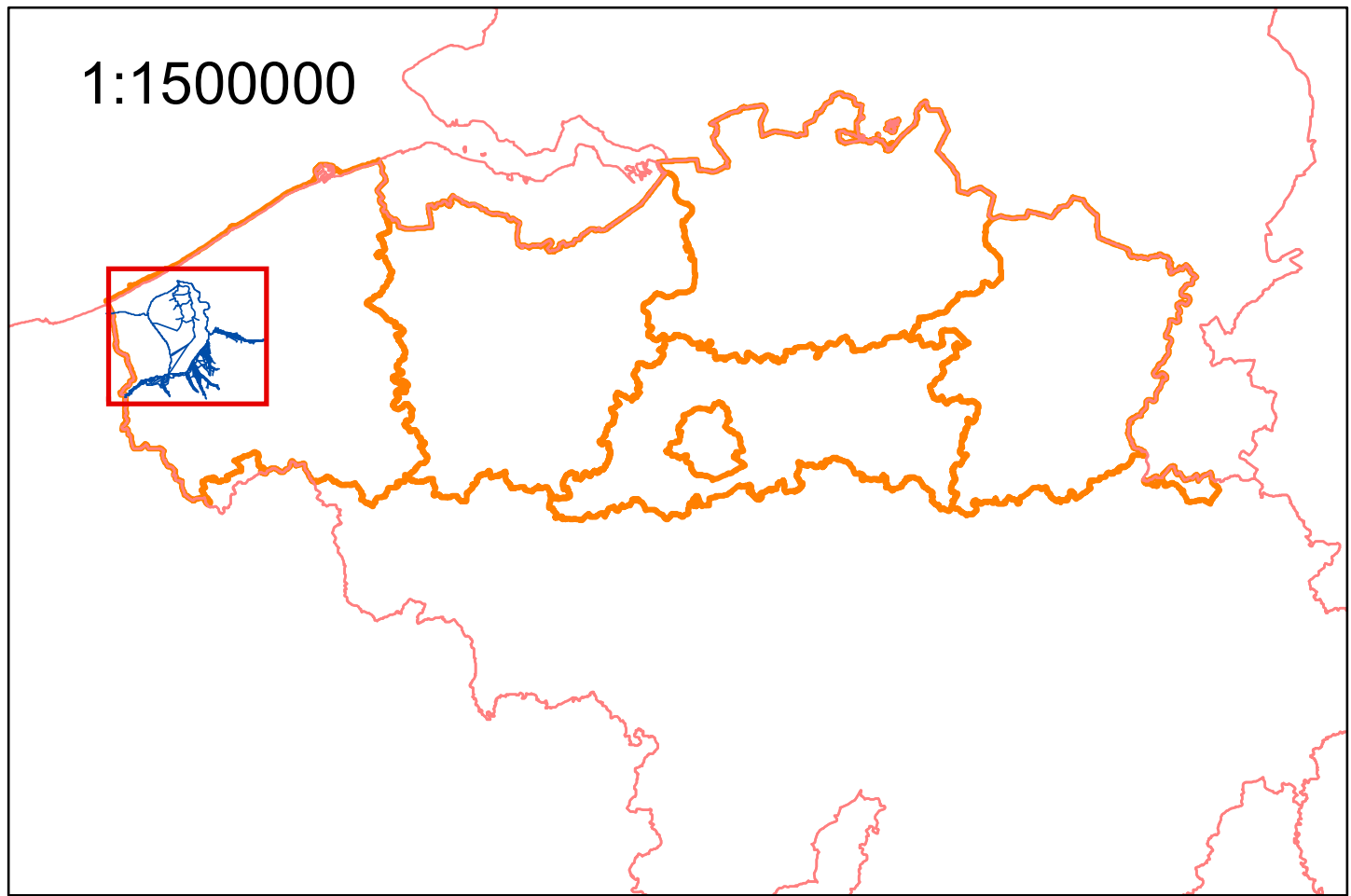
- Riviertak
- Link channels

Gemodelleerde overstromingsgebieden

- Reservoir

Administratieve grenzen

- Provincie



1:1500000



**Mike11 model
IJzer**

**Modellschematisatie
Overzicht**

WL2016R14_106_IJzer
1:35000

**Waterbouwkundig
Laboratorium**

Opdrachtgever
Waterbouwkundig Laboratorium
Berchemlei 115
B-2140 Antwerpen
Tel: +32 3 224 60 35
Fax: +32 3 224 60 36

Datum
30/11/2018

Bronnen: MOW
Grondplan: NGI 2008 1:100 000

**Vlaanderen
is wetenschap**

Opdrachthouder
Antes Group
Rodeveldlaan 1
2600 Berchem (Antwerpen)
Tel: +32 (0)3 221 55 00
info.be@antesgroup.com

antesgroup

Revisie
00

Bijlage B Culverts in het hydrodynamisch model

Waterloop	Chainage	ID	Drempelhoogte [mTAW]		Lengte [m]	Aantal openingen	Terugslagklep	Vorm
			opwaarts	afwaarts				
IJZER	17778.6	HB1-HB3	0.97	0.97	18	2	geen	onregelmatig
IJZER	17778.6	HB2	0.38	0.38	18	1	geen	onregelmatig
IJZER	24788.3	KB1	1.04	1.04	4.4	1	geen	onregelmatig
IJZER	24788.3	KB2	0.84	0.84	4.4	1	geen	onregelmatig
IJZER	24788.3	KB3	1.34	1.34	4.4	1	geen	onregelmatig
IJZER	7335.1	SB1	0.53	0.53	11	1	geen	onregelmatig
IJZER	7335.1	SB2	0.02	0.02	11	1	geen	onregelmatig
IJZER	7335.1	SB3	-0.08	-0.08	11	1	geen	onregelmatig
IJZER	36511.5	STB1	3.88	3.88	8	1	geen	onregelmatig
IJZER	36511.5	STB2	1.93	1.93	8	1	geen	onregelmatig
IJZER	36511.5	STB3	1.25	1.25	8	1	geen	onregelmatig
IJZER	36511.5	STB4	1.25	1.25	8	1	geen	onregelmatig
IJZER	36511.5	STB5	1	1	8	1	geen	onregelmatig
IJZER	36511.5	STB6	2.3	2.3	8	1	geen	onregelmatig
IJZER	36511.5	STB7	4.7	4.7	0	1	geen	onregelmatig
IJZER	3353.1	UB1	-0.19	-0.19	14	1	geen	onregelmatig
IJZER	3353.1	UB2	-0.08	-0.08	14	1	geen	onregelmatig
IJZER	3353.1	UB3	-0.19	-0.19	14	1	geen	onregelmatig
IJZER	32723.6	EB	1.491	1.491	18	1	geen	onregelmatig
LOKANAAL	14041.87	RB1	0.485	0.485	8.8	1	geen	onregelmatig
LOKANAAL	14041.87	RB2	0.516	0.516	8.8	1	geen	onregelmatig
LOKANAAL	12126.49	KWB1	0.55	0.55	6	1	geen	onregelmatig
LOKANAAL	12126.49	KWB2	0.55	0.55	6	1	geen	onregelmatig
LOKANAAL	12126.49	KWB3	0.55	0.55	6	1	geen	onregelmatig
LOKANAAL	9338.3	MB1	3.43	3.43	5	1	geen	onregelmatig
LOKANAAL	9338.3	MB2	2.13	2.13	5	1	geen	onregelmatig

LOKANAAL	9338.3	MB3	1	1	5	1	geen	onregelmatig
LOKANAAL	9338.3	MB4	0.561	0.561	5	1	geen	onregelmatig
LOKANAAL	9338.3	MB5	0.562	0.562	5	1	geen	onregelmatig
LOKANAAL	9338.3	MB6	2.03	2.03	5	1	geen	onregelmatig
LOKANAAL	9338.3	MB7	3.73	3.73	5	1	geen	onregelmatig
LOKANAAL	6825.17	FB1	0.58	0.58	9.5	1	geen	onregelmatig
LOKANAAL	6825.17	FB2	1.98	1.98	9.5	1	geen	onregelmatig
LOKANAAL	2701.55	NLB1	0.35	0.35	13.3	1	geen	onregelmatig
LOKANAAL	1724.48	KB1	3.55	3.55	5	1	geen	onregelmatig
LOKANAAL	1724.48	KB2	2.18	2.18	5	1	geen	onregelmatig
LOKANAAL	1724.48	KB3	0.88	0.88	5	1	geen	onregelmatig
LOKANAAL	1724.48	KB4	0.58	0.58	6	1	geen	onregelmatig
LOKANAAL	1724.48	KB5	0.6	0.6	5	1	geen	onregelmatig
LOKANAAL	1724.48	KB6	2	2	5	1	geen	onregelmatig
LOKANAAL	1724.48	KB7	4	4	5	1	geen	onregelmatig
Kanaal_Duinkerke-Nieuwpoort	17531.2	FB	0.271	0.271	8	1	geen	onregelmatig
Kanaal_Duinkerke-Nieuwpoort	8660	NPB	0.24	0.24	11.5	1	geen	onregelmatig
Kanaal_Duinkerke-Nieuwpoort	16918.25	PB1	0.581	0.581	13	1	geen	onregelmatig
Kanaal_Duinkerke-Nieuwpoort	12413.96	WB1	2.38	2.38	26	1	geen	onregelmatig
Kanaal_Duinkerke-Nieuwpoort	12413.96	WB2	0.58	0.58	26	1	geen	onregelmatig
Kanaal_Duinkerke-Nieuwpoort	12413.96	WB3	2.38	2.38	26	1	geen	onregelmatig
Kanaal_Duinkerke-Nieuwpoort	8752.8	SBV1	0.061	0.061	5	1	geen	onregelmatig
Kanaal_Duinkerke-Nieuwpoort	8752.8	SBV2	0.113	0.113	5	1	geen	onregelmatig
POPERINGEVAART	13971	BRUG-010	1.84	1.84	9.89	2	geen	onregelmatig
POPERINGEVAART	11307.12	BRUG-020	2.3	2.3	13.51	1	geen	onregelmatig
POPERINGEVAART	10706	BRUG-030	2.84	2.84	7.95	1	geen	onregelmatig
POPERINGEVAART	10238.84	BRUG-040	2.8	2.8	3.49	1	geen	onregelmatig
POPERINGEVAART	9896.9	BRUG-050	2.893	2.893	3	1	geen	onregelmatig
KEMMELBEEK	14540.23	BRUG-10	1.698	1.698	3.77	1	geen	onregelmatig
KEMMELBEEK	13576.42	BRUG-20	1.839	1.839	3	1	geen	onregelmatig

KEMMELBEEK	13124.93	BRUG-30	2.078	2.078	6	1	geen	onregelmatig
KEMMELBEEK	9888.44	BRUG-40	2.877	2.877	3	1	geen	onregelmatig
KEMMELBEEK	8982.84	BRUG-50	3.78	3.78	3	1	geen	onregelmatig
HANDZAMEVAART	16014.04	BRUG-10-LW1	0.83	0.83	11	1	geen	onregelmatig
HANDZAMEVAART	16014.04	BRUG-10-LW2	0.7	0.7	11	1	geen	onregelmatig
HANDZAMEVAART	16014.04	BRUG-10-LW3	0.66	0.66	11	1	geen	onregelmatig
HANDZAMEVAART	15677.36	BRUG-20-LW1	1.75	1.75	8.35	1	geen	onregelmatig
HANDZAMEVAART	15677.36	BRUG-20-LW2	1.62	1.62	8.35	1	geen	onregelmatig
HANDZAMEVAART	15677.36	BRUG-20-LW3	1.7	1.7	8.35	1	geen	onregelmatig
HANDZAMEVAART	15514.42	BRUG-30-LW1	1.78	1.78	15.5	1	geen	onregelmatig
HANDZAMEVAART	15514.42	BRUG-30-LW2	1.66	1.66	15.5	1	geen	onregelmatig
HANDZAMEVAART	15514.42	BRUG-30-LW3	1.734	1.734	15.5	1	geen	onregelmatig
HANDZAMEVAART	12040.74	BRUG-40	1.007	1.007	10.5	1	geen	onregelmatig
HANDZAMEVAART	10844.68	BRUG-50	1.359	1.359	2.3	1	geen	onregelmatig
HANDZAMEVAART	9376.01	BRUG-60	1.857	1.857	2.25	1	geen	onregelmatig
HANDZAMEVAART	9018.29	BRUG-70	1.81	1.81	2.25	1	geen	onregelmatig
HANDZAMEVAART	8446.56	BRUG-80	1.695	1.695	10.94	1	geen	onregelmatig
HANDZAMEVAART	7764.56	BRUG-90-LW1	1.63	1.63	10	1	geen	onregelmatig
HANDZAMEVAART	7764.56	BRUG-90-LW2	0.997	0.997	10	1	geen	onregelmatig
HANDZAMEVAART	7764.56	BRUG-90-LW3	0.987	0.987	10	1	geen	onregelmatig
HANDZAMEVAART	7764.56	BRUG-90-LW4	2.17	2.17	10	1	geen	onregelmatig
HANDZAMEVAART	7104.78	BRUG-100	1.329	1.329	6	1	geen	onregelmatig
HANDZAMEVAART	3706.69	BRUG-110-LW1	2.2	2.2	12.33	1	geen	onregelmatig
HANDZAMEVAART	3706.69	BRUG-110-LW2	1.934	1.934	12.33	1	geen	onregelmatig
HANDZAMEVAART	3706.69	BRUG-110-LW3	2.46	2.46	12.33	1	geen	onregelmatig
HANDZAMEVAART	2246.51	BRUG-120	3.153	3.153	5.4	1	geen	onregelmatig
HANDZAMEVAART	1718.53	BRUG-130	3.5	3.5	5.41	1	geen	onregelmatig
IEPERLEE	8996	BRUG-10	1.888	1.888	2.98	1	geen	onregelmatig
IEPERLEE	8284.19	BRUG-20	2.969	2.969	13.4	1	geen	onregelmatig
IEPERLEE	8073	BRUG-40	2.632	2.632	3.8	1	geen	onregelmatig

IEPERLEE	7672.23	BRUG-60	2.729	2.729	2.5	1	geen	onregelmatig
IEPERLEE	7465.04	BRUG-70	2.611	2.611	5	1	geen	onregelmatig
IEPERLEE	7163.28	BRUG-80	2.918	2.918	3.5	1	geen	onregelmatig
IEPERLEE	6684.11	BRUG-100	2.969	2.969	3.25	1	geen	onregelmatig
IEPERLEE	6002.4	BRUG-110	3.449	3.449	4	1	geen	onregelmatig
IEPERLEE	5487.89	BRUG-130	3.704	3.704	3.1	1	geen	onregelmatig
IEPERLEE	4987	BRUG-140	3.711	3.711	3.05	1	geen	onregelmatig
IEPERLEE	4316.57	BRUG-150	4.135	4.135	3	1	geen	onregelmatig
IEPERLEE	3837.11	BRUG-160limni	4.498	4.498	20	1	geen	onregelmatig
MARTJESVAART	3172	BRUG-K1	1.609	1.609	9.5	1	geen	onregelmatig
MARTJESVAART	1665.09	BRUG-K5	1.836	1.836	1.7	1	geen	onregelmatig
MARTJESVAART	70.24	BRUG-K6	2.082	2.082	19	1	geen	onregelmatig
SINT-JANSBEEK	2766.84	BRUG-K7	2.62	2.62	20	1	geen	onregelmatig
SINT-JANSBEEK	168.14	BRUG-K8	3.565	3.565	4	1	geen	onregelmatig
HOUTENSLUISVAART	2870	BRUG-2026-01	0.943	0.943	2.5	1	geen	onregelmatig
HOUTENSLUISVAART	1843.68	BRUG-2026-51	1.66	1.66	5	1	geen	onregelmatig
HOUTENSLUISVAART	1627	BRUG-2026-61	1.579	1.579	4.5	1	geen	onregelmatig
HOUTENSLUISVAART	843.1	BRUG-5	1.769	1.769	4.75	1	geen	onregelmatig
STENENSLUISVAART	1812	BRUG-1379-61	0.502	0.502	4.5	1	geen	onregelmatig
HOUTENSLUISVAART	958.85	BRUG-KERKEBEEK	2.2	2.2	6.7	1	geen	onregelmatig
IJZER	41343.33	RBB1	1.285	1.285	12	1	geen	onregelmatig
IJZER	27867.56	RB1	0.84	0.84	10	1	geen	onregelmatig
IJZER	27867.56	RB2	3.5	3.5	10	1	geen	onregelmatig
Kanaal_Ieper-IJzer	2679.55	Driegrachtenbrug	1.971	1.971	12	1	geen	onregelmatig
Kanaal_Ieper-IJzer	7455.63	Steenstratebrug	1.701	1.701	12	1	geen	onregelmatig
Dode_IJzer	279.82	Brug_Roesbrugge	2	2	9	3	geen	onregelmatig
Kanaal_D-N_sluis	6	Ophaalbrug	0	0	12	1	geen	onregelmatig
Kanaal_Duinkerke-Nieuwpoort	18678	Veurnestuwbrug	0	0	12	2	geen	onregelmatig
FC_ijz29850L_AEijz-FR4	10	\$link	3.121	3.121	2	1	geen	onregelmatig
FC_ijz29850L_AEijz-FR4	10	\$link	3.121	3.121	2	1	geen	onregelmatig

FC_ijz29850L_AEijz-FR4	10	\$link	3.121	3.121	2	1	geen	onregelmatig
LC_ijz30400L_AEijz-FR4	10	\$link	3.121	3.121	2	1	geen	onregelmatig
LC_ijz30400L_AEijz-FR4	10	\$link	3.121	3.121	2	1	geen	onregelmatig
LC_ijz30400L_AEijz-FR4	10	\$link	3.121	3.121	2	1	geen	onregelmatig
LC_ijz30950L_AEijz-FR4	10	\$link	3.121	3.121	2	1	geen	onregelmatig
LC_ijz30950L_AEijz-FR4	10	\$link	3.121	3.121	2	1	geen	onregelmatig
LC_ijz30950L_AEijz-FR4	10	\$link	3.121	3.121	2	1	geen	onregelmatig
LC_ijz30950L_AEijz-FR4	10	\$link	3.121	3.121	2	1	geen	onregelmatig
LC_ijz30950L_AEijz-FR4	10	\$link	3.121	3.121	2	1	geen	onregelmatig
FC_ijz31400L_AEijz-EF3	10	\$link	3.999	3.999	2	1	geen	onregelmatig
FC_ijz31400L_AEijz-EF3	10	\$link	3.999	3.999	2	1	geen	onregelmatig
FC_ijz31700L_AEijz-EF2	10	\$link	2.747	2.747	2	1	geen	onregelmatig
FC_ijz31700L_AEijz-EF2	10	\$link	2.747	2.747	2	1	geen	onregelmatig
FC_ijz31700L_AEijz-EF2	10	\$link	2.747	2.747	2	1	geen	onregelmatig
LC_ijz32050L_AEijz-EF2	10	\$link	2.747	2.747	2	1	geen	onregelmatig
LC_ijz32050L_AEijz-EF2	10	\$link	2.747	2.747	2	1	geen	onregelmatig
LC_ijz32450L_AEijz-EF2	10	\$link	2.747	2.747	2	1	geen	onregelmatig
LC_ijz32450L_AEijz-EF2	10	\$link	3.15	3.15	2	1	geen	onregelmatig
FC_ijz32850L_AEijz-SE6	10	\$link	3.099	3.099	2	1	geen	onregelmatig
LC_ijz33200L_AEijz-SE6	10	\$link	3.099	3.099	2	1	geen	onregelmatig
LC_ijz33200L_AEijz-SE6	10	\$link	3.099	3.099	2	1	geen	onregelmatig
LC_ijz33200L_AEijz-SE6	10	\$link	3.099	3.099	2	1	geen	onregelmatig
LC_ijz33600L_AEijz-SE6	10	\$link	3.099	3.099	2	1	geen	onregelmatig
LC_ijz33600L_AEijz-SE6	10	\$link	3.099	3.099	2	1	geen	onregelmatig
LC_ijz33600L_AEijz-SE6	10	\$link	3.099	3.099	2	1	geen	onregelmatig
LC_ijz33600L_AEijz-SE6	10	\$link	3.099	3.099	2	1	geen	onregelmatig
FC_ijz34150L_AEijz-SE5	10	\$link	2.795	2.795	2	1	geen	onregelmatig
FC_ijz34150L_AEijz-SE5	10	\$link	2.795	2.795	2	1	geen	onregelmatig
LC_ijz34550L_AEijz-SE5	10	\$link	2.795	2.795	2	1	geen	onregelmatig
LC_ijz34550L_AEijz-SE5	10	\$link	2.795	2.795	2	1	geen	onregelmatig

