



departement
Mobiliteit en
Openbare Werken

Grensoverschrijdend overstromingsmodel van de Dender

UITBREIDING DENDERMODEL OPWAARTS DE GEWESTGRENS
EN IMPLEMENTATIE MARKE



12_039

WL Rapporten

Grensoverschrijdend overstromingsmodel van de Dender

Uitbreiding Dendermodel opwaarts de gewestgrens
en implementatie Marke

De Boeck, K.; Boey, I.; Pereira, F.; Verwaest, T.; Mostaert, F.

Oktober 2014

WL2014R12_039_4

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

De Boeck, K.; Boey, I.; Pereira, F.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2014). Grensoverschrijdend overstromingsmodel van de Dender: Uitbreiding Dendermodel opwaarts de gewestgrens en implementatie Marke. Versie 4.0. WL Rapporten, 12_039. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen, België.



Waterbouwkundig Laboratorium

Flanders Hydraulics Research

Berchemlei 115

B-2140 Antwerpen

Tel. +32 (0)3 224 60 35

Fax +32 (0)3 224 60 36

E-mail: waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be

www.waterbouwkundiglaboratorium.be

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welk andere wijze ook zonder voorafgaande toestemming van de uitgever.

Documentidentificatie

Titel:	Grensoverschrijdend overstromingsmodel van de Dender: Uitbreiding Dendermodel opwaarts de gewestgrens en implementatie Marke		
Opdrachtgever:	Waterbouwkundig Laboratorium	Ref.:	WL2014R12_039_4
Keywords (3-5):	Dender, Wallonië, Marke		
Tekst (p.):	33	Bijlagen (p.):	/
Vertrouwelijk:	☐ Ja ☒ Nee	Uitzondering: ☐ Opdrachtgever ☐ Intern ☐ Vlaamse overheid Vrijgegeven vanaf: Oktober 2014 ☒ Online beschikbaar	

Goedkeuring

Auteur	Revisor	Projectleider	Coördinator Studie & Advies	Afdelingshoofd
De Boeck, K. 	Boey, I. 	Pereira, F. 	Verwaest, T. 	Mostaert, F. 

Revisies

Nr.	Datum	Omschrijving	Auteur(s)
1.0	02/10/2014	Conceptversie	De Boeck, K.
2.0	17/10/2014	Inhoudelijke revisie	Boey, I.
3.0	20/10/2014	Revisie opdrachtgever	Pereira, F.
4.0	22/10/2014	Definitieve versie	De Boeck, K.; Pereira, F.

Abstract

Het bestaande model van de Dender is uitgebreid opwaarts de gewestgrens tot de stuwsuis te Bihée. Tevens is in dit model ook de Marke geïmplementeerd. De gebruikte gegevens zijn aangeleverd door de Service Public de Wallonie (SPW, Dender Wallonië) en de Vlaamse Milieu Maatschappij (Marke).

De hydrologische input van het model bestaat uit een herschaling van de meetreeksen van het wasevent van november 2010 voor de Dender in Wallonië, terwijl voor de Marke de resultaten van de PDM modellen uit InfoWorks RS voor dit event zijn gebruikt.

De voornaamste doelstelling bij de validatie van dit uitgebreide model, is het simuleren van een zo realistisch mogelijk debiet te Overboelare. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de beschikbare meting te Overboelare tijdens november 2010. Ter controle is ook een simulatie uitgevoerd, waarbij de randvoorwaarden van de steady state T100 simulatie met het 2D model - Wolf zijn gebruikt voor de 1D simulatie.

Inhoudstafel

Inhoudstafel	I
Lijst van de tabellen	II
Lijst van de figuren	III
1. Inleiding	1
2. Modelleren Dender tot Bilhée	2
2.1. Beschikbare gegevens	2
2.2. Randvoorwaarden	3
2.3. Hoofdwaterlopenmodel	7
2.4. Overstromingsgebieden	8
3. Modelleren Marke	9
3.1. Inleiding	9
3.2. Omzetting InfoWorks model naar Mike 11	9
3.2.1. Dwarsprofielen	9
3.2.2. Overstromingsgebieden	10
3.2.3. Randvoorwaarden	10
3.3. Resultaten	12
4. Koppeling	13
5. Validatie en verfijning van het model	14
5.1. Metingen	14
5.2. Afmetingen stuwsluizen en regeling	15
5.3. Aanpassingen in het uitgebreide model	16
5.3.1. Controle waterbalans	16
5.3.2. Herverdeling inputdebieten	19
5.3.3. Extra meting Ruisseau d'Ancre	19
6. Analyse resultaten ter hoogte van andere meetpunten	22
6.1. Debieten	22
6.2. Waterpeil	24
7. Validatie T100	26
7.1. Randvoorwaarden	26
7.2. Overstromingscontouren T100	27
8. Overstromingscontouren november 2010	30
9. Conclusies en aanbevelingen	31
10. Locaties	32
11. Referenties	33