LC_ijz34550L_AEijz-SE5	10	\$link	2.795	2.795	2	1	geen	onregelmatig
LC_ijz34550L_AEijz-SE5	10	\$link	3.08	3.08	2	1	geen	onregelmatig
LC_ijz34550L_AEijz-SE5	10	\$link	2.97	2.97	2	1	geen	onregelmatig
LC_ijz35000L_AEijz-SE5	10	\$link	2.96	2.96	2	1	geen	onregelmatig
LC_ijz35000L_AEijz-SE5	10	\$link	3.06	3.06	2	1	geen	onregelmatig
LC_ijz35000L_AEijz-SE5	10	\$link	2.795	2.795	2	1	geen	onregelmatig
FC_ijz35400L_AEijz-SE4	10	\$link	2.987	2.987	2	1	geen	onregelmatig
FC_ijz35400L_AEijz-SE4	10	\$link	2.987	2.987	2	1	geen	onregelmatig
FC_ijz35400L_AEijz-SE4	10	\$link	3.18	3.18	2	1	geen	onregelmatig
LC_ijz35750L_AEijz-SE4	10	\$link	3.17	3.17	2	1	geen	onregelmatig
LC_ijz36350L_AEijz-SE3	10	\$link	3.005	3.005	2	1	geen	onregelmatig
LC_ijz36950L_AEijz-BS6	10	\$link	3.46	3.46	2	1	geen	onregelmatig
LC_ijz36950L_AEijz-BS6	10	\$link	3.022	3.022	2	1	geen	onregelmatig
LC_ijz37250L_AEijz-BS6	10	\$link	3.12	3.12	2	1	geen	onregelmatig
LC_ijz37250L_AEijz-BS6	10	\$link	3.04	3.04	2	1	geen	onregelmatig
FC_ijz37650L_AEijz-BS5	10	\$link	2.94	2.94	2	1	geen	onregelmatig
FC_ijz38100L_AEijz-BS4	10	\$link	3.01	3.01	2	1	geen	onregelmatig
LC_ijz38350L_AEijz-BS4	10	\$link	3.26	3.26	2	1	geen	onregelmatig
LC_ijz38600L_AEijz-BS4	10	\$link	3.19	3.19	2	1	geen	onregelmatig
FC_ijz39050L_AEijz-RB5	10	\$link	3.137	3.137	2	1	geen	onregelmatig
LC_ijz39850L_AEijz-RB5	10	\$link	3.39	3.39	2	1	geen	onregelmatig
FC_ijz40250L_AEijz-RB4	10	\$link	3.53	3.53	2	1	geen	onregelmatig
FC_ijz40650L_AEijz-RB3	10	\$link	3.32	3.32	2	1	geen	onregelmatig
LC_ijz40800L_AEijz-RB3	10	\$link	3.42	3.42	2	1	geen	onregelmatig
LC_ijz40800L_AEijz-RB3	10	\$link	3.5	3.5	2	1	geen	onregelmatig
LC_AEijz-BS6_AEijz-SE3	50	\$link	3.05	3.05	8.64	1	geen	rechthoekig
LC_AEijz-BS6_AEijz-SE3	50	\$link	3.05	3.05	8.95	2	geen	rechthoekig
LC_AEijz-BS6_AEijz-SE3	50	\$link	3.05	3.05	9.1	1	geen	rechthoekig
LC_AEijz-BS6_AEijz-SE3	50	\$link	3.05	3.05	8.5	1	geen	onregelmatig
Stenensluisvaart_VB	57.6	BRUG-1379-31	1.132	1.132	4.5	1	geen	onregelmatig

Sint-Jansbeek	168.14	Brug-K8	4.1	4.1	9	2	geen	cirkelvormig
FC_hzv2338R_AEhzv-KZ1	29.994	\$link	4.96	4.96	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_hzv2338L_AEhzv-KZ6	22.237	\$link	5.079	5.079	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_hzv3528L_AEhzv-KZ7	16.818	\$link	4.303	4.303	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_hzv4453L_AEhzv-KZ8	36.0855	\$link	3.919	3.919	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_hzv5261L_AEhzv-KZ9	46.4615	\$link	3.893	3.893	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_AEhzv-KZ9_AEhzv-KZ10	101.6465	\$link	5.017	5.017	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_hzv6778L_AEhzv-KZ11	35.0145	\$link	2.799	2.799	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_hzv6707R_AEhzv-KZ4	49.496	\$link	2.882	2.882	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_AEhzv-ZD8_AEhzv-ZD9	140.7355	\$link	3.305	3.305	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_hzv7612L_AEhzv-KZ13	82.49	\$link	2.809	2.809	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_hzv7612R_AEhzv-KZ5	32.998	\$link	2.766	2.766	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_hzv8260R_AEhzv-ZD1	69.933	\$link	2.739	2.739	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_hzv8260L_AEhzv-ZD8	103.806	\$link	2.687	2.687	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_hzv11853L_AEhzv-ZD10	169.998	\$link	2.731	2.731	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_hzv9105R_AEhzv-ZD2	45.3565	\$link	3.015	3.015	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_hzv9665R_AEhzv-ZD3	17.0995	\$link	3.5	3.5	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_hzv10257R_AEhzv-ZD4	37.224	\$link	3.072	3.072	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_hzv11588R_AEhzv-ZD6	109.9945	\$link	1.75	1.75	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_AEhzv-ZD4_AEhzv-ZD5	44.0545	\$link	3.472	3.472	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_hzv14466L_AEhzv-ZD13	30.4595	\$link	2.73	2.73	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_hzv14926R_AEhzv-ZD7	61.344	\$link	1.7	1.7	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_ijz19250R_AEijz-MD5	68.0675	\$link	2.36	2.36	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_hsv717R_AEssv-MW3	62.51	\$link	2.59	2.59	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_ssv1561R_AEssv-MW5	55.158	\$link	2.52	2.52	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_stb2631R_AEssv-MW2	78.531	\$link	2.66	2.66	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_ssv1099L_AEssv-MW8	58.798	\$link	1.62	1.62	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_ssv1561L_AEssv-MW9	89.3185	\$link	1.04	1.04	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_ijz23500R_AEijz-MD2	45.8245	\$link	2.52	2.52	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_AEssv-MW3_AEssv-MW4	192.7335	\$link	2.69	2.69	10	1	negatief	cirkelvormig

FC_stb2631L_AEssv-MW7	39.9245	\$link	2.61	2.61	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_AEssv-MW7_AEijz-BK3	241.1625	\$link	4.28	4.28	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_AEijz-BK1_AEijz-BK2	199.186	\$link	5.378	5.378	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_mav1556L_AEmav-BM6	67.313	\$link	2.392	2.392	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_mav1290R_AEmav-BM2	60.906	\$link	1.966	1.966	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_mav477L_AEmav-BM5	177.7545	\$link	2.438	2.438	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_sjb2089L_AEmav-BM3	57.8805	\$link	3.592	3.592	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_sjb1806R_AEmav-oB4	39.8115	\$link	3.943	3.943	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_sjb85L_AEmav-oB5	28.3465	\$link	4.201	4.201	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_sjb1093L_AEmav-oB6	43.379	\$link	4.734	4.734	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_sjb845R_AEmav-oB3	80.4635	\$link	4.343	4.343	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_sjb2672L_AEmav-BM4	49.1495	\$link	4.076	4.076	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_sjb85R_AEmav-oB1	20.682	\$link	5.389	5.389	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_AEmav-BM5_AEmav-BM8	117.831	\$link	4.698	4.698	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_AEmav-BM5_AEmav-BM7	149.2945	\$link	3.933	3.933	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_sjb2672R_AEmav-BM1	43.968	\$link	2.988	2.988	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_mav2578L_AEmav-aM3	69.337	\$link	3.472	3.472	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_AEssv-MW7_AEijz-BK4	162.6245	\$link	3.67	3.67	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_ijz24750R_AEijz-MD1	109.1175	\$link	2.52	2.52	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_AEijz-MD2_AEijz-BK8	164.545	\$link	2.31	2.31	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_stb1270R_AEssv-MW1	24.321	\$link	2.606	2.606	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_stb1270L_AEssv-MW6	30.5355	\$link	3.44	3.44	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_AEssv-MW8_AEijz-BK6	222.0295	\$link	2.67	2.67	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_AEijz-BK6_AEijz-BK7	231.431	\$link	3.01	3.01	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_AEijz-BK6_AEijz-BK5	184.922	\$link	3.36	3.36	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_AEssv-MW8_AEijz-BK9	146.615	\$link	1.33	1.33	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_sjb751R_AEmav-oB2	25.5875	\$link	5.028	5.028	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_mav2185L_AEmav-aM2	90.6005	\$link	2.857	2.857	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_AEssv-MW6_AEijz-BK1	95.7525	\$link	3.62	3.62	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_ijz22400R_AEijz-MD3	84.6785	\$link	2.41	2.41	10	1	negatief	cirkelvormig

FC_ijz21350R_AEijz-MD4	119.7175	\$link	2.5	2.5	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_AEhzv-ZD10_AEhzvZD12	111.797	\$link	3.611	3.611	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_AEhzv-ZD10_AEhzvZD11	144.828	\$link	4.006	4.006	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_hzv4765R_AEhzv-KZ3	41.592	\$link	3.197	3.197	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_AEhzv-KZ11_AEhzvKZ12	76.692	\$link	3.971	3.971	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_hzv3607R_AEhzv-KZ2	42.109	\$link	4.089	4.089	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_ijz42150L_AEijz-oR2	66.49	\$link	3.87	3.87	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_IJZ41650R_AEIJZ-OR1	18.416	\$link	3.18	3.18	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_ijz41650L_AEijz-oR3	34.016	\$link	3.555	3.555	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_ijz40400R_AEijz-RB1	40.762	\$link	3.063	3.063	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_ijz38950R_AEijz-RB2	38.9085	\$link	3.2	3.2	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_IJZ40650L_AEIJZ-RB3	35.8345	\$link	2.934	2.934	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_IJZ40250L_AEIJZ-RB4	76.862	\$link	3.241	3.241	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_IJZ39050L_AEIJZ-RB5	56.3145	\$link	3.137	3.137	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_ijz38450R_AEijz-BS1	117.583	\$link	3.18	3.18	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_ijz37650L_AEijz-BS5	62.5405	\$link	1.804	1.804	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_ijz38100L_AEijz-BS4	66.0185	\$link	3.14	3.14	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_ijz37250R_AEijz-BS2	83.36	\$link	2.764	2.764	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_ijz36700L_AEijz-BS6	134.811	\$link	3.022	3.022	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_ijz36700R_AEijz-BS3	110.902	\$link	3.12	3.12	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_AEijz-BS3_AEpov-VE12	526.205	\$link	3.09	3.09	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_IJZ34950R_AEIJZ-SE1	41.68	\$link	3.13	3.13	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_AEpov-VE12_AEpovVE11	260.0145	\$link	2.68	2.68	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_IJZ33150R_AEIJZ-SE2	88.5325	\$link	3.09	3.09	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_POV9344L_AEPOV-OV3	43.657	\$link	5.203	5.203	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_POV10592L_AEPOV-OV4	28.184	\$link	5.016	5.016	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_POV10986L_AEPOV-OV5	56.8015	\$link	4.522	4.522	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_POV11739L_AEPOV-VE7	43.07	\$link	4.427	4.427	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_POV12553L_AEPOV-VE8	63.612	\$link	2.878	2.878	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_POV13828L_AEPOV-VE9	51.927	\$link	2.893	2.893	10	1	negatief	cirkelvormig

FC_IJZ33000R_AEPOV-VE10	43.4325	\$link	3.234	3.234	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_IJZ32750R_AEPOV-VE6	30.225	\$link	2.898	2.898	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_POV13874R_AEPOV-VE5	46.731	\$link	3.368	3.368	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_POV13458R_AEPOV-VE4	39.0375	\$link	3.22	3.22	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_POV12792R_AEPOV-VE3	75.8685	\$link	3.14	3.14	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_POV12553R_AEPOV-VE2	75.1775	\$link	3.19	3.19	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_POV12150R_AEPOV-VE1	75.355	\$link	3.15	3.15	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_POV11186R_AEPOV-OV2	65.0545	\$link	3.758	3.758	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_POV10592R_AEPOV-OV1	38.5685	\$link	4.888	4.888	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_IJZ31200R_AEIJZ-EF1	153.124	\$link	2.6	2.6	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_IJZ30150R_AEIJZ-FR1	104.5465	\$link	3.08	3.08	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_IJZ29300R_AEIJZ-FR2	163.972	\$link	3.08	3.08	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_IJZ28350R_AEIJZ-FR3	163.1375	\$link	3.03	3.03	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_IJZ27500R_AEKBK-AR2	110.6855	\$link	2.793	2.793	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_KBK12988L_AEKBK-ZR6	81.0165	\$link	2.878	2.878	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_KBK12988R_AEKBK-ZR3	113.757	\$link	2.696	2.696	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_KBK11774L_AEKBK-ZR5	39.5665	\$link	3.127	3.127	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_KBK11774R_AEKBK-ZR2	66.995	\$link	2.977	2.977	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_KBK10555L_AEKBK-ZR4	29.5995	\$link	3.985	3.985	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_KBK10601R_AEKBK-ZR1	87.6175	\$link	3.737	3.737	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_ijz27100R_AEkbk-aR1	168.209	\$link	2.841	2.841	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_ijz25150R_AEijz-RM1	179.726	\$link	3.01	3.01	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_IEP8154L_AEIEP-ZN9	54.985	\$link	3.683	3.683	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_iep7087L_AEiep-ZN8	27.982	\$link	4.13	4.13	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_iep5897L_AEiep-ZN7	18.8735	\$link	4.966	4.966	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_iep9024R_AEiep-ZN5	14.648	\$link	3.726	3.726	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_kli2995L_AEiep-ZN4	65.9495	\$link	2.84	2.84	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_kli4194L_AEiep-ZN3	49.908	\$link	2.895	2.895	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_kli5607L_AEiep-ZN2	26.023	\$link	2.84	2.84	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_iep4300R_AEiep-ZN1	18.804	\$link	4.905	4.905	10	1	negatief	cirkelvormig

FC_iep4009L_AEiep-ZN6	46.2525	\$link	5.344	5.344	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_kli7578R_AEkli-oB1	34.6735	\$link	4.72	4.72	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_kli6918R_AEkli-BM1	40.5055	\$link	4.338	4.338	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_kli5607R_AEkli-BM2	67.512	\$link	3.378	3.378	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_kli3478R_AEkli-BM3	49.0355	\$link	2.895	2.895	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_kli3199R_AEmav-aM4	37.843	\$link	3.71	3.71	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_ijz36100L_AEijz-SE3	56.444	\$link	3.005	3.005	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_ijz35400L_AEijz-SE4	115.2595	\$link	2.987	2.987	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_ijz34150L_AEijz-SE5	38.0755	\$link	2.795	2.795	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_ijz32850L_AEijz-SE6	74.887	\$link	3.13	3.13	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_IJZ31700L_AEIJZ-EF2	69.601	\$link	3.22	3.22	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_IJZ31400L_AEIJZ-EF3	21.44	\$link	3.999	3.999	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_IJZ29850L_AEIJZ-FR4	37.843	\$link	3.121	3.121	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_kli2792R_AEmav-aM1	87.421	\$link	2.63	2.63	10	1	negatief	cirkelvormig
FC_IJZ41150L_AEIJZ-DR	10.7045	\$link	3.001	3.001	10	1	negatief	cirkelvormig
LC_hsv1122R_AEijz-MD5	200	\$link	1.92	1.92	5	1	negatief	cirkelvormig
LC_hsv2117R_AEijz-MD5	250	\$link	3	3	5	1	negatief	cirkelvormig
LC_AEhzv-ZD10_AEhzvZD13	75	\$link	2.8	2.8	5	1	geen	cirkelvormig
LC_AEhzv-ZD6_AEhzv-ZD7	125	\$link	1.5	1.5	5	1	geen	cirkelvormig
LC_AEiep-ZN3_AEiep-ZN4	186.53	\$link	3.14	3.14	5	1	geen	cirkelvormig
LC_VA_gemaal-gravitair	50	\$link	-0.4	-0.4	20	2	positief	rechthoekig
FC_VA_polder1_Rbeverdijk	50	\$link	1.7	1.7	10	1	negatief	rechthoekig
FC_VA_polder2_Lbeverdijk	50	\$link	1.7	1.7	10	1	negatief	rechthoekig
LC_VA_polder2_Rvenepevaart	50	\$link	1.7	1.7	10	1	negatief	rechthoekig
FC_VA_polder4_Lvenepevaart	50	\$link	1.7	1.7	10	1	negatief	rechthoekig
FC_VA_polder3_Lkoolhofvaart	50	\$link	1.7	1.7	10	1	negatief	rechthoekig
LC_VA_polder5_Rkoolhofvaart	50	\$link	1.7	1.7	10	1	negatief	rechthoekig
FC_VA_polder5_Lbeverdijk	50	\$link	1.7	1.7	10	1	negatief	rechthoekig

Bijlage C Weirs in het hydrodynamisch model

Waterloop	Chainage	ID	Drempel-hoogte [mTAW]	Drempel-breedte [m]
Kemmelbeek	14540.23	BRUG-10	5.00	12.55
Kemmelbeek	13576.42	BRUG-20	3.84	8.05
Kemmelbeek	9888.44	BRUG-40	6.00	14.05
Kemmelbeek	8982.84	BRUG-50	6.90	12.55
Ieperlee	8996	BRUG-10	5.46	6.05
Ieperlee	8073	BRUG-40	5.31	10.55
Ieperlee	7672.23	BRUG-60	4.60	6.55
Ieperlee	7465.04	BRUG-70	4.44	6.05
Ieperlee	7163.28	BRUG-80	4.80	8.05
Ieperlee	6684.11	BRUG-100	4.74	9.55
Ieperlee	6002.4	BRUG-110	4.91	5.55
Ieperlee	5487.89	BRUG-130	5.43	4.05
Ieperlee	4987	BRUG-140	5.56	7.05
Ieperlee	4316.57	BRUG-150	5.56	5.05
Martjesvaart	1665.09	BRUG-K1	4.00	9.05
Sint-Jansbeek	168.14	BRUG-K8	6.50	6.05
Handzamevaart	7764.56	Brug-90	5.50	17.55
Handzamevaart	7104.78	BRUG-100	5.72	19.55
Stenensluisvaart	1812	BRUG-1379-61	4.10	12.55
Stenensluisvaart_VB	57.6	BRUG-1379-31	4.90	14.05
Houtensluisvaart	2870	BRUG-2026-01	5.01	10.55
Houtensluisvaart	1843.68	BRUG-2026-051	4.25	16.05
Houtensluisvaart	1627	BRUG-2026-061	3.88	12.05
Houtensluisvaart	843.1	BRUG-5	3.67	10.05
Houtensluisvaart	958.85	BRUG-Kerkebeek	4.55	4.55
Poperingevaart	13971	Brug-10	5.42	18.05
Poperingevaart	10238.84	Brug-40	5.90	11.05
Poperingevaart	9896.9	Brug-50	6.02	12.55
Kanaal_Duinkerke-Nieuwpoort	8338.215	Nieuwpoortsluis	5.28	9.66