Lijst van de tabellen

Tabel 1: Beschikbare metingen op het uitgebreide traject van de Dender voor november 2010	3
Tabel 2: Deelstroomgebieden in het Waals gedeelte van het Denderbekken en hun oppervlakte [ha]	6
Tabel 3: Opwaarts streefpeil en geïmplementeerde afmetingen voor de stuwsluizen op de Dender in Wallonië	8
Tabel 4: Standaardgeometrie link channels langs Waals deel van de Dender	8
Tabel 5: Opwaarts streefpeil en geïmplementeerde afmetingen voor de stuwen op de Marke	9
Tabel 6: Overzicht randvoorwaarden langs de Marke en haar zijlopen	11
Tabel 7: Meetlocatie te Overboelare	14
Tabel 8: Opwaarts streefpeil en geïmplementeerde afmetingen voor de stuwsluizen op de Dender in Wallonië	15
Tabel 9: Locaties waar de PDM invoerhydrogrammen in het Marke model zijn toegevoegd	17
Tabel 10: Gemodelleerde debieten voor 2D model ULG-Wolf	26
Tabel 11: Oppervlakten en debieten voor T100. In rood zijn de opgelegde randvoorwaarden van Wolf-ULG aangeduid	26

Lijst van de figuren

Figuur 1: Locatie stuwen en meetpunten op de Dender in Wallonië	2
Figuur 2: Printscreen van het Waalse Geoportaal http://geoapps.wallonie.be/inondations	3
Figuur 3: Beschikbare debietmetingen voor november 2010 ter hoogte van Bilhée, Lessines en Overboelare [m^3/s] (bron: SPW)	4
Figuur 4: Herschaling debieten	5
Figuur 5: Herschaling inputhydrogrammen voor de Dender te Wallonië	7
Figuur 6: Lengteprofiel van de Marke met maximaal peil [mTAW] tijdens de storm van november 2010, resultaten uit IWRS model (blauw) en Mike 11 model (rood)	12
Figuur 7: Debiet [m^3/s] te Overboelare voor november 2010: Gemeten (kruisjes), gesimuleerd met model Vlaanderen (blauw), gesimuleerd met model Vlaanderen-Wallonië-Marke enerzijds zonder schalingsfactor (groen), anderzijds met schalingsfactor (rood)	13
Figuur 8: Gemeten (volle lijn) en gecorrigeerd (stippellijn) debiet [m^3/s] te Overboelare voor november 2010. In blauw zijn de beschikbare ijkingsmetingen weergegeven.	14
Figuur 9: Extract uit logboek stuwstand Geraardsbergen november 2010	16
Figuur 10: Waterbalans voor het Waalse deel van de Dender	17
Figuur 11: Aanpassing inputhydrogrammen op basis van oppervlakten in het stroomdiagram.	19
Figuur 12: Gesimuleerd debiet (rode volle lijn) te Overboelare ten opzichte van de continue metingen en ijkingsmetingen	20
Figuur 13: Schema SPW deelstroomgebieden Dender Wallonië	21
Figuur 14: Gesimuleerd debiet (rode volle lijn) te Overboelare ten opzichte van de continue metingen en ijkingsmetingen	22
Figuur 15: Meting (rood) ten opzichte van gesimuleerd (blauw) debiet te Bilhee (opwaartse rand)	23
Figuur 16: Meting (rood) ten opzichte van gesimuleerd (blauw) debiet te Lessines	23
Figuur 17: Meting (rood) ten opzichte van gesimuleerd peil (blauw) te Viane en ten opzichte van simulatieresultaat uit het InfoWorks model (groen)	24
Figuur 18: Meting (rood) ten opzichte van gesimuleerd peil (blauw) te Papignies	25
Figuur 19: Meting (rood) ten opzichte van gesimuleerd peil (blauw) te Lessines	25
Figuur 21: Overstromingscontouren Mike 11 model T100	28
Figuur 22: Overstromingscontouren Wolf ULG model T100	29
Figuur 20: Overstromingscontouren Mike 11 model november 2010 tov helicopter beelden en IWRS resultaat	30

1. Inleiding

Er wordt vertrokken van het model bestaande toestand van de Dender in Vlaanderen. Dit betreft het model 12_039_S0_2012, dat werd geüpdatet in kader van de uitgevoerde modelleringen voor de MER Aalst en Geraardsbergen (De Boeck et al., 2013).

In de loop van 2013 zijn in dit model bestaande toestand nog enkele kleine aanpassingen gebeurd, die beschreven zijn in de levende nota 'Update Dendermodel' onder WL-project 12_039. De laatste versie van het model bestaande toestand is opgeslagen als model 12_039_S0_2013C in de map P:\12_039-sim_os_dender\3_Uitvoering\01_M11\12_039_S0_2013C.