Bijlage D Pumps in het hydrodynamisch model

Waterloop	Chainage	ID	Debiet [m/s]	Aanslagpeil [mTAW]	Afslagpeil [mTAW]
Beverdijkvaart	16950	Pomp1	f(dH)	1.80	1.50
Beverdijkvaart	16950	Pomp2	f(dH)	1.80	1.50
Beverdijkvaart	16950	Pomp3	f(dH)	1.80	1.50
Beverdijkvaart	16950	Pomp4	f(dH)	1.80	1.50
Beverdijkvaart	16950	Pomp5	f(dH)	1.80	1.50
LC_pomp_fintele	500	pompFintele	1.50	2.00	1.80
LC_pomp_lolege	500	pompLolege	0.33	2.00	1.80
LC_pomp_steenkerke	500	pompSteenkerke	1.20	2.00	1.80
LC_pomp_slopgat	500	pompSlopgat1	1.00	2.10	1.80
LC_pomp_slopgat	500	pompSlopgat2	1.00	2.30	1.80
LC_pump_K_Duinkerke-Nieuwpoort_8384_R	5	pumpVeurne1	1.00	2.55	2.50
LC_pump_K_Duinkerke-Nieuwpoort_8384_R	5	pumpVeurne2	1.00	2.80	2.60

Bijlage E Control structures in het hydrodynamisch model

Waterloop	Chainage	ID	Type	Aantal structuren	Drempel-breedte [m]	Drempel-hoogte [mTAW]
Beverdijkvaart	17800	Schuiven-Perskanaal	Underflow	1	16.8	0.39
Beverdijkvaart	16870	Fictief	Overflow	1	20	0
Houtensluisvaart	2231.41	Stuw-2026_31	Underflow	1	2.50	1.40
IJzer	1	Ieperstuw	Underflow	5	1.00	-0.13
IJzer	1	Iepersluis	Overflow	1	8.50	-0.12
IJzer	1	Omloopriool	Underflow	1	0.80	0.35
Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort	18746	Veurnestuw	Underflow	2	2.10	-0.18
Kanaal D-N_sluis	74	Veurnesluis	Overflow	1	8.50	0.07
Kanaal D-N_sluis	74	Omloopriool_VeurneSluis	Underflow	1	1.00	0.07
LC_dierendoncksluis	50	Dierendonck sluis	Underflow	1	3.60	0.50
Lokanaal	20	Fintele stuw	Underflow	1	1.90	0.93
Stenensluisvaart	1772	Stuw-1379_71	Overflow	1	2.00	0
Stenensluisvaart	2895	Pompgemaal	Discharge	1	0	0
Stenensluisvaart_VB	20	Stuw-1379_51	Underflow	1	2.00	0.80

Schuiven-Perskanaal Veurne-Ambacht

Controle definitie	Voorwaarde	Controle strategie
1	Waarde in tijdreeks > -1	Tijdreeks
2	dH Beverdijkvaart 17500 – Ganzepoot 188 > 0.05 H IJzer 31350 (Lo-Fintele) < 3.74	↑ (Stuw gaat getrapt open)
3	dH Beverdijkvaart 17500 – Ganzepoot 188 > 0.05 H IJzer 31350 (Lo-Fintele) > 3.74	↑ (Stuw volledig open)
4	Alle andere gevallen	↓ (Stuw volledig dicht)

Fictief (beperking werking pompen Perskanaal Veurne-Ambacht)

Controle definitie	Voorwaarde	Controle strategie
1	H Beverdijkvaart 17500 > 4.15	↑ (Stuw volledig dicht)
2	H Ganzepoot 188 < 1.60	↑ (Stuw volledig dicht)
3	H IJzer 31350 (Lo-Fintele) < 4.00	↑ (Stuw volledig dicht)
4	Alle andere gevallen	↓ (Stuw volledig open)

Stuw-2026_31 Houtensluisvaart

Controle definitie	Voorwaarde	Controle strategie
1	Waarde in tijdreeks > -1	Tijdreeks
2	dH Houtensluis 2117.22 – Houtensluis 2367.62 > 0.05	H Houtensluisvaart 2367.62 < 3.00 => GateL = 1.40 (Volledig sluiten) 3.00 < H Houtensluisvaart 2367.62 < 3.10 => ↑ H Houtensluisvaart 2367.62 > 3.10 => GateL = 3.40 (Volledig openen)
3	Alle andere gevallen	GateL = 1.40

Ieperstuw_1

Controle definitie	Voorwaarde	Controle strategie
1	Waarde in tijdreeks > -1	Tijdreeks
2	dH IJzer 74 – Ganzepoot 188 > 0 H IJzer 31350 (Lo-Fintele) > 3.1 Q IJzer 10775 (Keiem) > 0 m ³ /s	GateL_ipeerstuw_1 = 3.5 (Volledig openen)
3	Alle andere gevallen	GateL_ipeerstuw_1 = -0.13 (Sluiten)

Ieperstuw_2

Controle definitie	Voorwaarde	Controle strategie
1	Waarde in tijdreeks > -1	Tijdreeks
2	dH IJzer 74 – Ganzepoot 188 > 0 H IJzer 31350 (Lo-Fintele) > 3.2 Q IJzer 10775 (Keiem) > 0.8 m ³ /s	GateL_ipeerstuw_2 = 3.5 (Volledig openen)
3	Alle andere gevallen	GateL_ipeerstuw_2 = -0.13 (Sluiten)

Ieperstuw_3

Controle definitie	Voorwaarde	Controle strategie
1	Waarde in tijdreeks > -1	Tijdreeks
2	dH IJzer 74 – Ganzepoot 188 > 0 H IJzer 31350 (Lo-Fintele) > 3.2 Q IJzer 10775 (Keiem) > 5 m ³ /s	GateL_ipeerstuw_3 = 3.5 (Volledig openen)
3	Alle andere gevallen	GateL_ipeerstuw_3 = -0.13 (Sluiten)

Ieperstuw_4 en Ieperstuw_5

Controle definitie	Voorwaarde	Controle strategie
1	Waarde in tijdreeks > -1	Tijdreeks
2	dH IJzer 74 – Ganzepoot 188 > 0 H IJzer 31350 (Lo-Fintele) > 3.5	GateL_ipeerstuw_4 = 3.5 (Volledig openen) GateL_ipeerstuw_5 = 3.5 (Volledig openen)
3	Alle andere gevallen	GateL_ipeerstuw_4 = -0.13 (Sluiten) GateL_ipeerstuw_5 = -0.13 (Sluiten)

Iepersluis

Controle definitie	Voorwaarde	Controle strategie
1	Waarde in tijdreeks > -1	Tijdreeks
2	dH IJzer 74 – Ganzepoot 188 > 0 H IJzer 31350 (Lo-Fintele) > 3.7	GateL_omloopriool = -0.12 (Volledig openen)
3	Alle andere gevallen	GateL_omloopriool = 6 (Sluiten)

Omloopriool Iepersluis

Controle definitie	Voorwaarde	Controle strategie
1	Waarde in tijdreeks > -1	Tijdreeks
2	dH IJzer 74 – Ganzepoot 188 > 0 H IJzer 31350 (Lo-Fintele) > 3.7	GateL_omloopriool = 2.05 (Volledig openen)
3	Alle andere gevallen	GateL_omloopriool = 0.35 (Sluiten)

Veurnestuw_1

Controle definitie	Voorwaarde	Controle strategie
1	Waarde in tijdreeks > -1	Tijdreeks
2	dH Kanaal_Duinkerke-Nieuwpoort 18574 – Ganzepoot 188 > 0 H Lokanaal 2764.35 > 2.5	GateL_Veurnestuw_1 = 2 (Volledig openen)
3	Alle andere gevallen	GateL_Veurnestuw_1 = -0.18 (Sluiten)

Veurnestuw_2

Controle definitie	Voorwaarde	Controle strategie
1	Waarde in tijdreeks > -1	Tijdreeks
2	dH Kanaal_Duinkerke-Nieuwpoort 18574 – Ganzepoot 188 > 0 H Lokanaal 2764.35 > 2.9	GateL_Veurnestuw_2 = 2 (Volledig openen)
3	Alle andere gevallen	GateL_Veurnestuw_2 = -0.18 (Sluiten)

Veurnesluis

Controle definitie	Voorwaarde	Controle strategie
1	Waarde in tijdreeks > -1	Tijdreeks
2	dH Kanaal_Duinkerke-Nieuwpoort 18574 – Ganzepoot 188 > 0 H Lokanaal 2764.35 > 3.2 Q Lokanaal 2789.22 > 12 m ³ /s	GateL_Veurnesluis = 0.07 (Volledig openen)
3	Alle andere gevallen	GateL_Veurnesluis = 6 (Sluiten)

Omloopriool_Veurnesluis

Controle definitie	Voorwaarde	Controle strategie
1	Waarde in tijdreeks > -1	Tijdreeks
2	dH Kanaal_Duinkerke-Nieuwpoort 18574 – Ganzepoot 188 > 0 H Lokanaal 2764.35 > 3.2 Q Lokanaal 2789.22 > 12 m ³ /s	GateL_Veurnesluis = 0.57 (Volledig openen)
3	Alle andere gevallen	GateL_Veurnesluis = 0.07 (Sluiten)

Dierendonck sluis

Controle definitie	Voorwaarde	Controle strategie
1	Waarde in tijdreeks > -1	Tijdreeks
2	dH Kanaal_Duinkerke-Nieuwpoort 18574 – Ganzepoot 188 > 0.05	GateL = 0.5 (Volledig openen)
3	H IJzer 31350 (Lo-Fintele) > 4.0 dH Kanaal_Duinkerke-Nieuwpoort 17742 – Beverdijkvaart 16840 > 0.05	$3 < H \text{ IJzer } 31350 < 6 \Rightarrow \downarrow$ (Volledig openen)
4	Alle andere gevallen	=

Fintele-stuw

Controle definitie	Voorwaarde	Controle strategie
1	Waarde in tijdreeks > -1	Tijdreeks
2	H IJzer 31350 > 3.74 H IJzer 31350 < 4.30 H Lokanaal < 3.10	$\uparrow$ (Stuw openen)
3	H IJzer 31350 > 4.30 H Lokanaal < 3.25	$\uparrow$ (Stuw openen)
4	Alle andere gevallen	$\downarrow$ (Stuw sluiten)

Stuw-1379_71 Stenensluisvaart

Controle definitie	Voorwaarde	Controle strategie
1	Waarde in tijdreeks > -1	Tijdreeks
2	Andere gevallen	H Stenensluisvaart 1648.79 < 2.8 $\Rightarrow$ GateL = 2.6 2.8 > H Stenensluisvaart 1648.79 < 2.81 $\Rightarrow \downarrow$ H Stenensluisvaart 1648.79 > 2.81 $\Rightarrow$ GateL = 1

Pompgemaal Stenensluisvaart

Controle definitie	Voorwaarde	Controle strategie
1	Waarde in tijdreeks > -1	Tijdreeks
2	H IJzer 22050 < 4.2 H Stenensluisvaart 2835 > 2.65	$0 < H \text{ Stenensluisvaart } 2835 < 6 \Rightarrow Q = 2 \text{ m}^3/\text{s}$
3	Alle andere gevallen	$Q = 0 \text{ m}^3/\text{s}$

Stuw-1379_51 Stenensluisvaart

Controle definitie	Voorwaarde	Controle strategie
1	Waarde in tijdreeks > -1	Tijdreeks
2	dH IJzer 22050 – Stenensluisvaart 0 < -0.05	H IJzer 22050 < 3 $\Rightarrow$ GateL = 0.8 3.0 < H IJzer 22050 < 3.1 $\Rightarrow$ GateL = $\uparrow$ H IJzer 22050 > 3.1 $\Rightarrow$ GateL = 2.8
3	Alle andere gevallen	GateL = 0.8

Bijlage F Runoff in het hydrodynamisch model

Deelbekken	Oppervlakte (km ²)	Waterloop	US Chainage	DS Chainage
V01IJZ000020	46.11	IJzer	32888	43309
V01HAN000160	12.11	FC_AEhzv-ZD10_AEhzvZD11	289.656	289.656
V01HAN000160	41.5	FC_AEhzv-ZD8_AEhzv-ZD9	281.471	281.471
V01HAN000160	5.61	FC_AEhzv-ZD4_AEhzv-ZD5	88.109	88.109
V01HAN000160	5.61	FC_hzv9105R_AEhzv-ZD2	90.713	90.713
V01HAN000160	5.61	FC_hzv8260R_AEhzv-ZD1	139.866	139.866
V01HAN000160	5.61	FC_hzv6707R_AEhzv-KZ4	89.992	89.992
V01HAN000160	5.61	FC_hzv4765R_AEhzv-KZ3	83.184	83.184
V01HAN000160	5.61	FC_hzv2338R_AEhzv-KZ1	59.988	59.988
V01HAN000160	5.61	FC_hzv3607R_AEhzv-KZ2	84.218	84.218
V01POP000040	11.46	FC_POV11186R_AEPOV-OV2	130.109	130.109
V01POP000040	22.91	FC_POV11739L_AEPOV-VE7	86.14	86.14
V01POP000050	2.94	FC_IJZ27500R_AEKBK-AR2	221.371	221.371
V01POP000050	2.94	FC_IJZ28350R_AEIJZ-FR3	326.275	326.275
V01POP000050	2.94	FC_IJZ29300R_AEIJZ-FR2	327.944	327.944
V01POP000050	2.94	FC_IJZ30150R_AEIJZ-FR1	209.093	209.093
V01POP000050	2.94	FC_IJZ31200R_AEIJZ-EF1	306.248	306.248
V01KEM000070	11.1	Kemmelbeek	8955	14575.3
V01KEM000070	1.81	FC_ijz27100R_AEkbk-aR1	336.418	336.418
V01IEP000090	2.7075	Ieperlee	3800	9117
V01KII000105	24.03	Kanaal_Ieper-IJzer	8649.23	8649.23
V01KII000105	6.68	Kanaal_Ieper-IJzer	0	8649.23
V01MAR000130	9.39	FC_AEmav-BM5_AEmav-BM7	298.589	298.589

Deelbekken	Oppervlakte (km ²)	Waterloop	US Chainage	DS Chainage
V01MAR000130	18.14	FC_sjb845R_AEmav-oB3	160.927	160.927
V01SSV000150	15.59	FC_ijz19250R_AEijz-MD5	136.13	136.13
V01SSV000150	13.44	FC_AEssv-MW3_AEssv-MW4	385.467	385.467
V01SSV000150	7.55	FC_AEijz-BK1_AEijz-BK2	398.372	398.372
V01SSV000150	13.07	FC_AEijz-BK6_AEijz-BK5	369.844	369.844
V01IEP000090	0.9025	FC_kli2995L_AEiep-ZN4	131.899	131.899
V01BEV000035	42.5	koolhofvaart	0	0
V01BEV000035	56.9	Venepevaart	0	0
V01BEV000035	117.8	Beverdijkvaart	0	0
F01IJZ468000	383	IJzer	43309	43309
V01POP491030	83.4	Poperingevaart	8829	8829
V01KEM492060	72.43	Kemmelbeek	8955	8955
V01IEP495080	63.42	Ieperlee	3800	3800
V01MAR496120	76.13	Sint-Jansbeek	0	0
V01SSV499140	16.1	Steenbeek	0	0
V01HAN488180	76.9	Handzamevaart	1677	1677
V01KDN000210	12.92	Kanaal_Duinkerke-Nieuwpoort	10	8318
V01KDF000200	13.53	Canal_de_Furnes	0	13160

Bijlage G Randvoorwaarden in het hydrodynamisch model

Opwaartse randvoorwaarden (bemeten)

Beschrijving	Type	Waterloop	Chainage	Q
Open	Inflow	IJzer	43309	0
Open	Inflow	Poperingevaart	8829	0
Open	Inflow	Kemmelbeek	8955	0
Open	Inflow	Ieperlee	3800	0
Open	Inflow	Sint-Jansbeek	0	0
Open	Inflow	Steenbeek	0	0
Open	Inflow	Handzamevaart	1677	0

Opwaartse randvoorwaarden (onbemeten)

Beschrijving	Type	Waterloop	Chainage	Q
Closed		Canal_de_Furnes	0	0
Open	Inflow	FC_ijz31400L_AEijz-EF3	42.88	0
Open	Inflow	FC_iep4009L_AEiep-ZN6	92.505	0
Open	Inflow	FC_iep9024R_AEiep-ZN5	40	0
Open	Inflow	FC_AEhzv-ZD10_AEhzvZD12	223.594	0
Open	Inflow	FC_AEmav-BM5_AEmav-BM8	235.662	0
Open	Inflow	FC_sjb85R_AEmav-oB1	41.364	0
Open	Inflow	FC_AEhzv-ZD8_AEhzv-ZD9	281.471	0
Point Source	Inflow	ijzer	28350	-0.22
Open	Inflow	FC_AEijz-BK1_AEijz-BK2	398.372	0
Open	Inflow	FC_AEssv-MW3_AEssv-MW4	385.467	0
Open	Inflow	FC_AEhzv-ZD4_AEhzv-ZD5	88.109	0
Open	Inflow	FC_AEhzv-ZD10_AEhzvZD11	289.656	0
Open	Inflow	FC_AEmav-BM5_AEmav-BM7	298.589	0
Open	Inflow	KANAAL_IJPER-IJZER	8649.23	0
Open	Inflow	koolhofvaart	0	0
Open	Inflow	FC_VA_polder1_Rbeverdijk	100	0
Open	Inflow	FC_VA_polder4_Lvenepevaart	100	0
Open	Inflow	FC_VA_polder3_Lkoolhofvaart	100	0

Afwaartse randvoorwaarden (bemeten)

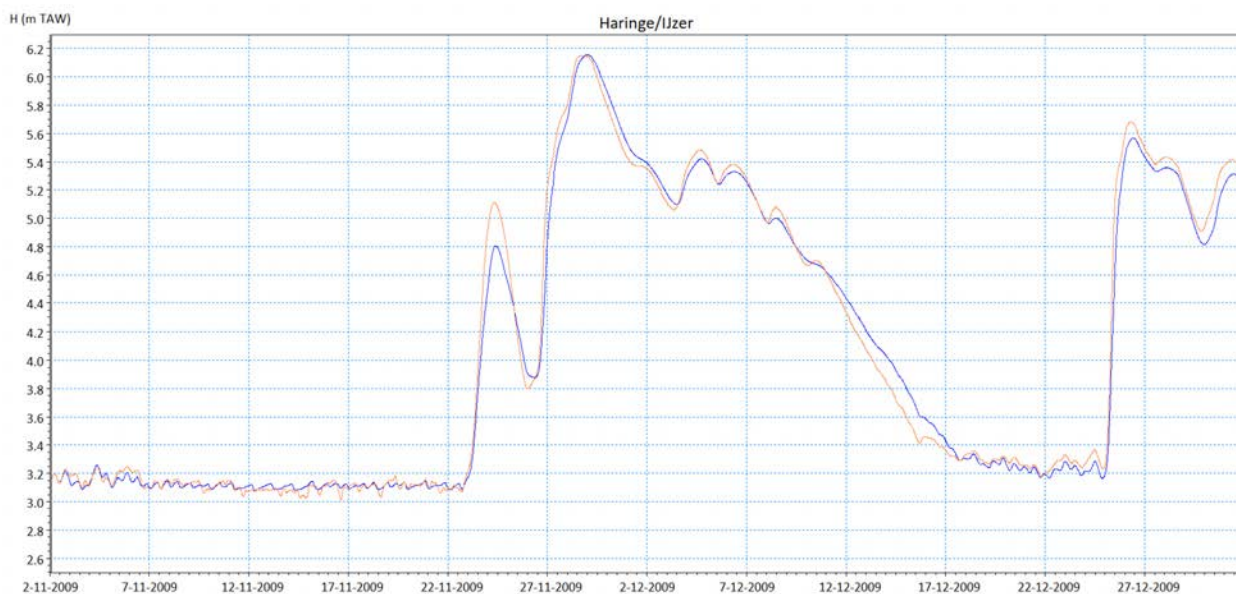
Beschrijving	Type	Waterloop	Chainage	H
Open	Water Level	Ganzepoot	188	TS

(TS = Time Series)

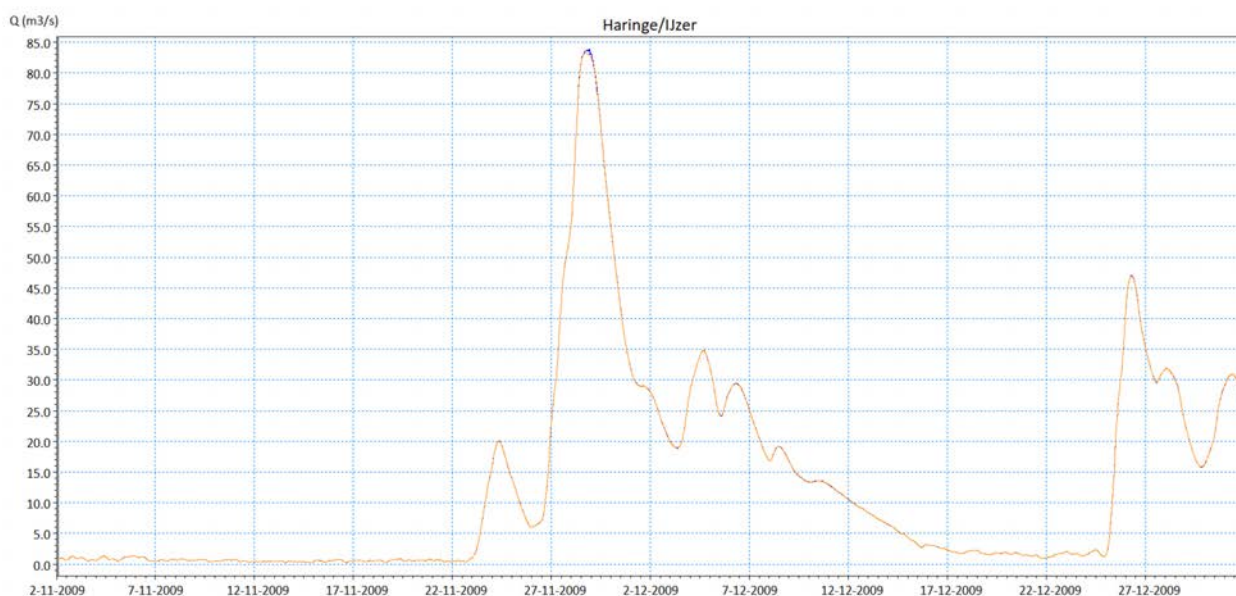
Bijlage H Grafieken kalibratie en validatie

Grafieken december 2009

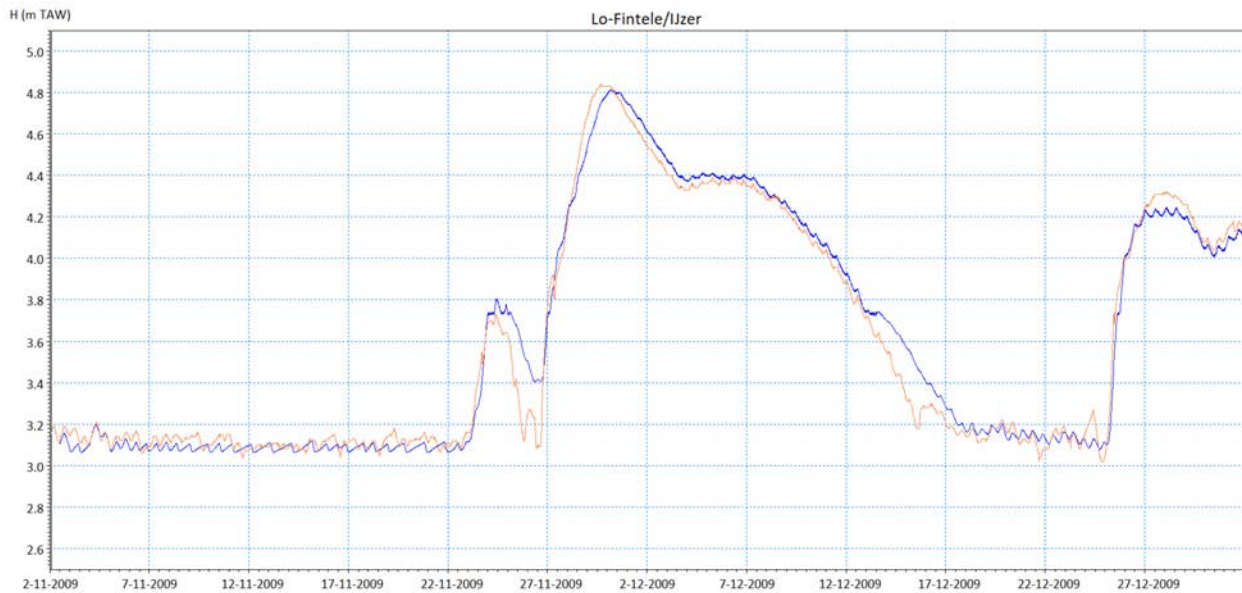
Figuur H 1 – Gesimuleerd (blauw) en gemeten (oranje) waterpeil – dec2009 - IJzer te Haringe (chainage IJzer 43309)



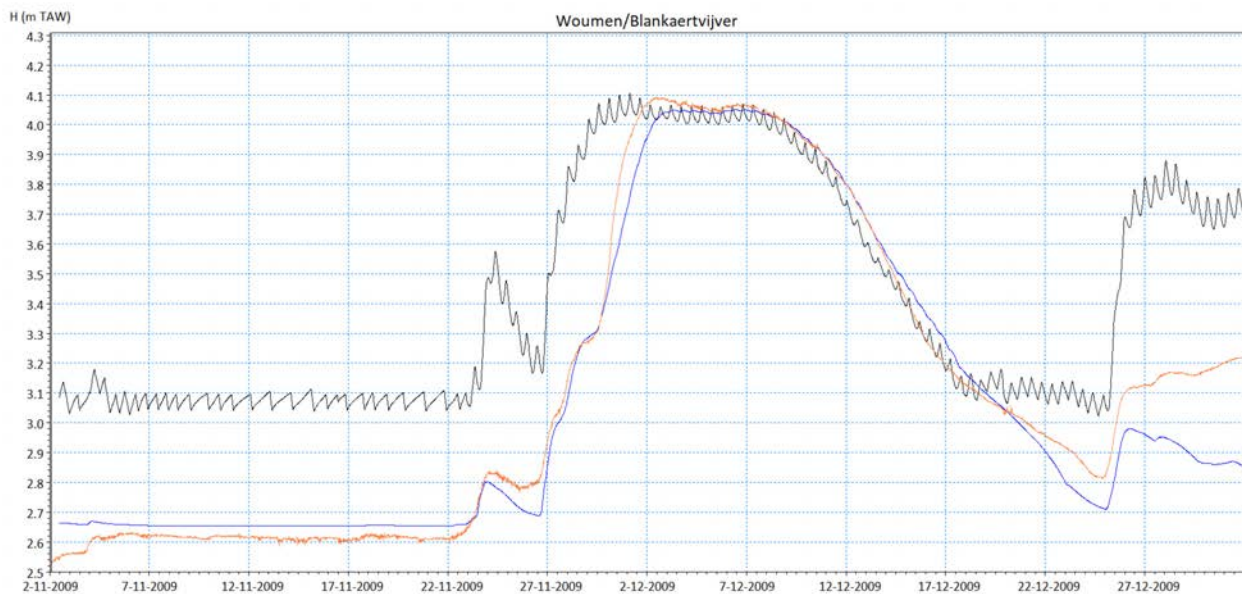
Figuur H 2 – Gesimuleerd (blauw) en gemeten (oranje) debiet – dec2009 - IJzer te Haringe (chainage IJzer 43237)



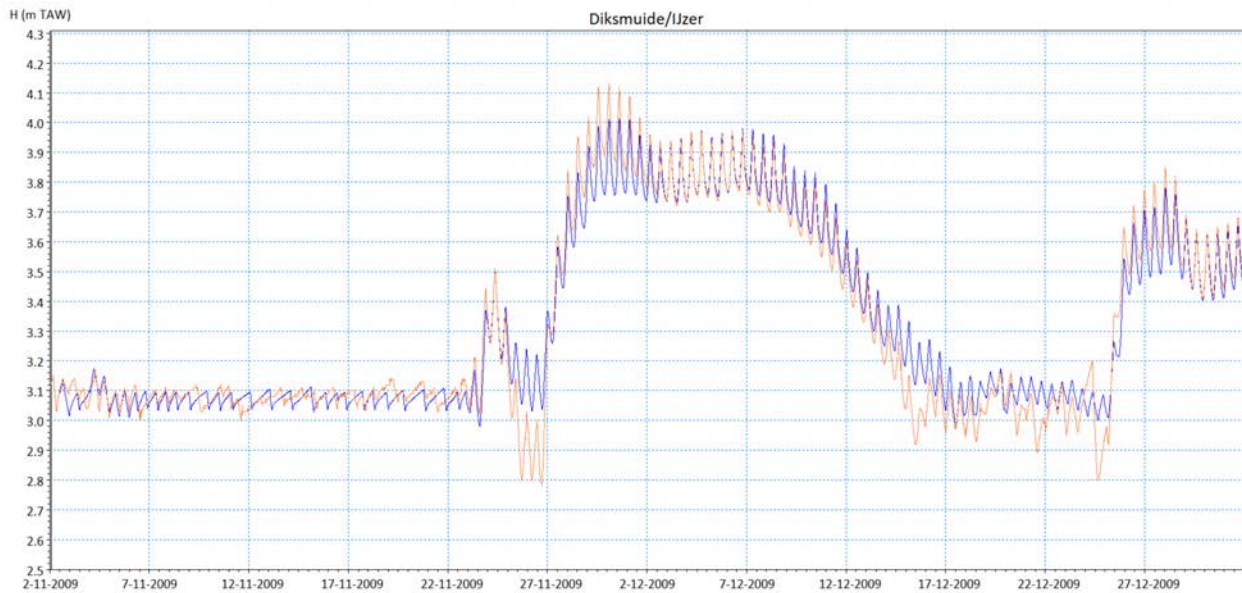
Figuur H 3 – Gesimuleerd (blauw) en gemeten (oranje) waterpeil – dec2009 - IJzer te Lo-Fintele
(chainage IJzer 31350)



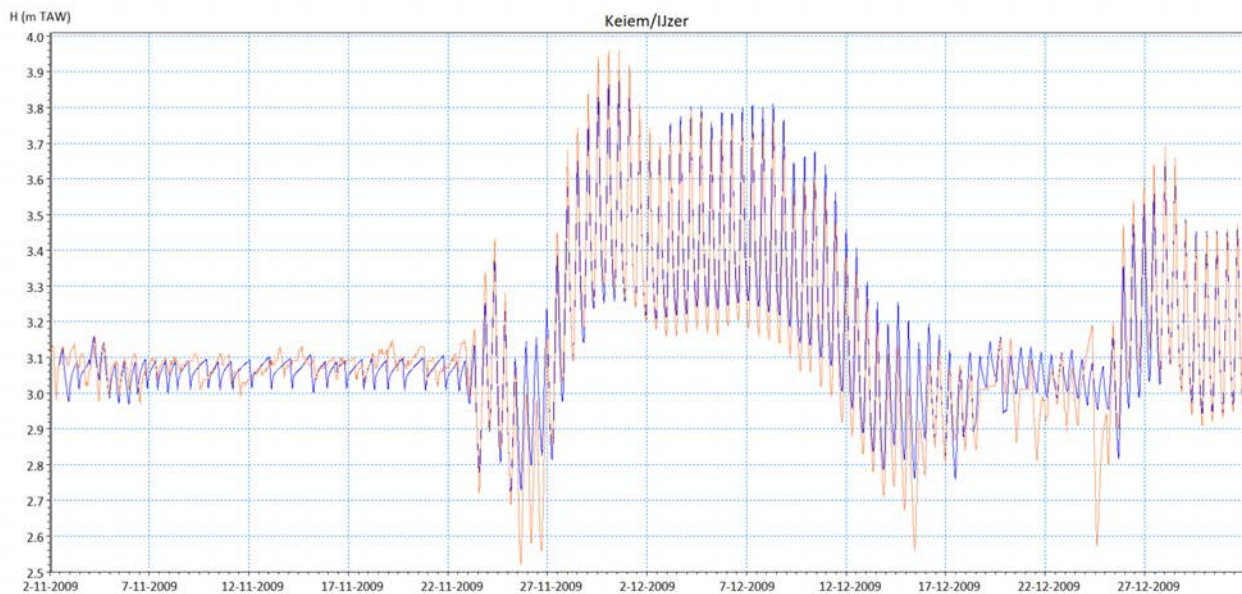
Figuur H 4 – Gesimuleerd (blauw) en gemeten (oranje) waterpeil – dec2009 – Blankaartvijver en IJzer (zwart) te Woumen
(chainage Blankaart 725.8 en IJzer 22100)



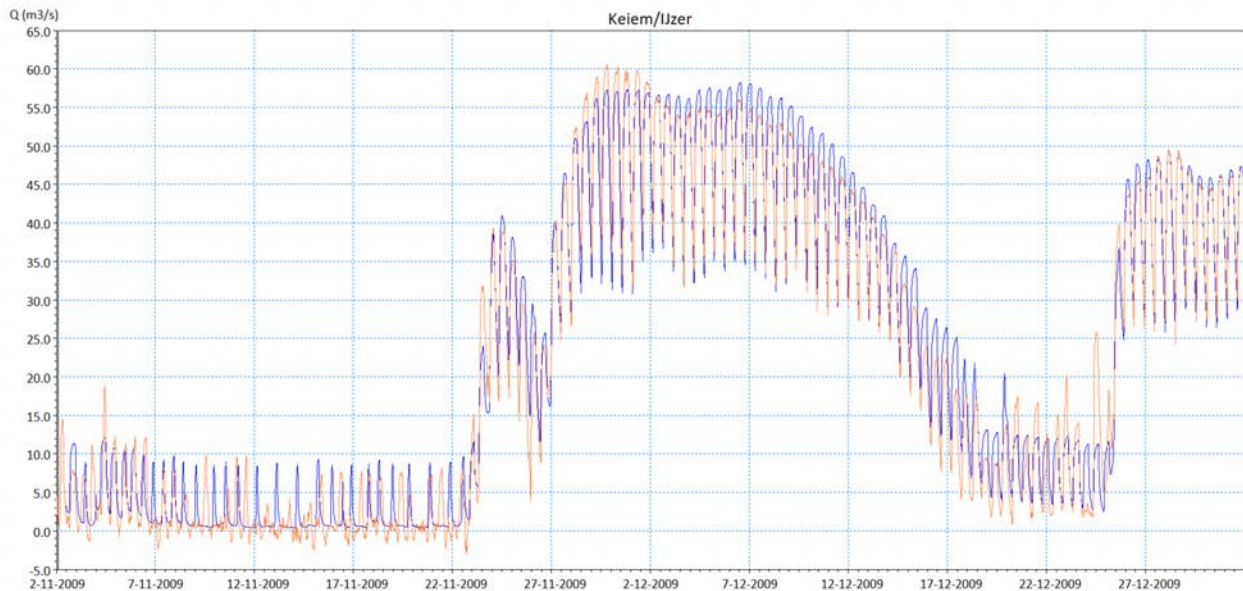
Figuur H 5 – Gesimuleerd (blauw) en gemeten (oranje) waterpeil – dec2009 - IJzer te Diksmuide
(chainage IJzer 17800)



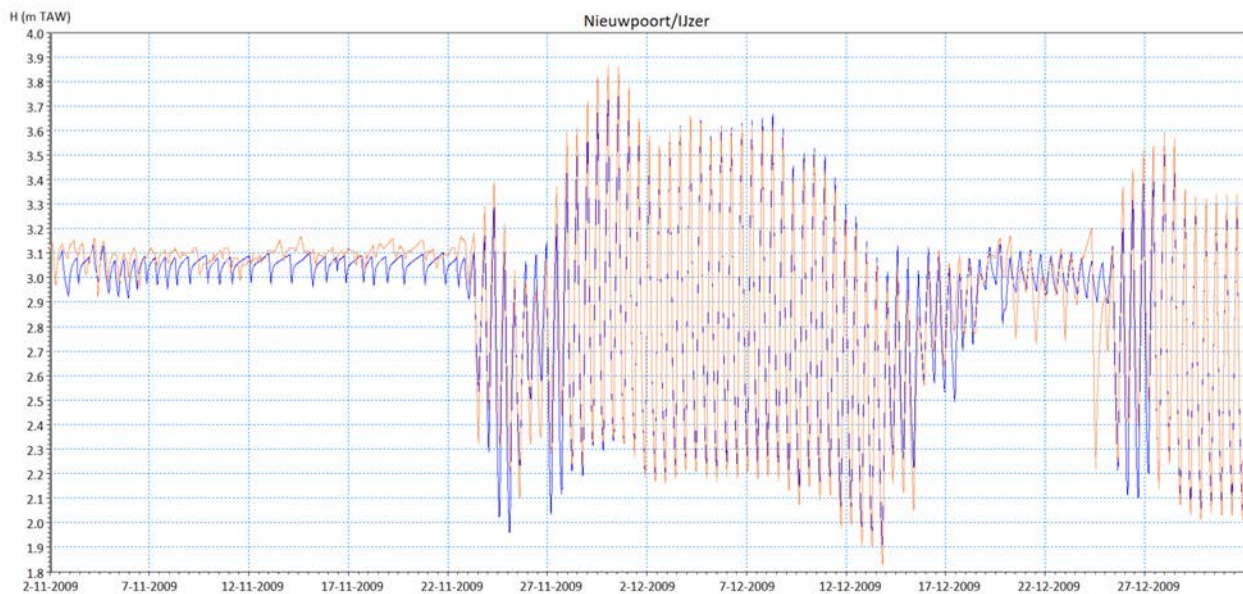
Figuur H 6 – Gesimuleerd (blauw) en gemeten (oranje) waterpeil – dec2009 - IJzer te Keiem
(chainage IJzer 10750)