Dit model bestaande toestand wordt uitgebreid naar opwaarts toe. De uitbreiding betreft enerzijds de bijkomende modellering van de Dender in Wallonië, tot de stuwsluis te Bilhée, en anderzijds de modellering van de Marke, welke de grootste zijwaterloop van de Dender is.

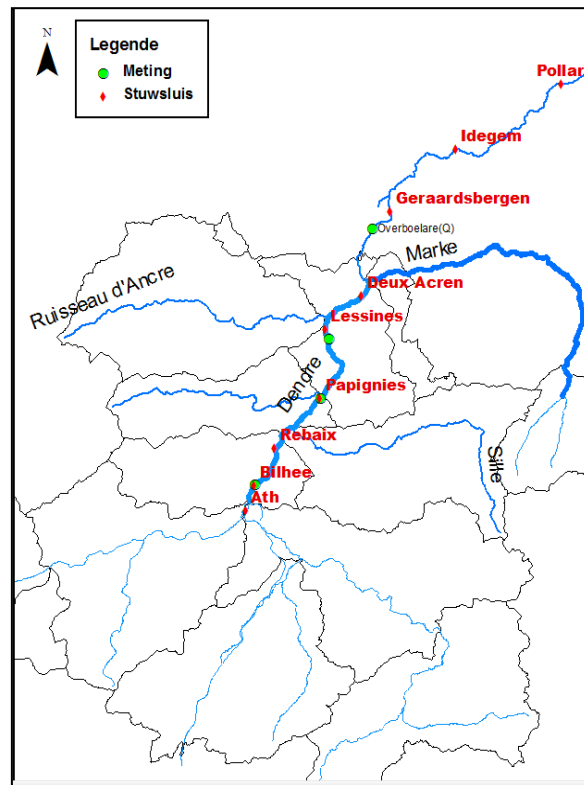
Na uitbreiding van het model, zijn nog een aantal verbeteringen uitgevoerd ter validatie van het uitgebreide Dendermodel. Deze validatie is enkel uitgevoerd voor de historische storm van november 2010. Voor deze storm zijn namelijk meetreeksen beschikbaar op de Dender te Wallonië, die gebruikt worden voor het definiëren van de inputs in het deel van de Dender opwaarts de gewestgrens.

Hieronder wordt beschreven welke gegevens gebruikt zijn en hoe de uitbreiding is uitgevoerd. Daarna wordt een samenvatting gegeven van de validatie van de resultaten van het model. Vervolgens wordt beschreven welke aanpassingen aan het model zijn gebeurd. Tot slot worden de resultaten gerapporteerd en zijn conclusies en aanbevelingen geformuleerd.

Bij wijze van controle is tevens het event doorgerekend, met als input de debieten uit de steady state simulatie met het 2D model van SPW. Hierbij wordt nagegaan of de gemodelleerde overstromingen met de resultaten van het 2D model overeenstemmen. De conclusies hiervan zijn in de laatste paragraaf samengevat.

2. Modelling Dender tot Bilhée

In een eerste fase is de Dender gemodelleerd opwaarts de taalgrens vanaf Bilhée (zie Figuur 1). Hiervoor is gebruik gemaakt van de gegevens die beschikbaar zijn gesteld door de Service Public de Wallonië (SPW). De modellering begint afwaarts de stuwsluis te Bilhée, waar een debietmeetreeks beschikbaar is. Op het traject van de Dender te Wallonië zijn nog 4 stuwsluizen aanwezig, met name deze van Rebaix, Papignies, Lessines en Deux-Acres.



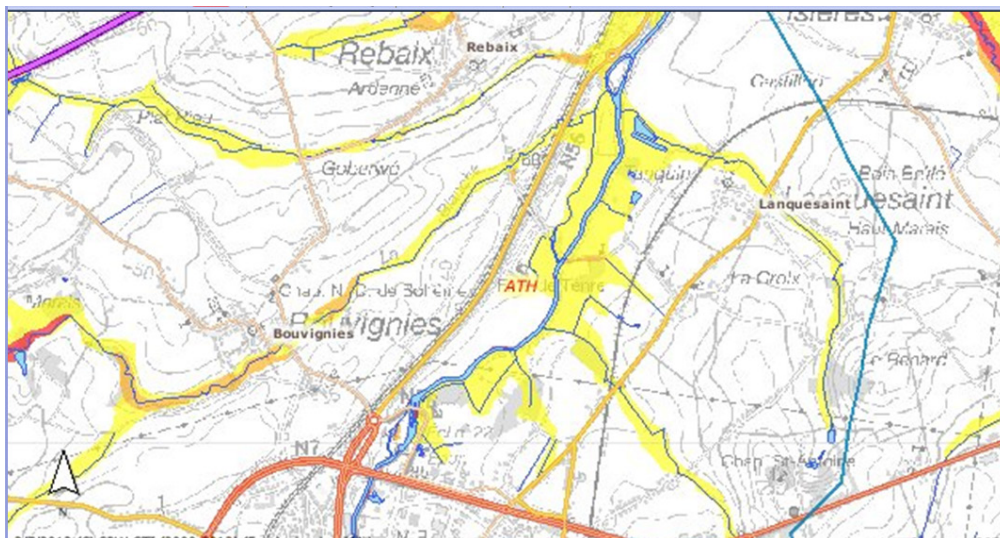
Figuur 1: Locatie stuwen en meetpunten op de Dender in Wallonië