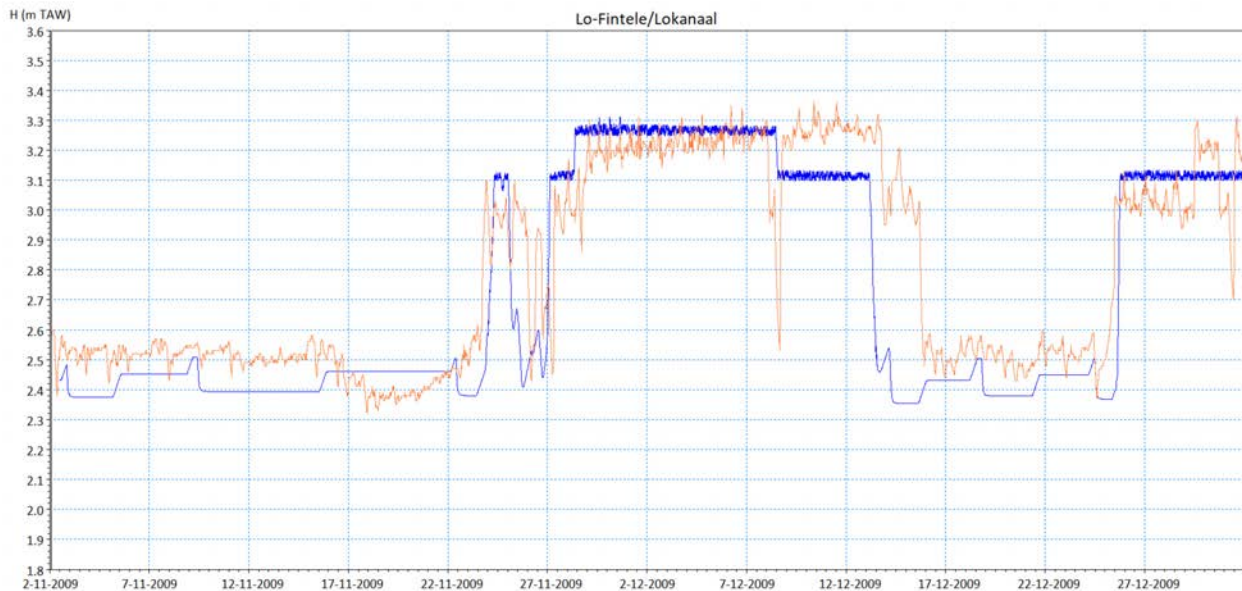
Figuur H 7 – Gesimuleerd (blauw) en gemeten (oranje) debiet – dec2009 - IJzer te Keiem
(chainage IJzer 10775)



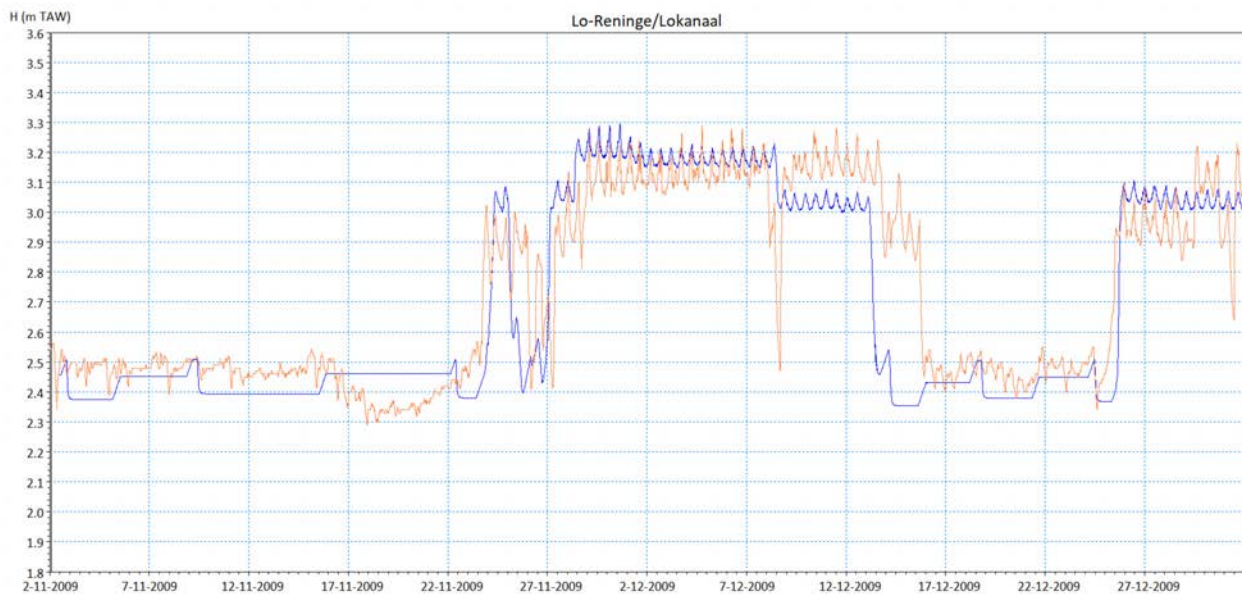
Figuur H 8 – Gesimuleerd (blauw) en gemeten (oranje) waterpeil – dec2009 - IJzer te Nieuwpoort
(chainage IJzer 674)



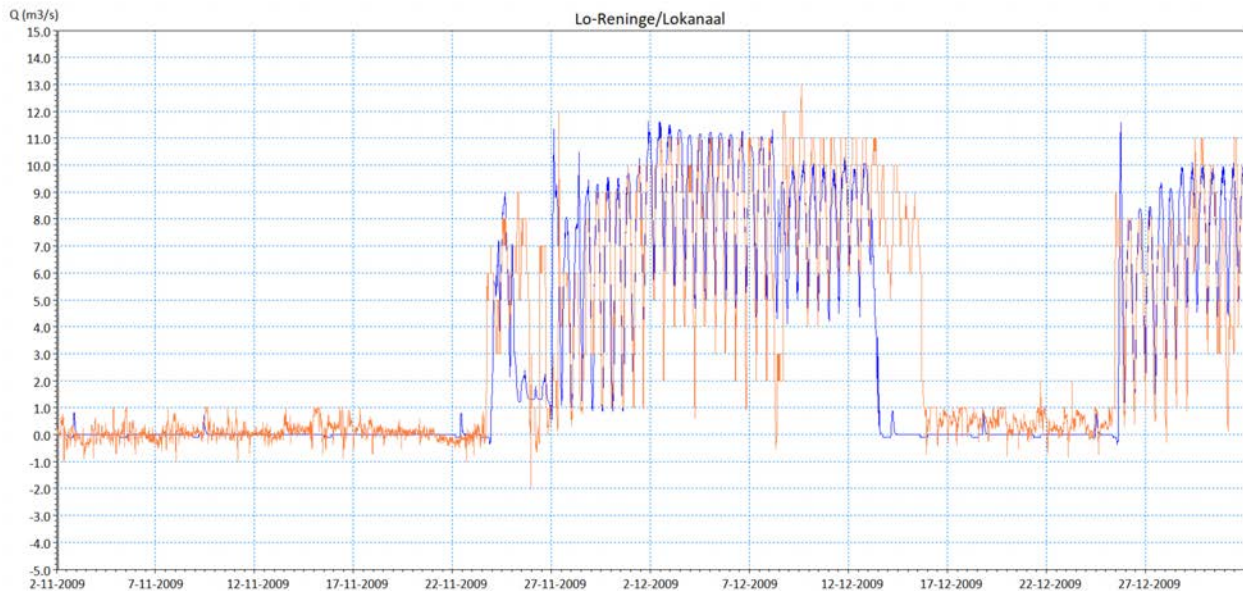
Figuur H 9 – Gesimuleerd (blauw) en gemeten (oranje) waterpeil – dec2009 - Lokanaal te Lo-Fintele (chainage Lokanaal 49.75)



Figuur H 10 – Gesimuleerd (blauw) en gemeten (oranje) waterpeil – dec2009 - Lokanaal te Lo-Reninge (chainage Lokanaal 2764.35)



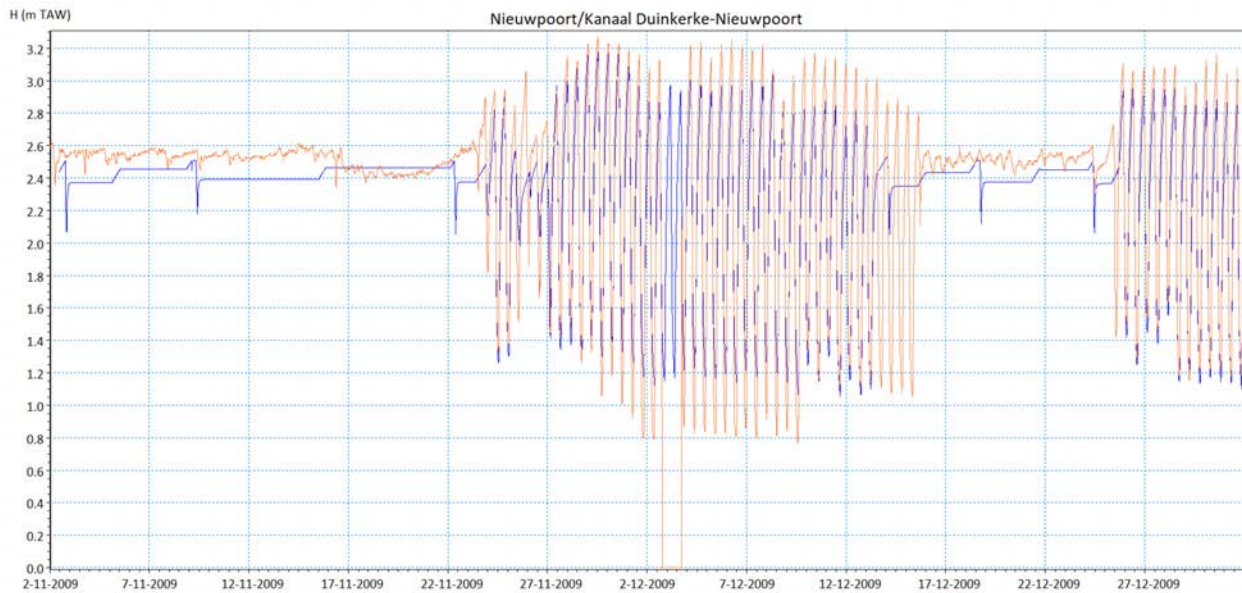
Figuur H 11 – Gesimuleerd (blauw) en gemeten (oranje) debiet – dec2009 - Lokanaal te Lo-Reninge
(chainage Lokanaal 2742.68)



Figuur H 12 – Gesimuleerd (blauw) en gemeten (oranje) waterpeil – dec2009 – Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort te Veurne
(chainage Kanaal_Duinkerke_Nieuwpoort 8587.74)



Figuur H 13 – Gesimuleerd (blauw) en gemeten (oranje) waterpeil – dec2009 – Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort te Nieuwpoort (chainage Kanaal_Duinkerke_Nieuwpoort 18574)

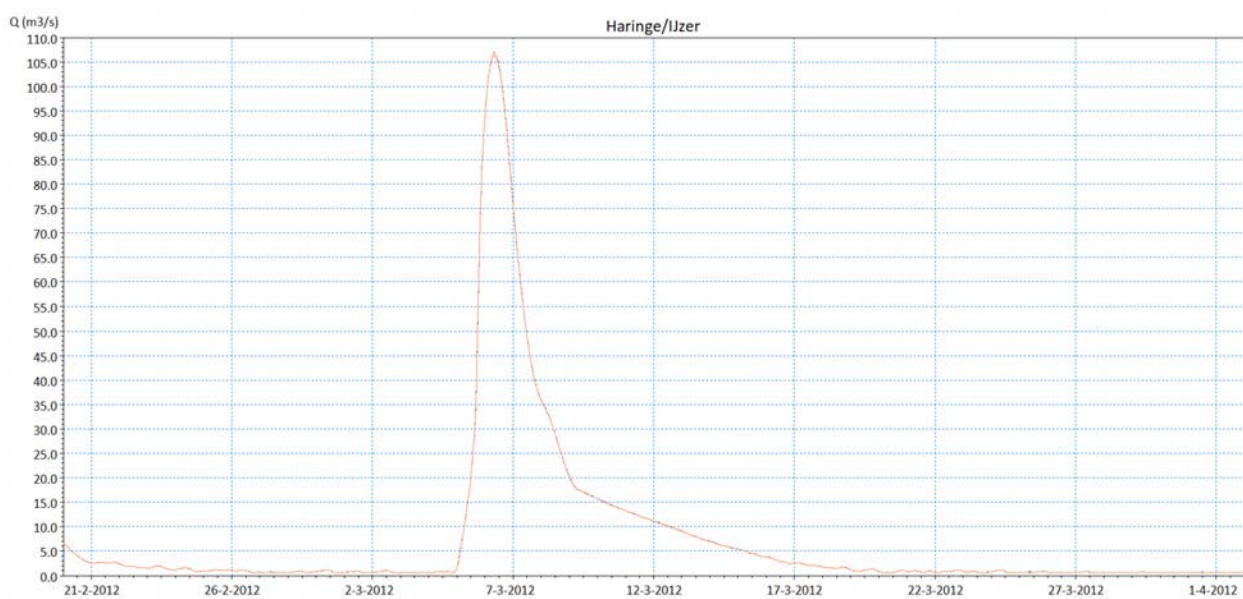


Grafieken maart 2012

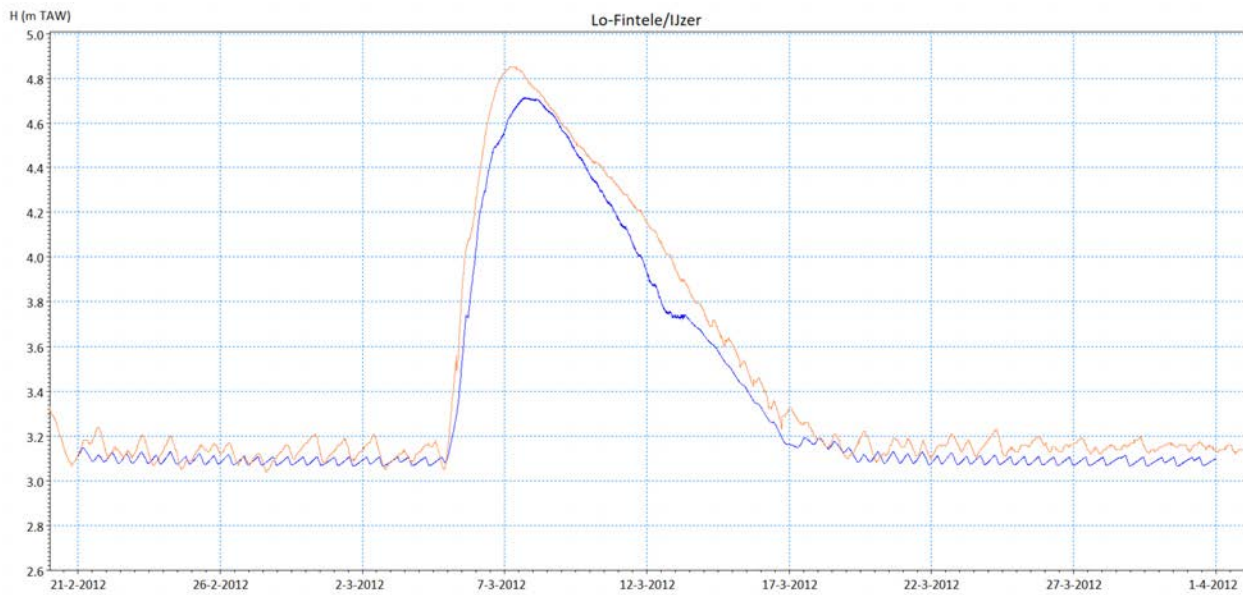
Figuur H 14 – Gesimuleerd (blauw) en gemeten (oranje) waterpeil – maart2012 - IJzer te Haringe (chainage IJzer 43309)



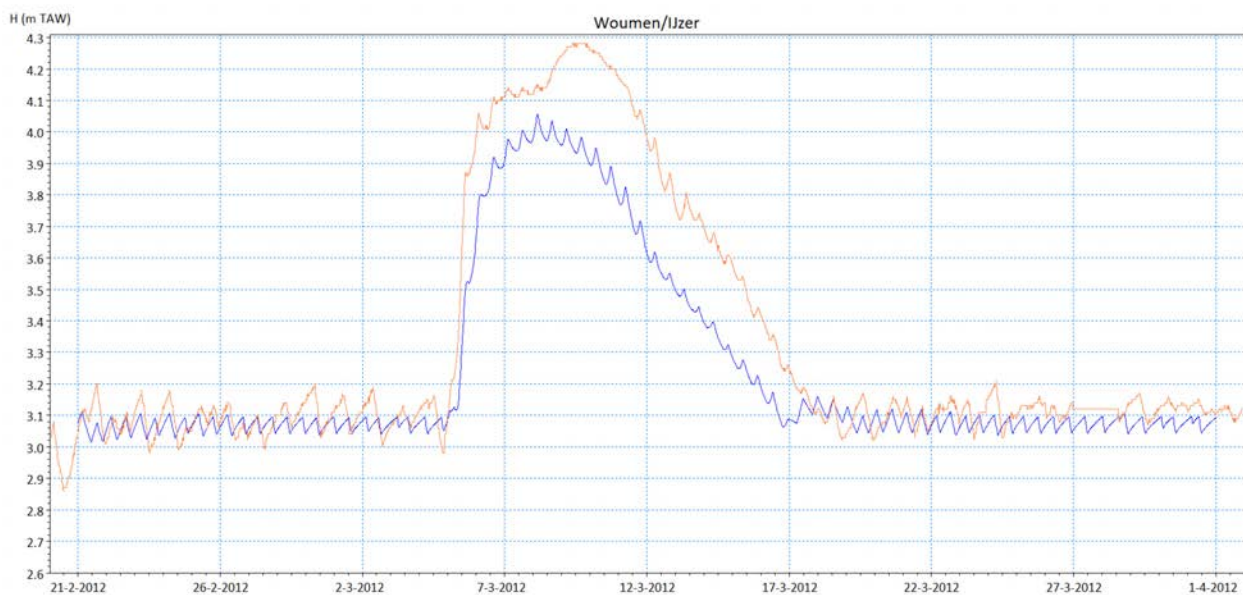
Figuur H 15 – Gesimuleerd (blauw) en gemeten (oranje) debiet – maart2012 - IJzer te Haringe(chainage IJzer 43237)