2.1. Beschikbare gegevens

Voor de modellering van de Dender in Wallonië, zijn volgende gegevens beschikbaar gemaakt:

1. Digitaal hoogte model 4mx4m voor het te modelleren gebied, afkomstig uit het 2D model van de Universiteit van Luik (aangeleverd door SPW)
2. Bathymetrische gegevens voor de bedding Dendre vanaf Deux-Acres tot Overboelare (resolutie 50 cm) (aangeleverd door SPW) (P:\12_039-sim_os_dender\2_Input_gegevens\06_uit_SPW\dhm)
3. Gemeten debieten (aangeleverd door SPW) voor november 2010 ter hoogte van
 - Lessines
 - Bilhée afwaarts de stuwsluis
4. Gemeten waterstanden (aangeleverd door SPW) voor november 210 ter hoogte van
 - Lessines
 - Papignies
5. Overstromingsrisicogebieden

Om een idee te krijgen van potentiële overstromingsgebieden in Wallonië, is een beroep gedaan op het Waalse geoportaal <http://geoapps.wallonie.be/inondations>



Figuur 2: Printscren van het Waalse Geoportaal <http://geoapps.wallonie.be/inondations>

De verkregen gegevens zijn allen opgeslagen in de map
[P:\12_039-sim_os_dender\2_Input gegevens\06_uit SPW.](#)

2.2. Randvoorwaarden

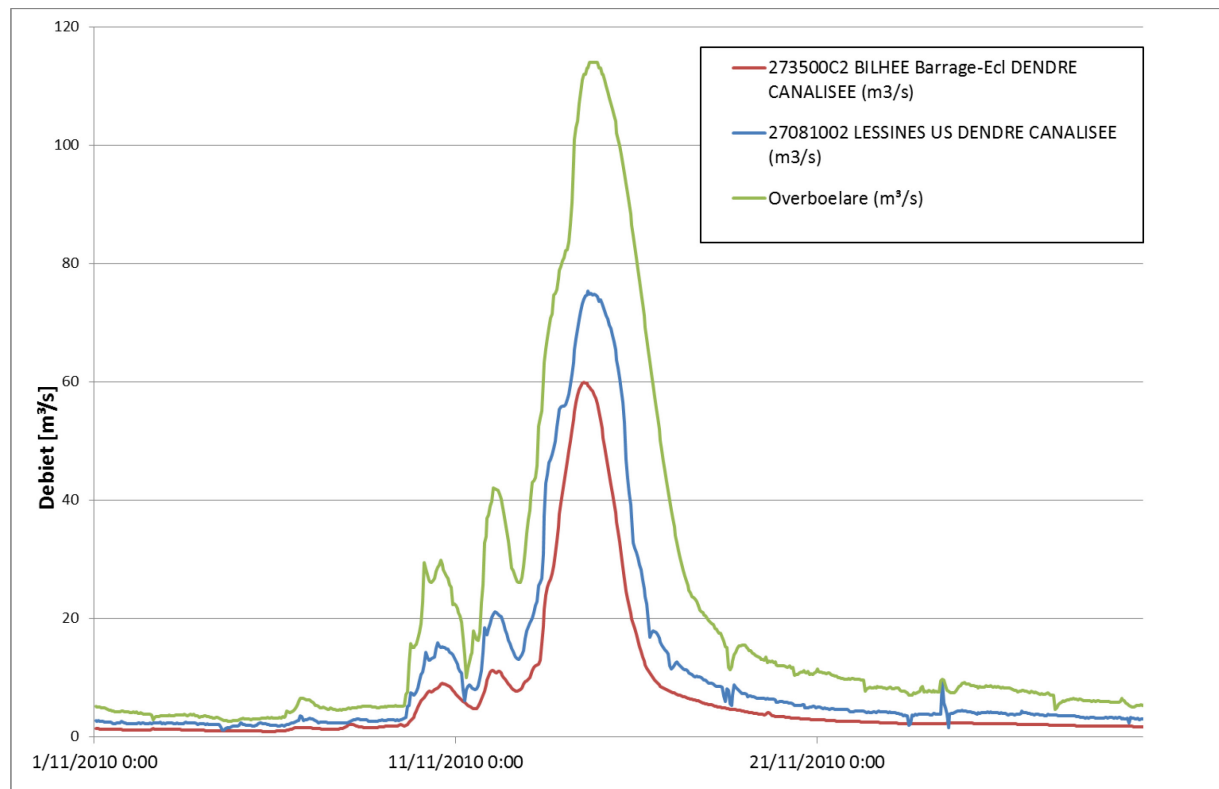
Tabel 1 geeft de locaties weer waarvoor door SPW metingen beschikbaar gesteld werden voor de historische storm van november 2010. Op basis van deze metingen wordt de hydrologische input verdeeld over het uitgebreide traject van de Dender.

Tabel 1: Beschikbare metingen op het uitgebreide traject van de Dender voor november 2010

Parameter	Locatie	Station	X	Y	Waterloop	M11 chainage	opmerking
Debiet	Lessines US Dendre Canalisee	27081002	112340	155075	Dendre	9400	Ultrasoon, thv spoorweg
Debiet	Bilhee Barrage-Ecl Dendre Canalisee	273500C2	108330	148146	Dendre	0	Opwaartse rand
Waterpeil	Lessines Bief Amont Dendre Canalisee	27071011	112292	155737	Dendre	Sluis 46	sluisarm
Waterpeil	Lessines US Dendre Canalisee	27081041	112340	155075	Dendre	9400	Ultrasoon, thv spoorweg
Waterpeil	Papignies Bief Aval Dendre Canalisee	2731011	111848	155737	Dendre	6300	

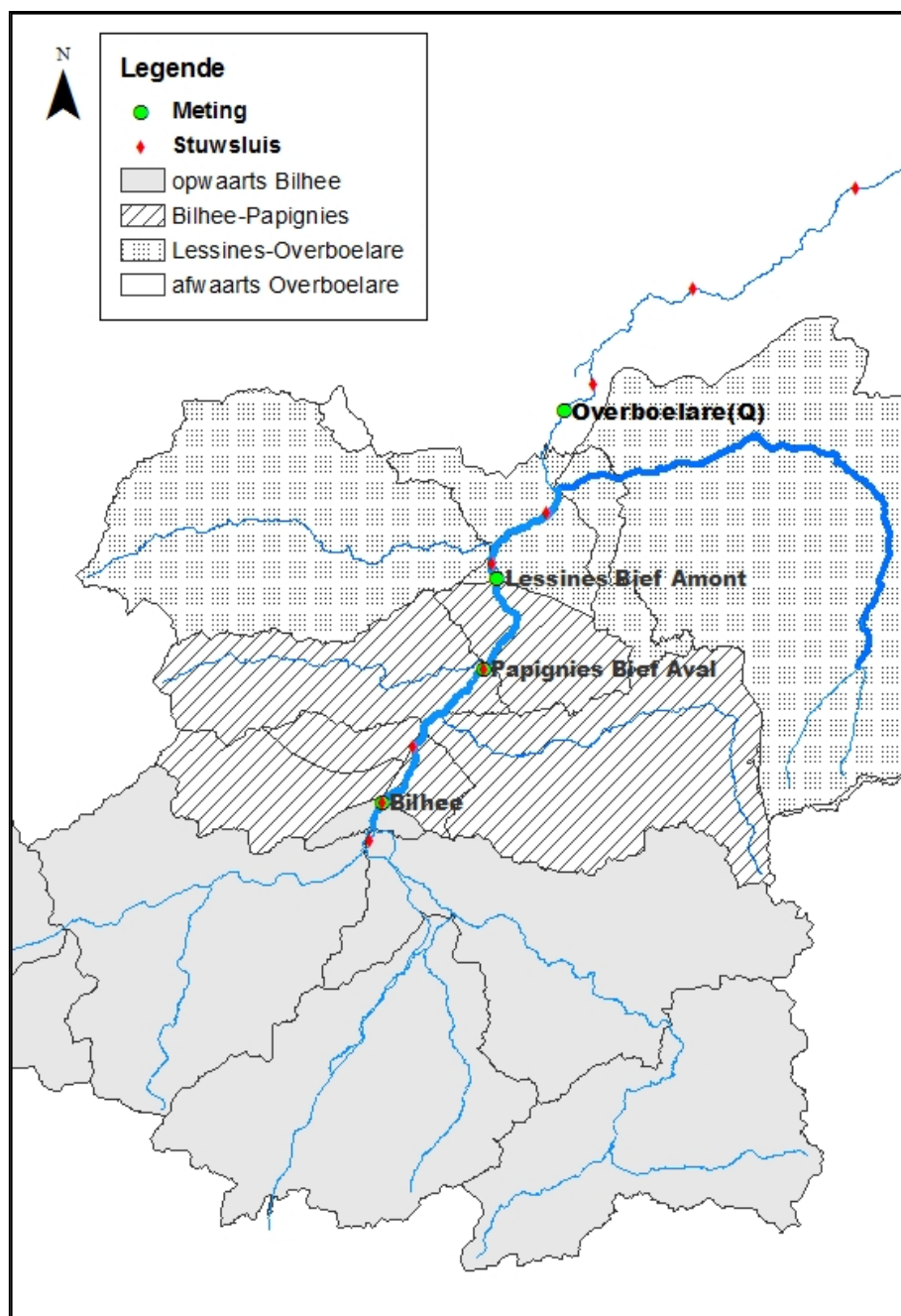
Figuur 3 toont deze aangeleverde gemeten debieten voor november 2010 te Bilhée, Lessines en Overboelare. Deze beschikbare meetreeksen 2010 worden herschaald op basis van oppervlakte, naar input tijdreeksen voor het model:

- Debiet te Bilhée
- Debiet te Lessines
- Debiet te Overboelare



Figuur 3: Beschikbare debietmetingen voor november 2010 ter hoogte van Bilhée, Lessines en Overboelare [m^3/s] (bron: SPW)

Figuur 4 toont de deelstroomgebieden in het gemodelleerde gebied. De deelstromen tussen Bilhée en Lessines worden herschaald op basis van het debiet te Bilhée, terwijl deelstromen tussen Lessines en Overboelare herschaald worden op basis van het debiet van Lessines. Tabel 6 geeft een overzicht van de verschillende gebieden met hun oppervlakte [ha].

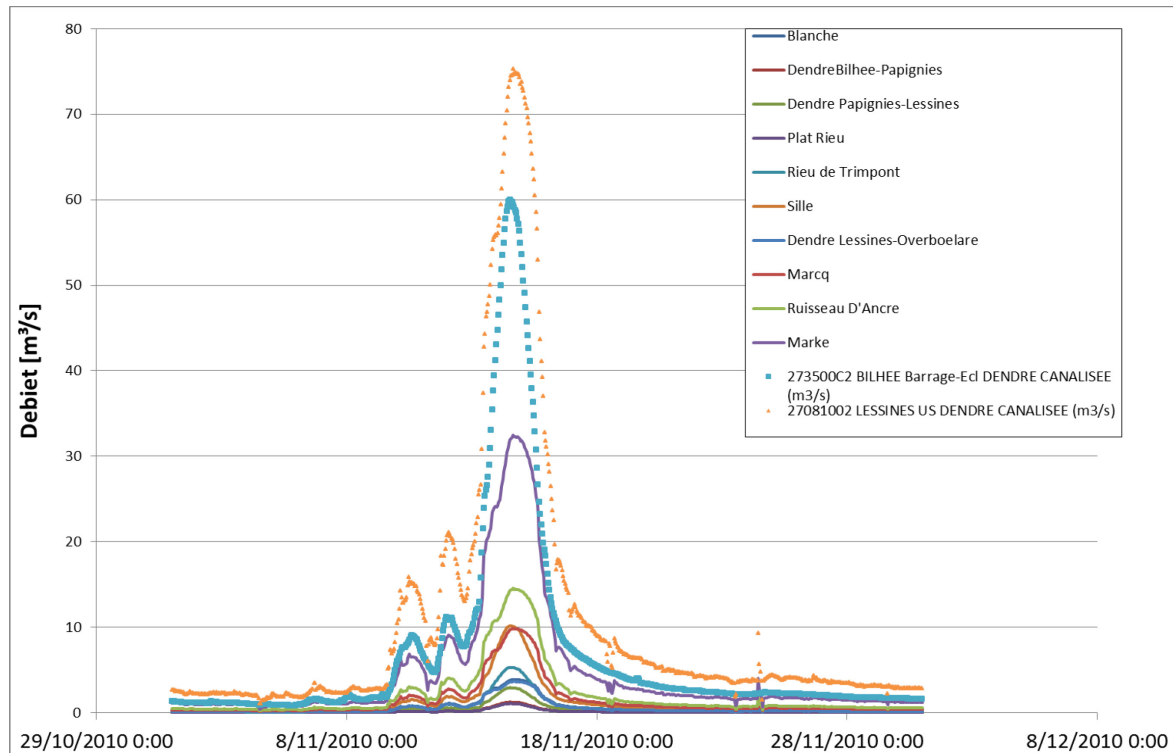


Figuur 4: Herschaling debieten

Tabel 2: Deelstroomgebieden in het Waals gedeelte van het Denderbekken en hun oppervlakte [ha]

DSG	ZONE	ha
Dendre_amont_Bilhée	Opwaarts Bilhée	6791.36
Dendre_amont_Bilhée	Opwaarts Bilhée	4146.67
Dendre_amont_Bilhée	Opwaarts Bilhée	8006.72
Dendre_amont_Bilhée	Opwaarts Bilhée	1251.18
Dendre_amont_Bilhée	Opwaarts Bilhée	7713.68
Dendre_amont_Bilhée	Opwaarts Bilhée	8140.35
Dendre_amont_Bilhée	Opwaarts Bilhée	332.02
Blanche	tussen Bilhée en Lessines	1970.69
Dendre Bilhée-Papignies	tussen Bilhée en Lessines	797.19
Dendre Papignies-Lessines	tussen Bilhée en Lessines	1874.17
Plat Rieu	tussen Bilhée en Lessines	684.28
Rieu de Timpont	tussen Bilhée en Lessines	3397.30
Sille	tussen Bilhée en Lessines	6511.88
Dendre_Lessines-Overboelare	tussen Lessines en Overboelare	1961.53
Marcq	tussen Lessines en Overboelare	5276.18
Ruisseau D'Ancre	tussen Lessines en Overboelare	7781.55
Marke	tussen Lessines en Overboelare	17390.88

Figuur 5 toont de herschaalde debieten in functie van de tijd voor november 2010.