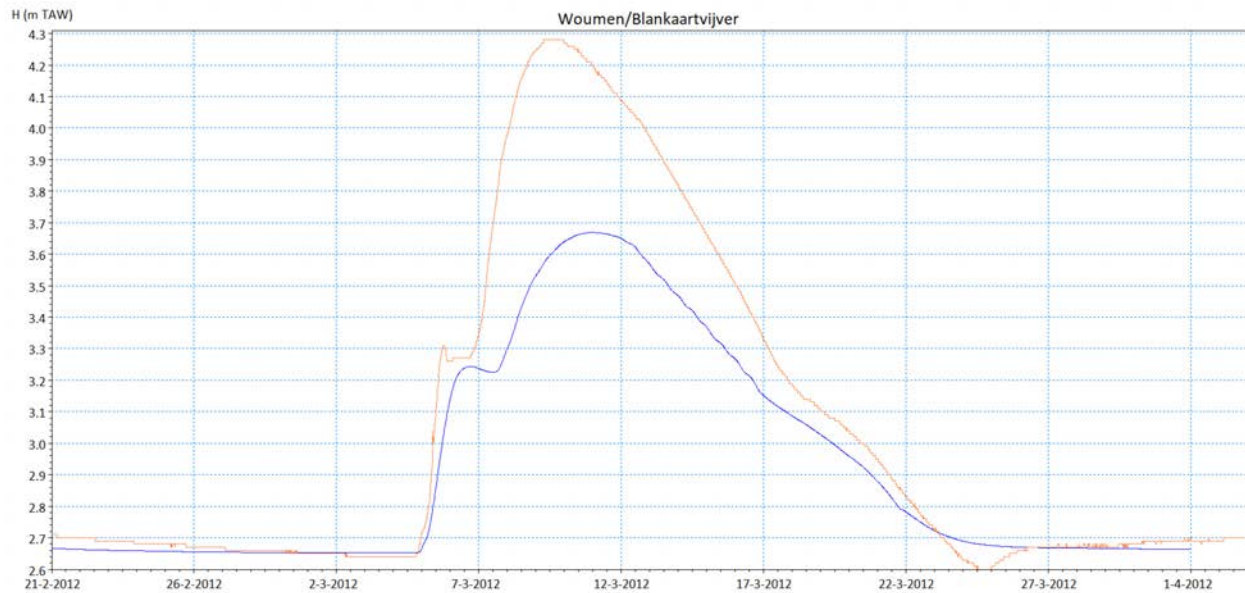
Figuur H 16 – Gesimuleerd (blauw) en gemeten (oranje) waterpeil – maart2012 - IJzer te Lo-Fintele (chainage IJzer 31350)



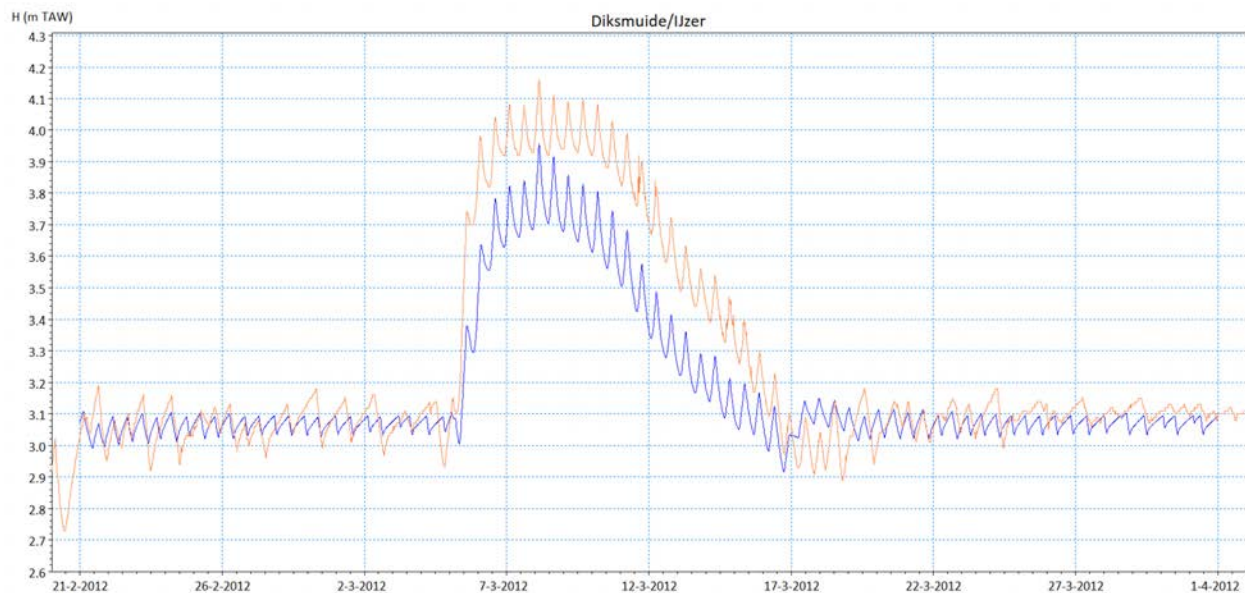
Figuur H 17 – Gesimuleerd (blauw) en gemeten (oranje) waterpeil – dec2009 - IJzer te Woumen (chainage IJzer 22100)



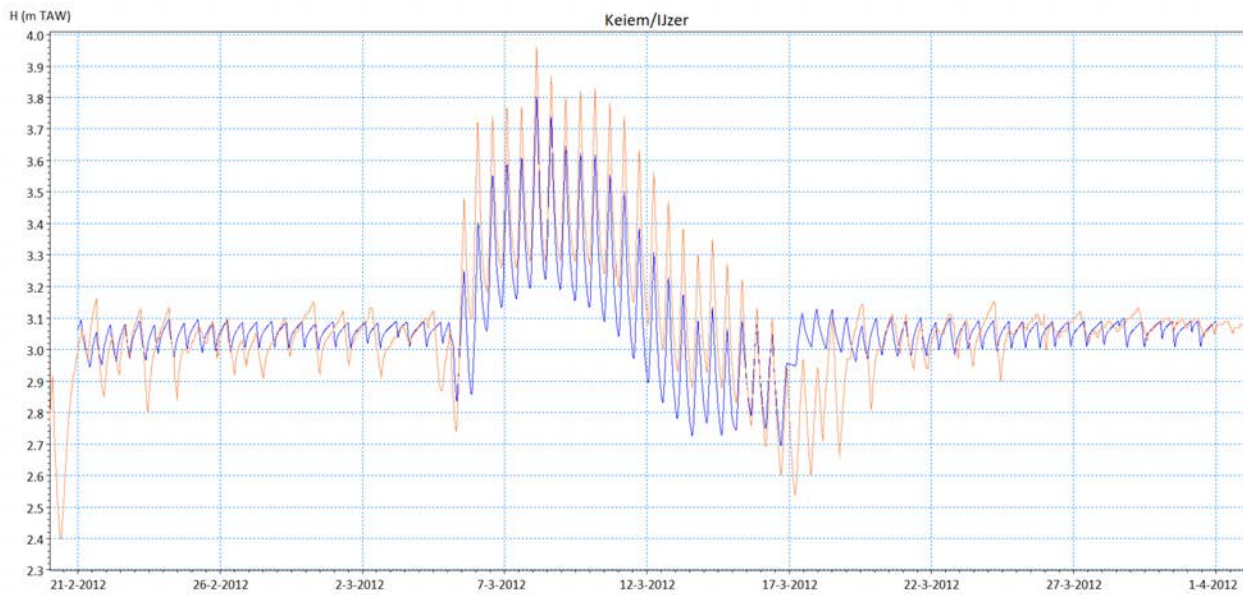
Figuur H 18 – Gesimuleerd (blauw) en gemeten (oranje) waterpeil – maart2012 - Blankaartvijver te Woumen (chainage Blankaart 725.8)



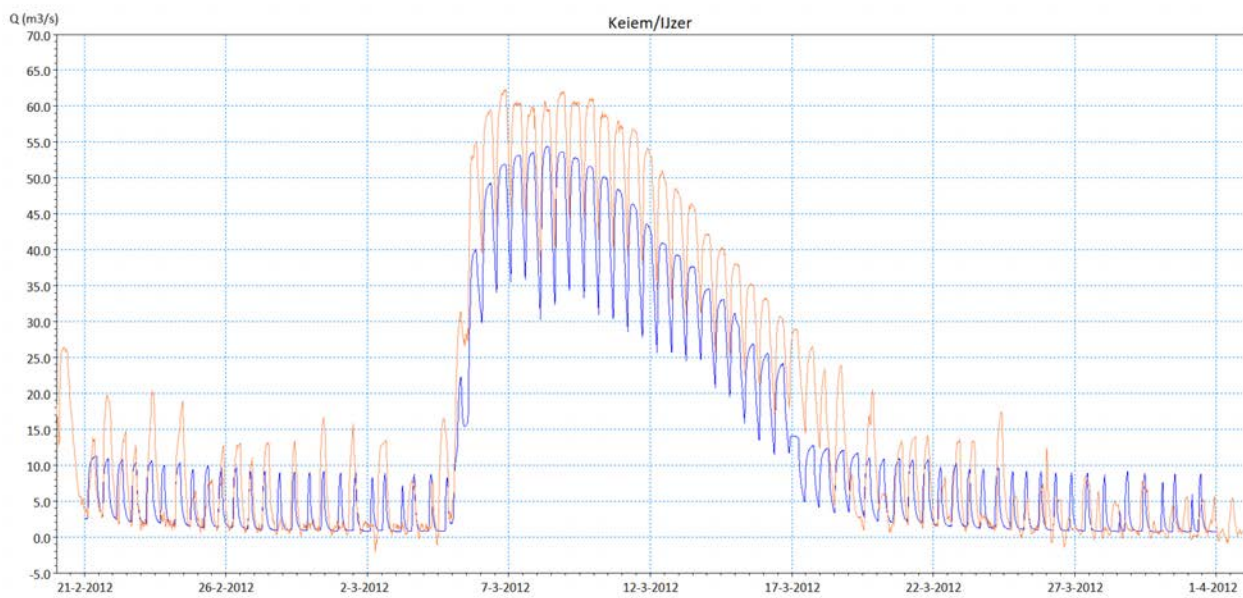
Figuur H 19 – Gesimuleerd (blauw) en gemeten (oranje) waterpeil – maart2012 - IJzer te Diksmuide (chainage IJzer 17800)



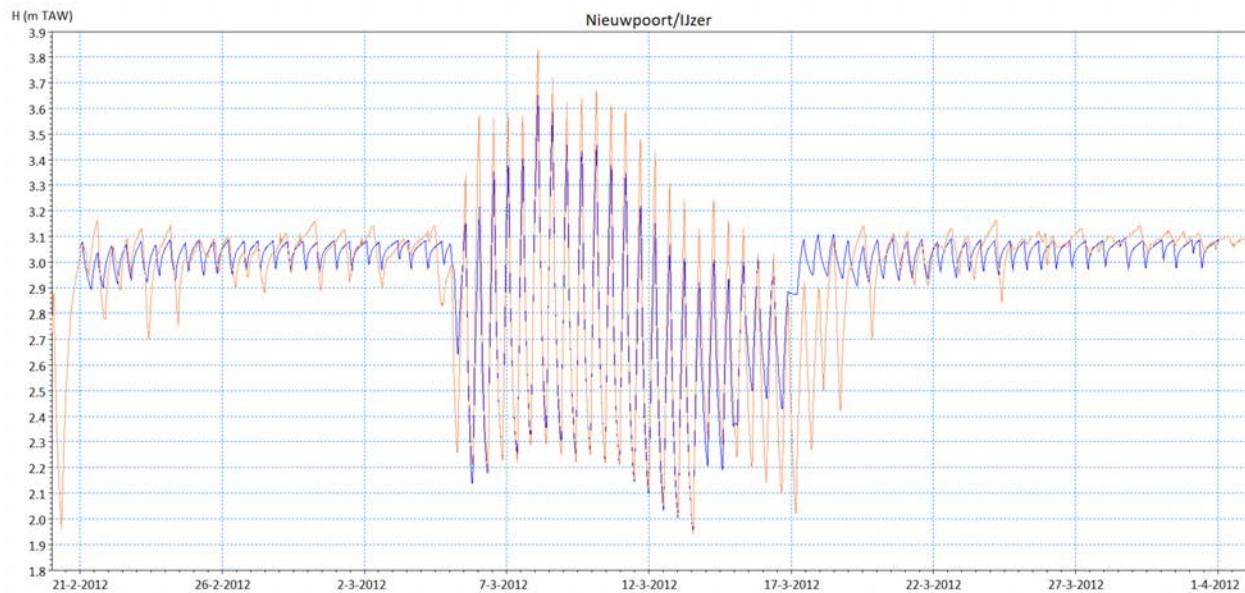
Figuur H 20 – Gesimuleerd (blauw) en gemeten (oranje) waterpeil – maart2012 - IJzer te Keiem (chainage IJzer 10750)



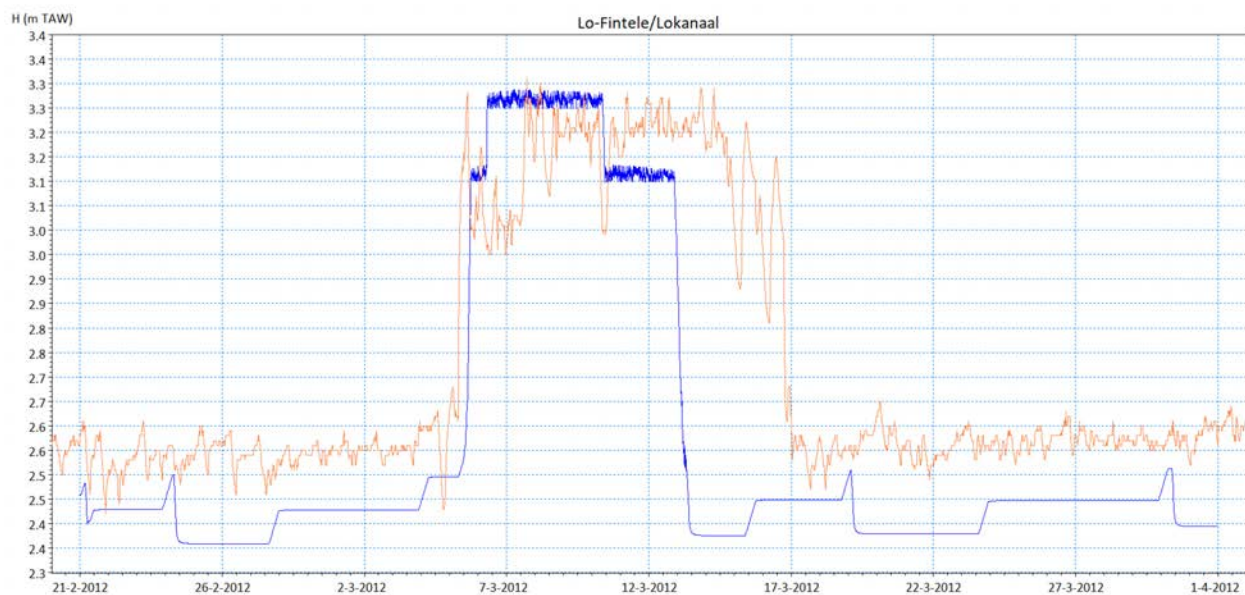
Figuur H 21 – Gesimuleerd (blauw) en gemeten (oranje) debiet – maart2012 - IJzer te Keiem (chainage IJzer 10775)



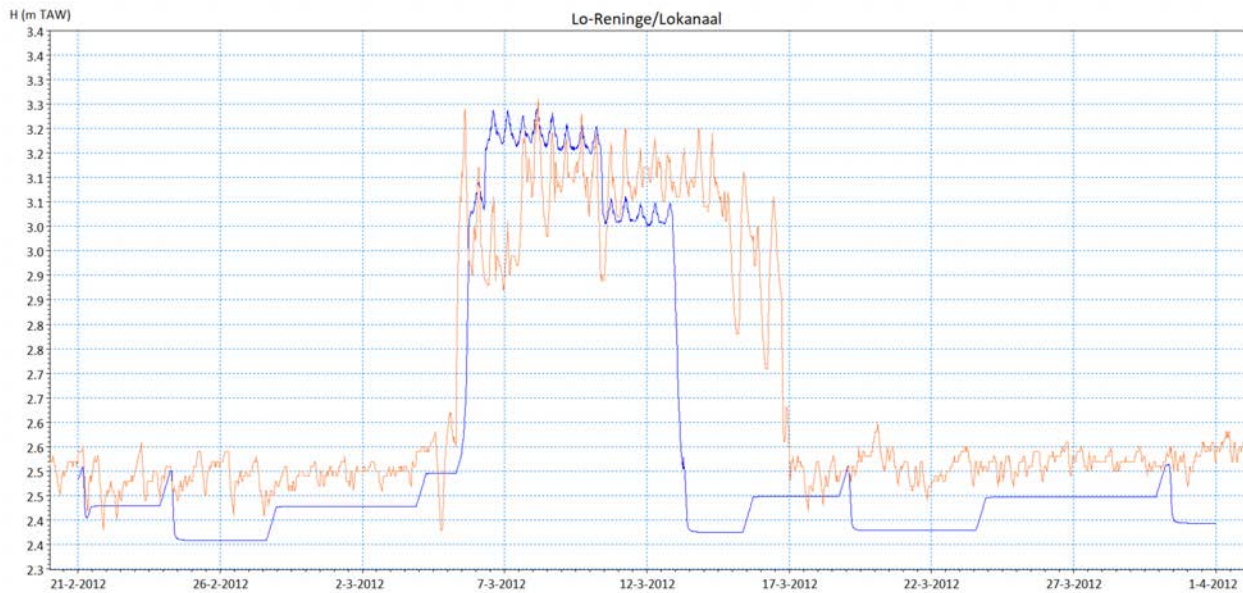
Figuur H 22 – Gesimuleerd (blauw) en gemeten (oranje) debiet – maart2012 - IJzer te Nieuwpoort (chainage IJzer 674)



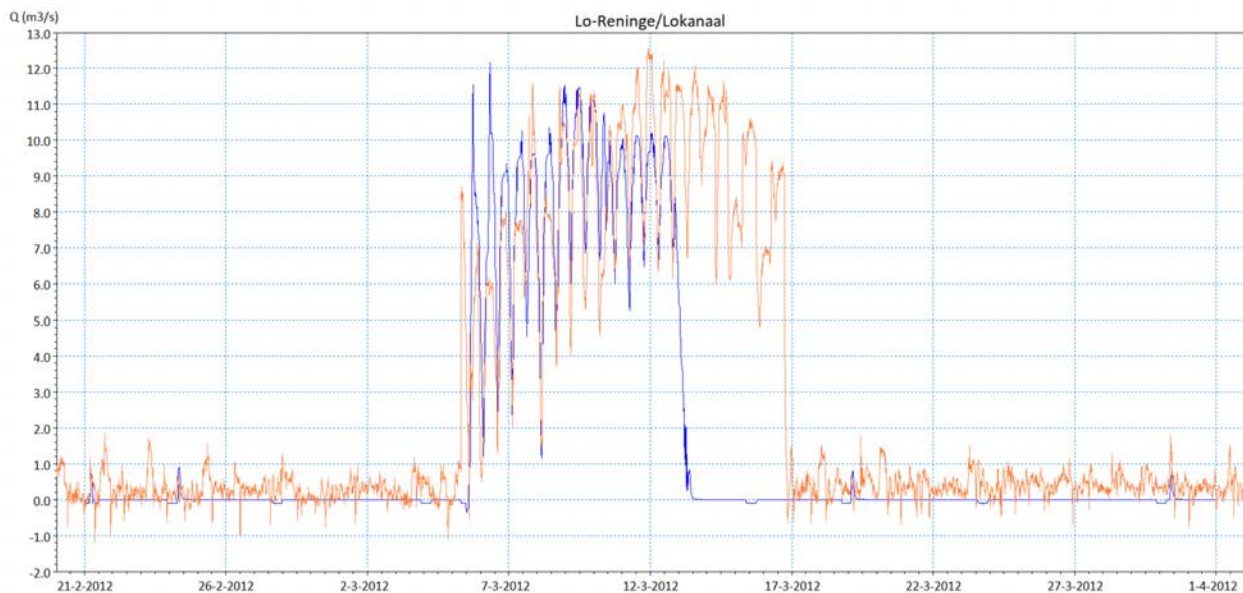
Figuur H 23 – Gesimuleerd (blauw) en gemeten (oranje) waterpeil – maart2012 - Lokanaal te Lo-Fintele (chainage Lokanaal 49.75)