Figuur 5: Herschaling inputhydrogrammen voor de Dender te Wallonië

2.3. Hoofdwaterlopenmodel

Het Dendermodel wordt naar opwaarts uitgebreid tot Bilhée. Ter hoogte van de stuwsuis te Bilhée is namelijk de debietmeetreeks beschikbaar gesteld door SPW (zie vorige paragraaf). Gezien de beschikbare debietmeetreeks afwaarts de stuwsuis te Bilhée gemeten is, wordt dit kunstwerk niet opgenomen in het model.

De **dwarsprofielen** voor de hoofdwaterlopen zijn geëxtraheerd uit het aangeleverde DHM. De profielen vanaf Deux Acren tot de monding van de Marke, zijn verfijnd op basis van de extra bathymetrische gegevens.

Volgende **kunstwerken** zijn op het gemodelleerde traject aanwezig

- Sluis + stuw Rebaix
- Sluis + stuw Papignies
- Sluis + stuw Lessines
- Sluis + stuw Deux Acren

De regeling van de stuwen wordt geïmplementeerd als een regeling op opwaarts peil, waar de stuw plat gaat als het opwaarts streefpeil wordt overschreden, en omhoog gaat wanneer het opwaarts peil te laag is. Het betreft allen stuwsuizen, waarbij het peil opwaarts geregeld wordt door 2 stuwen, en scheepvaart gegarandeerd wordt door de sluizen. Te Rebaix en Lessines zijn beide stuwen op de Dender gelegen en ligt de sluis in een aparte stuwarm. De stuwsuizen te Papignies en Deux Acren bestaan uit 1 stuw en 1 sluis op de Dender, en 1 stuw op een aparte stuwarm.

Tabel 8 geeft een overzicht van de geïmplementeerde afmetingen voor de stuwsuizen. Deze informatie is afkomstig van beschikbaar kaartmateriaal en Google Earth.

Tabel 3: Opwaarts streefpeil en geïmplementeerde afmetingen voor de stuwsluizen op de Dender in Wallonië

	Streefpeil opwaarts (mTAW)	Stuw(google earth)	Sluisbreedte (kaart)
Ath	45.89		
Bilhee	28.65	2*6	5.23
Rebaix	26.44	2*6	5.2
Papignies	23.65	2*6	5.2
Lessines	21.15	2*8	5.25
Deux Acren	19	2*6	5.23
Geraardsbergen	16.85		5.2

2.4. Overstromingsgebieden

De overstromingsgebieden langs het gemodelleerde traject van de Dender in Wallonië zijn geïmplementeerd als parallelle takken. De geometrie is uit het beschikbare DHM geëxtraheerd. Overstroming wordt mogelijk gemaakt via *Link Channels*, waarbij een standaardgeometrie wordt geïmplementeerd (Tabel 4). Per tak wordt leegloop mogelijk gemaakt door implementatie van een *culvert* met standaard geometrie van 1mx1m.

Tabel 4: Standaardgeometrie link channels langs Waals deel van de Dender

Depth [m]	Width [m]
0	0
0.25	20
2	20

Ook langs het traject van de Dender net opwaarts de taalgrens, afwaarts de monding van de Marke, zijn overstromingsgebieden ingetekend. Dit deel van de Dender was al geïmplementeerd in het oorspronkelijk 'Vlaams' model bestaande toestand, maar zonder overstromingsgebieden.

3. Modelling Marke

3.1. Inleiding

Het model van de Marke is beschikbaar gesteld door VMM. Het betreft het Infoworks RS (IWRS) model, doorgerekend voor de storm van november 2010.