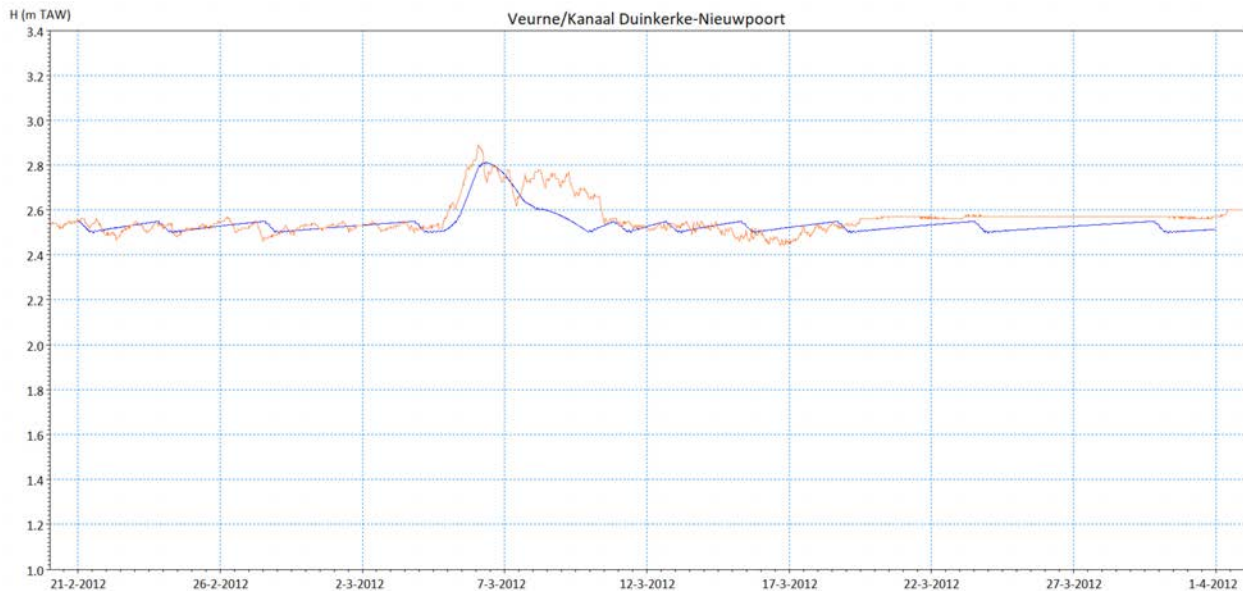
Figuur H 24 – Gesimuleerd (blauw) en gemeten (oranje) waterpeil – maart2012 - Lokanaal te Lo-Reninge (chainage Lokanaal 2764.35)



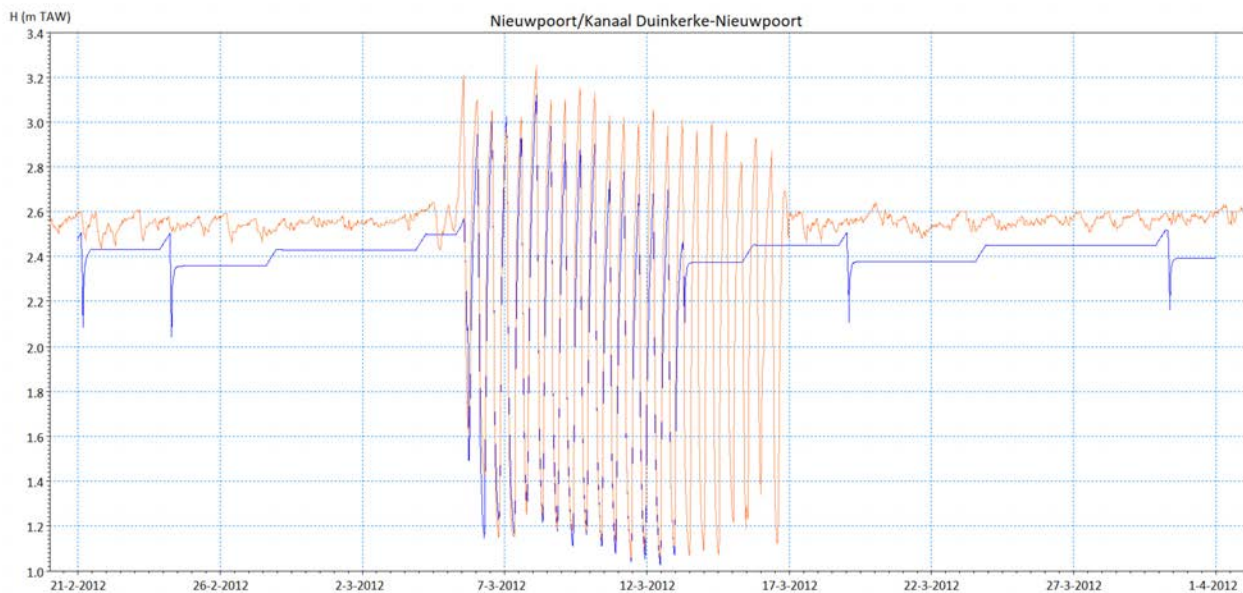
Figuur H 25 – Gesimuleerd (blauw) en gemeten (oranje) debiet – maart2012 - Lokanaal te Lo-Reninge (chainage Lokanaal 2742.68)



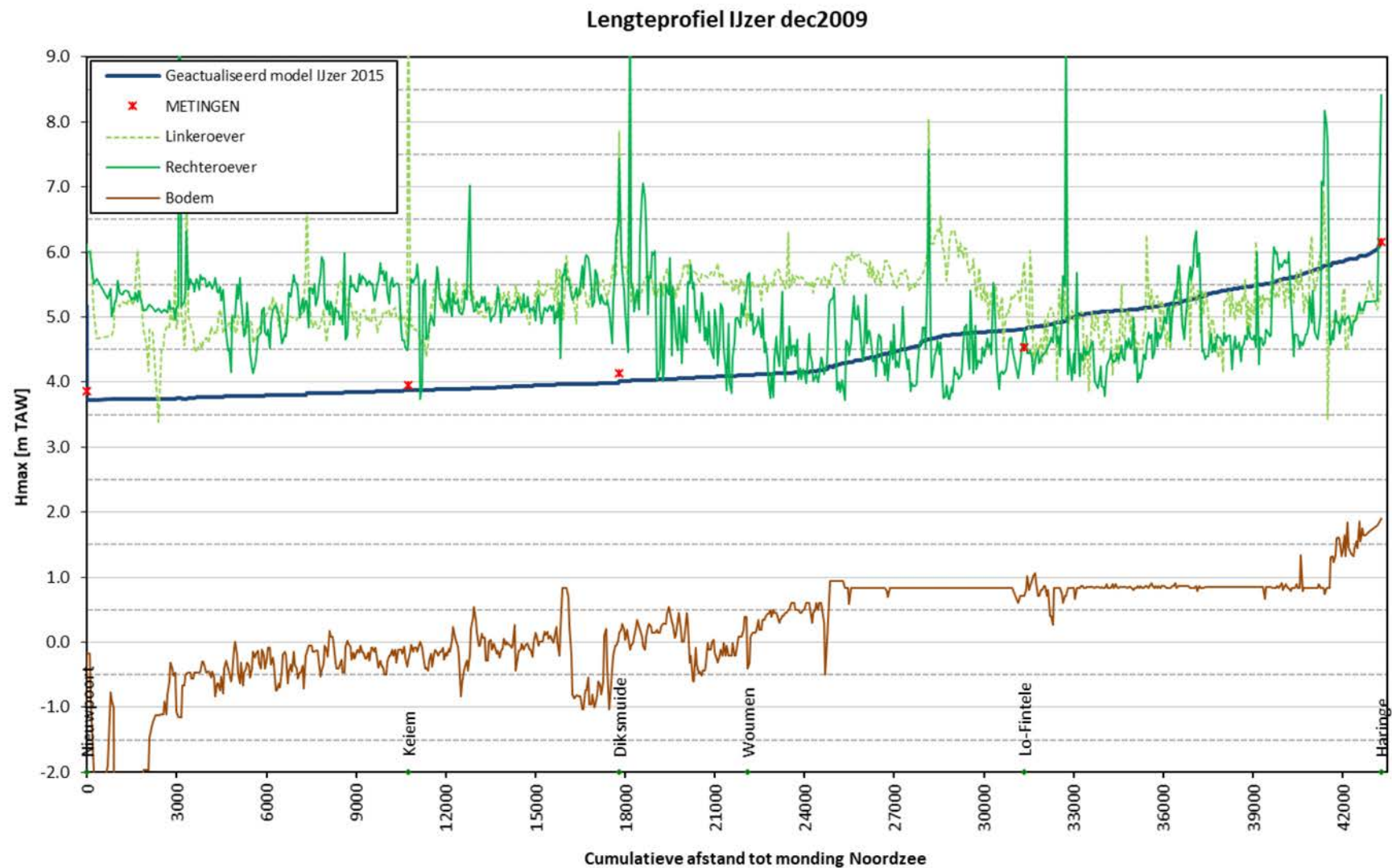
Figuur H 26 – Gesimuleerd (blauw) en gemeten (oranje) waterpeil – maart2012 – Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort te Veurne (chainage Kanaal_Duinkerke_Nieuwpoort 8587.74)



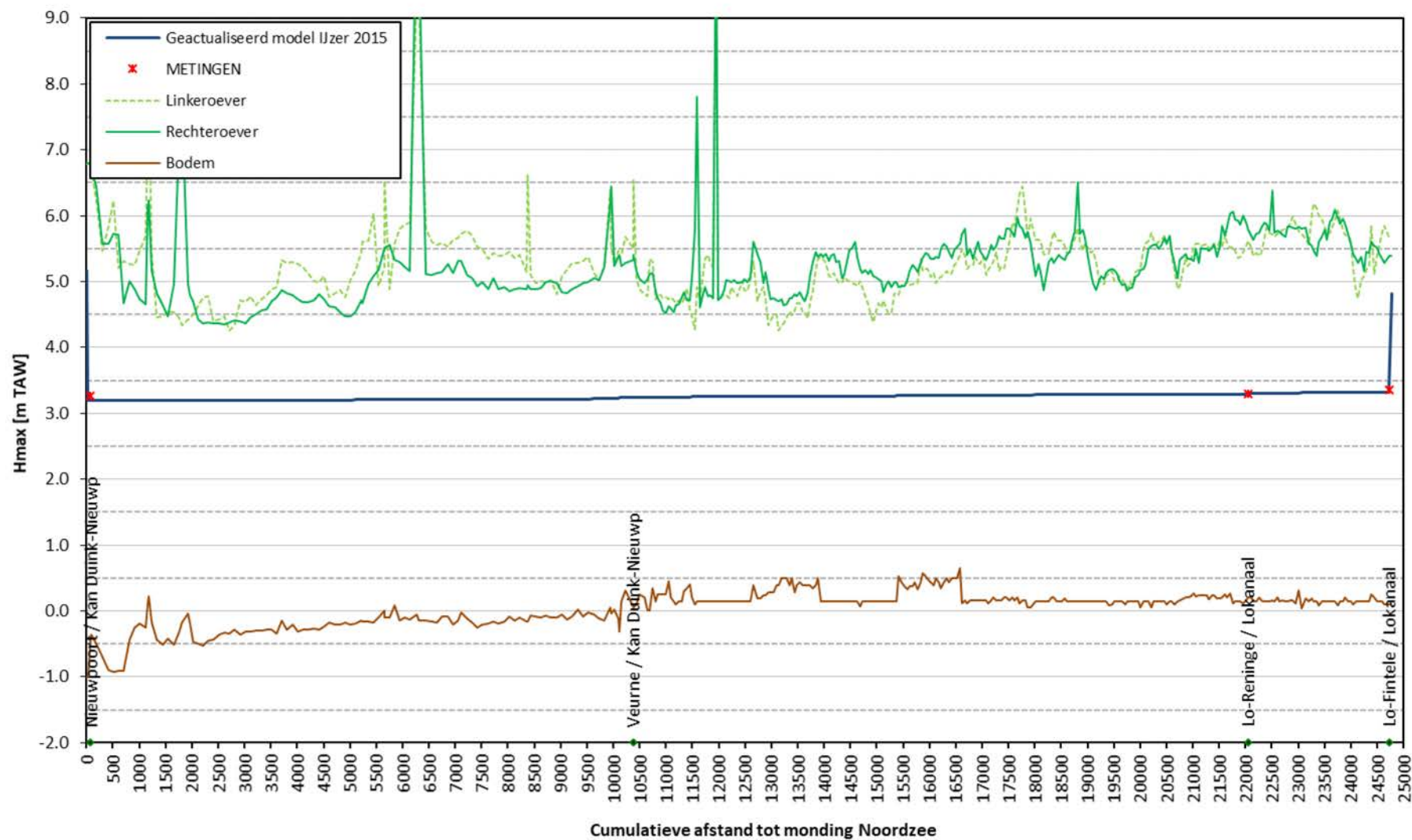
Figuur H 27 – Gesimuleerd (blauw) en gemeten (oranje) waterpeil – maart2012 – Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort te Nieuwpoort (chainage Kanaal_Duinkerke_Nieuwpoort 18574)

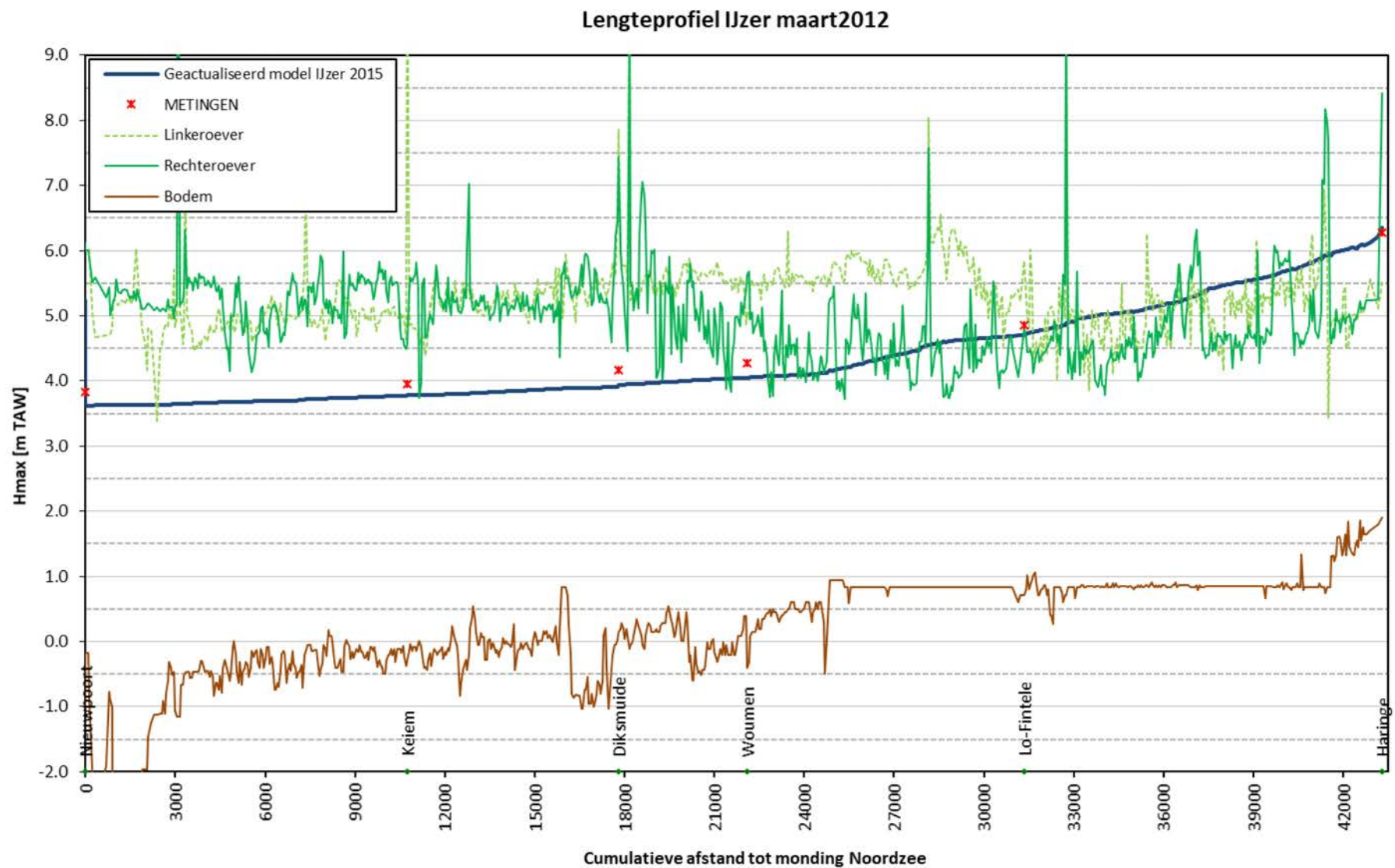


Bijlage I Lengteprofielen

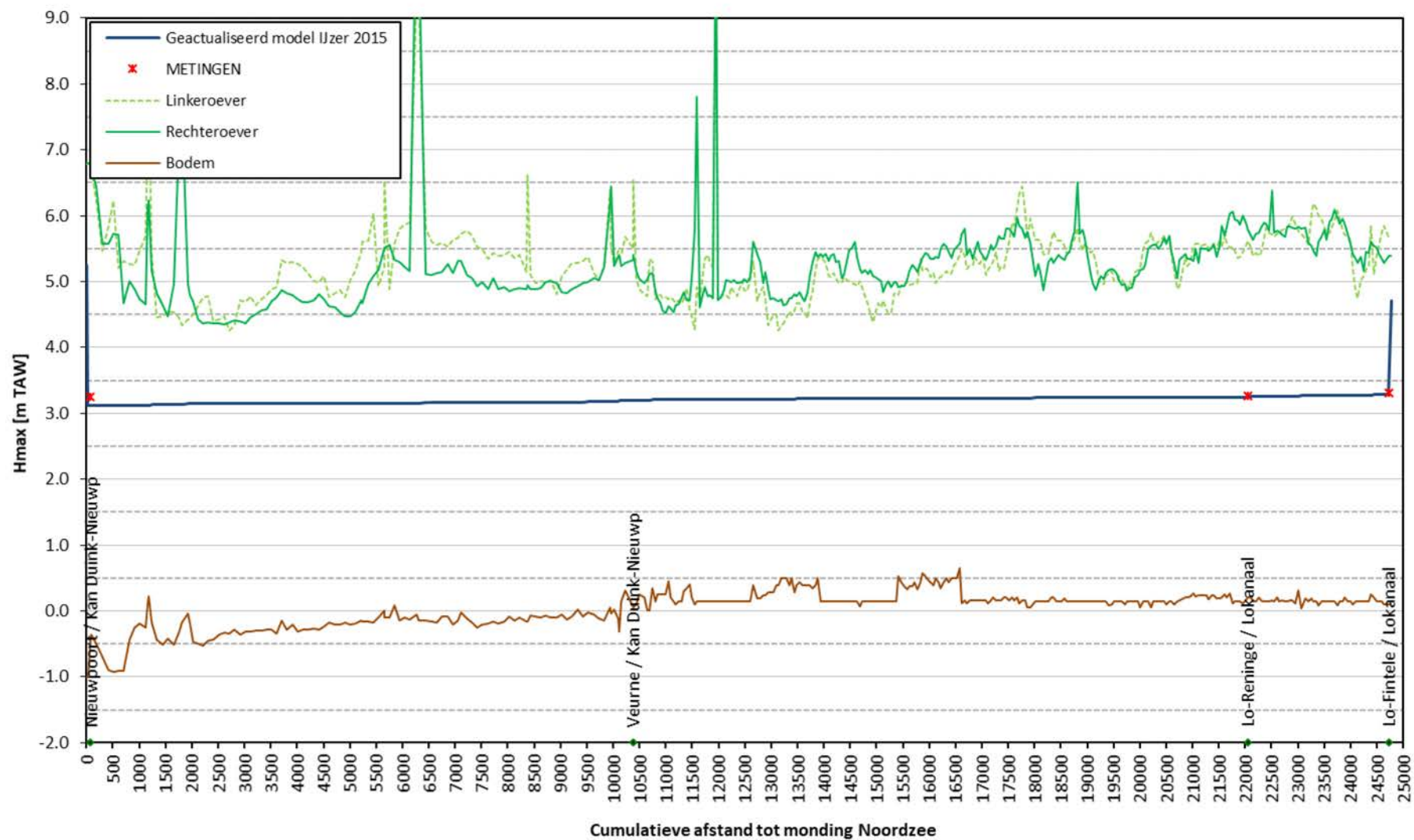


Lengteprofiel Lokanaal - Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort dec2009



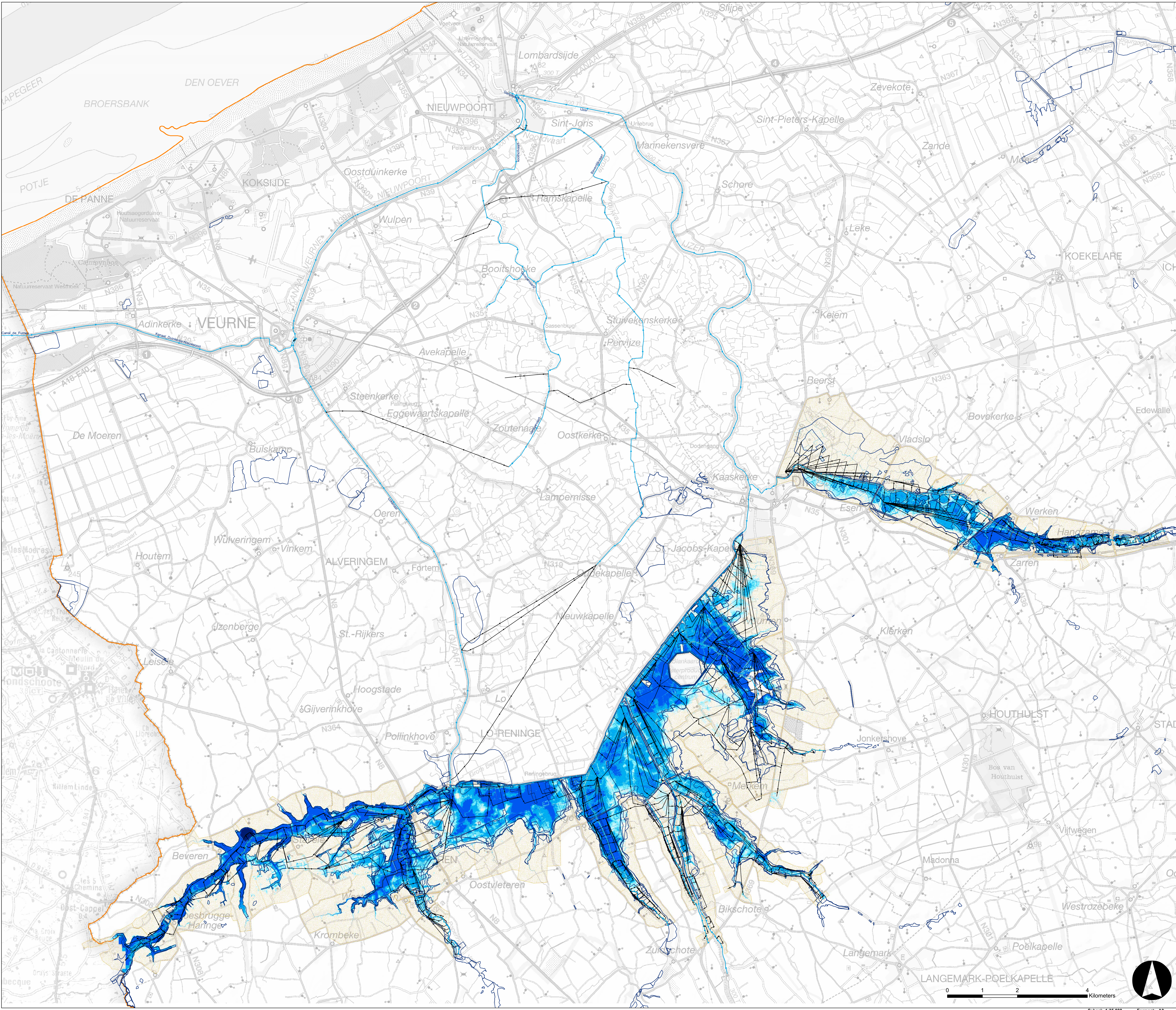


Lengteprofiel Lokanaal - Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort maart2012



Bijlage J Overstromingskaarten

Overstromingen december 2009



Legende

Waterloppennetwerk

- Riviertak
- Link channels

Maximum waterpeil -December 2009

- < 0.25 m
- 0.25 - 0.50 m
- 0.5 - 1 m
- 1 - 2 m
- > 2 m

Recent overstroomde gebieden

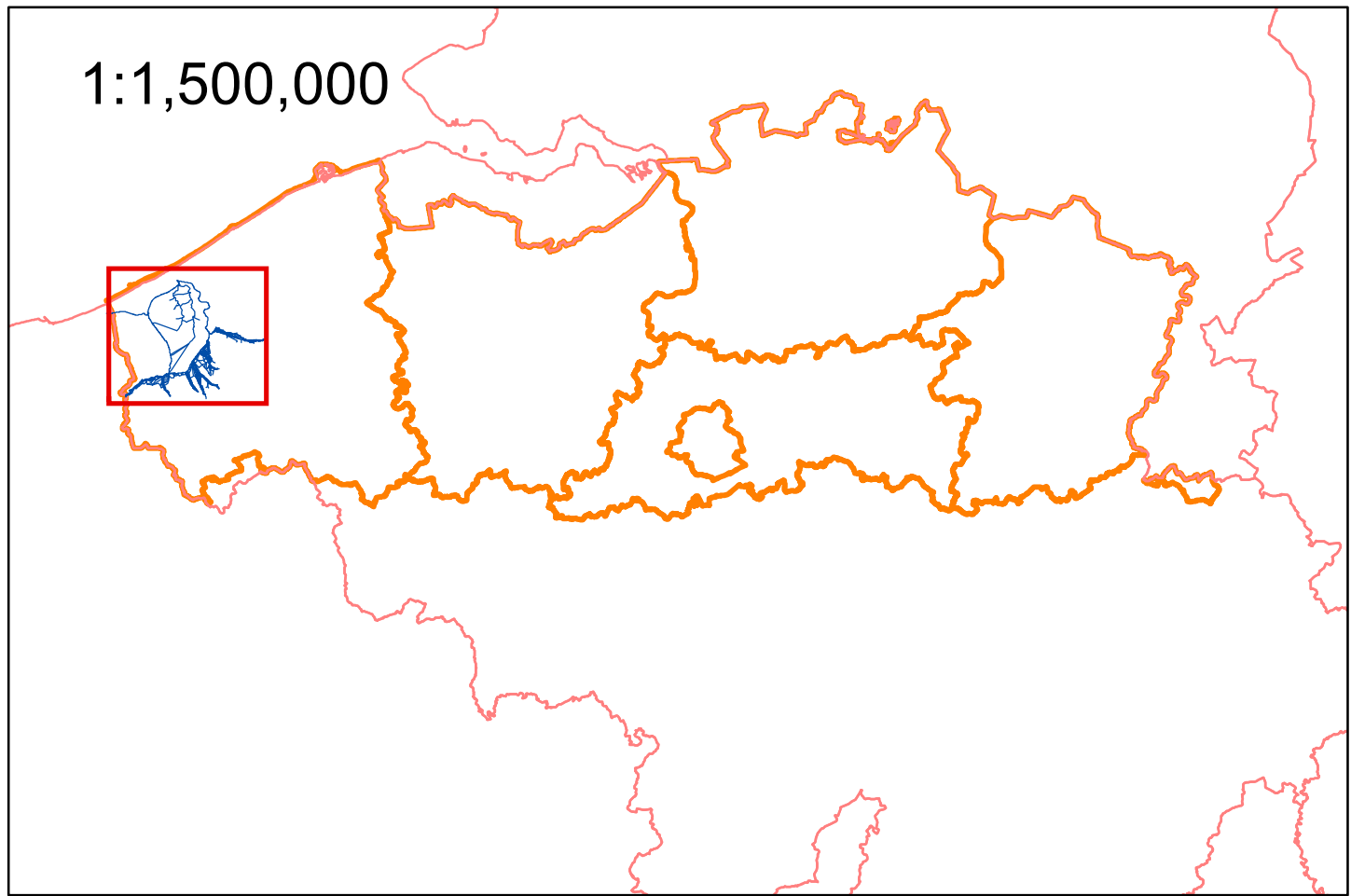
- ROG 2017

Gemodelleerde overstromingsgebieden

- Reservoir

Administratieve grenzen

- Provincie



Mike11 model
IJzer

Overstromingen december 2009
Overzicht

WL2016R14_106_IJzer
1:35,000

Waterbouwkundig
Laboratorium

Opdrachtgever
Waterbouwkundig Laboratorium
Borchmies 115
B-2140 Antwerpen
Tel: +32 3 224 60 35
Fax: +32 3 224 60 36

Datum
30/11/2018

Wijziging
20/08/2019

Revisie
00

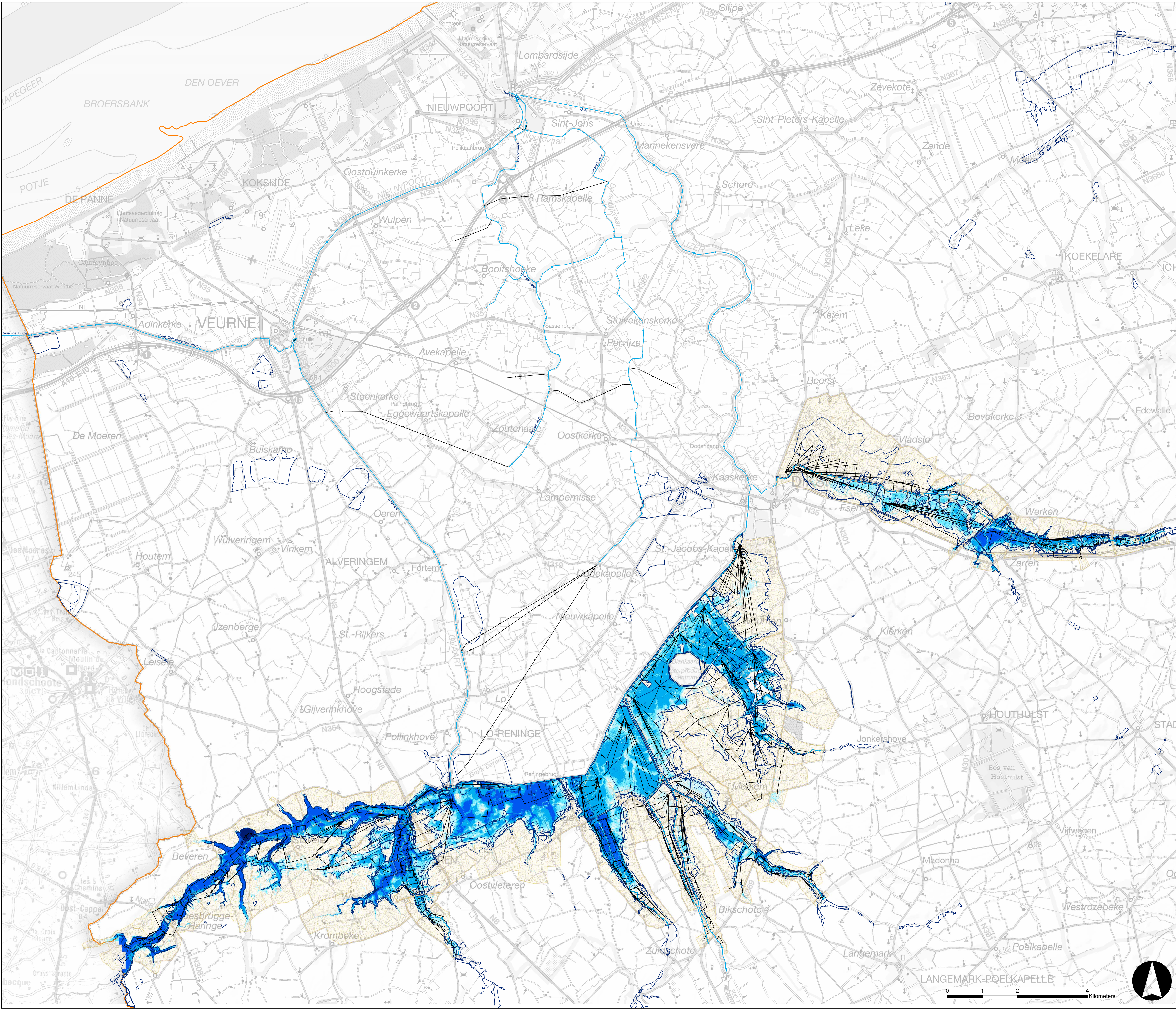
Bronnen: MOW
Grondplan: NGI 2008 1:100 000

Kenmerk: P:114_106-onderhoMIKE113_Uitvoering03_IJzer04_GIBKaarten/MXD/4224149091_Overstromingskaart_IJzer_A0.mxd

Schaal: 1:35,000

Formaat: A0

Overstromingen maart 2012



Legende

Waterloppennetwerk

- Riviertak
- Link channels

Maximum waterpeil - Maart 2012

- < 0.25 m
- 0.25 - 0.50 m
- 0.5 - 1 m
- 1 - 2 m
- > 2 m

Recent overstroomde gebieden

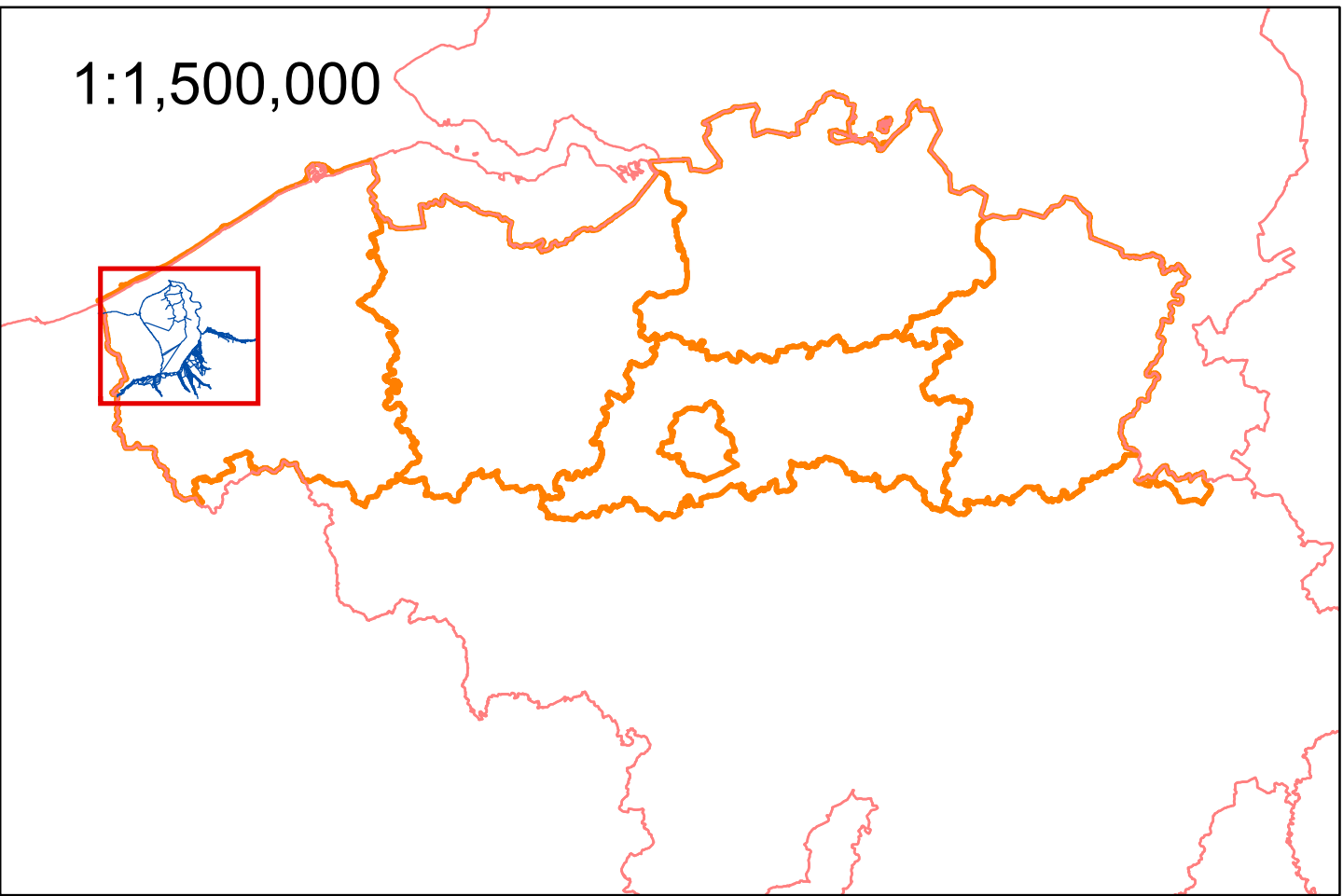
- ROG 2017

Gemodelleerde overstromingsgebieden

- Reservoir

Administratieve grenzen

- Provincie



**Mike11 model
IJzer**

**Overstromingen maart 2012
Overzicht**

WL2016R14_106_IJzer
1:35,000

Waterbouwkundig
Laboratorium

Opdrachtgever
Waterbouwkundig Laboratorium
Borchelmei 115
B-2140 Antwerpen
Tel.: +32 3 224 60 35
Fax: +32 3 224 60 36

Datum
30/11/2018

Wijziging
20/08/2019

Revisie
00

Bronnen: MOW
Grondplan: NGI 2008 1:100 000

Kenmerk: P:114_106-onderhoMIKE113_Uitvoering03_IJzer04_GIBKaarten/MXD4224149091_Overstromingskaart_IJzer_A0.mxd

DEPARTEMENT **MOBILITEIT & OPENBARE WERKEN**
Waterbouwkundig Laboratorium

Berchemlei 115, 2140 Antwerpen

T +32 (0)3 224 60 35

F +32 (0)3 224 60 36

waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be

www.waterbouwkundiglaboratorium.be