3.2. Omzetting InfoWorks model naar Mike 11

3.2.1. Dwarsprofielen

Er is een tool ontwikkeld die toelaat de geometrie van de dwarsprofielen uit InfoWorks RS om te zetten naar een tekstbestand dat kan ingeladen worden in Mike 11. Met behulp van deze tool zijn alle dwarsprofielen uit het InfoWorks model van de Marke omgezet naar Mike 11. Daarna zijn nog volgende postprocessing bewerkingen uitgevoerd:

- Dwarsprofielen die minder dan 5 m van elkaar verwijderd zijn, zijn verwijderd in Mike 11.
- De *chainages* van de gemodelleerde dwarsprofielen afgerond en aangepast tot even waarden.
- Het radius type is voor alle inline profielen 'total area hydraulic radius'

De ruwheid van de dwarsprofielen wordt overgenomen uit het IWRS model. Dit komt overeen met een *manning* coëfficiënt van 0.04 in de waterloop zelf, en 0.1 op de oevers. In het meest afwaartse deel van de Marke, op Waals grondgebied (vanaf dwarsprofiel MARCQ8) bedraagt de manningwaarde in het IWRS model ook in de waterloop zelf 0.1, deze waarde wordt ook overgenomen in de Mike 11 dwarsprofielen. In het Mike 11 model is de manning waarde opgenomen in de HD-file, en wordt in de XNS-file een *relative resistance number* geïmplementeerd om deze waarde te variëren over en binnen de verschillende dwarsprofielen.

De geometrie van de stuwen wordt overgenomen uit het IWRS model. De regeling van de stuwen wordt geïmplementeerd als een regeling op opwaarts peil, waar de stuw plat gaat als het opwaarts streefpeil wordt overschreden, en omhoog gaat wanneer het opwaarts peil te laag is. Voor de klep die de vulling van de GOG te Herne mogelijk maakt, wordt de regeling als volgt geïmplementeerd:

- Als het peil afwaarts de klep kleiner is dan 35.62 mTAW of het peil opwaarts de klep groter of gelijk aan 38.3 mTAW gaat de klep plat.
- Als het peil afwaarts de klep groter is dan 35.8mTAW of het peil opwaarts de klep kleiner dan 38.3 mTAW , gaat klep omhoog om opwaarts peil te laten stijgen

Tabel 5 geeft een overzicht van de geïmplementeerde afmetingen en streefpeilen van de stuwen op de Marke.

Tabel 5: Opwaarts streefpeil en geïmplementeerde afmetingen voor de stuwen op de Marke

Kunstwerk IWRS	Naam	Streefpeil	Crest level	Mike 11 locatie
Gated weir	Klep GOG Herne	33.75	33.75	MARKE 1542
Vertical Sluice	Manuele schuif inlaat vispas	open	22.7	niet
Gated weir	stuw 10 Wadmolen	37.65	36.65	MARKE 406
Gated weir	stuw 9 Van Nerommolen	35.1	34.35	MARKE 1716

Kunstwerk IWRS	Naam	Streefpeil	Crest level	Mike 11 locatie
Gated weir	stuw1 Viane	18.65	16.54	MARKE 17154
Gated weir	stuw2 Mertensmolen	21.35	19	OML 34
Gated weir	stuw3 St Paulus	22.2	21.1	MARKE 12754
Gated weir	stuw4 Driscaertmolen	23.515	22.11	MARKE 11286
Gated weir	stuw5 Eetveltmolen	25.45	24.3	MARKE 9732
Gated weir	stuw6 Wielandmolen	27.5	26.2	MARKE 6888
Gated weir	stuw7 Boesmolen	29.55	28.4	MARKE 5074
Gated weir	stuw8 Lo Molen	31.45	30.15	MARKE 3840

Er dient te worden opgemerkt, dat behalve onderstaande stuwen, geen andere structuren zijn opgenomen in de Marke. Gezien het buiten de doelstellingen van dit uitgebreide model valt, zijn dus niet alle bruggen, duikers etc. in het Mike 11 model geïmplementeerd.

3.2.2. Overstromingsgebieden

In het InfoWorks model worden overstromingsgebieden in het Marke model op bepaalde locaties gemodelleerd met behulp van verlengde dwarsprofielen en op andere locaties als reservoirs (bij aanwezigheid van een dijk).

De aanwezige verlengde dwarsprofielen uit het InfoWorks model zijn integraal geconverteerd naar dwarsprofielen in het Mike 11 model. Deze verlengde dwarsprofielen, hebben een hogere ruwheid in de vallei dan in het *inbank* gedeelte. Om dit automatisch te implementeren in de Mike 11 profielen, is voor alle dwarsprofielen afkomstig uit het Markemodel gebruik gemaakt van de optie '*high flow/ low flow zones*'.

Op locaties waar in het InfoWorks model *storage areas* gemodelleerd zijn, worden in het Mike 11 model overstromingsgebieden gemodelleerd. De dwarsprofielen voor deze overstromingsgebieden worden geëxtraheerd uit het DHM. De geometrie van de belangrijkste dijken of *link channels* wordt overgenomen uit het InfoWorks model. Op basis van de hoogtes uit InfoWorks wordt voor elk van deze dijken de *level-width* relatie afgeleid. Dijken tussen de verschillende overstromingsgebieden worden in Mike 11 als *weir* geïmplementeerd. Daarenboven wordt voor elk overstromingsgebied in het Mike 11 model ook een leegloopconstructie geïmplementeerd onder vorm van een *culvert* met standaardgeometrie van 1m x 1m.

3.2.3. Randvoorwaarden

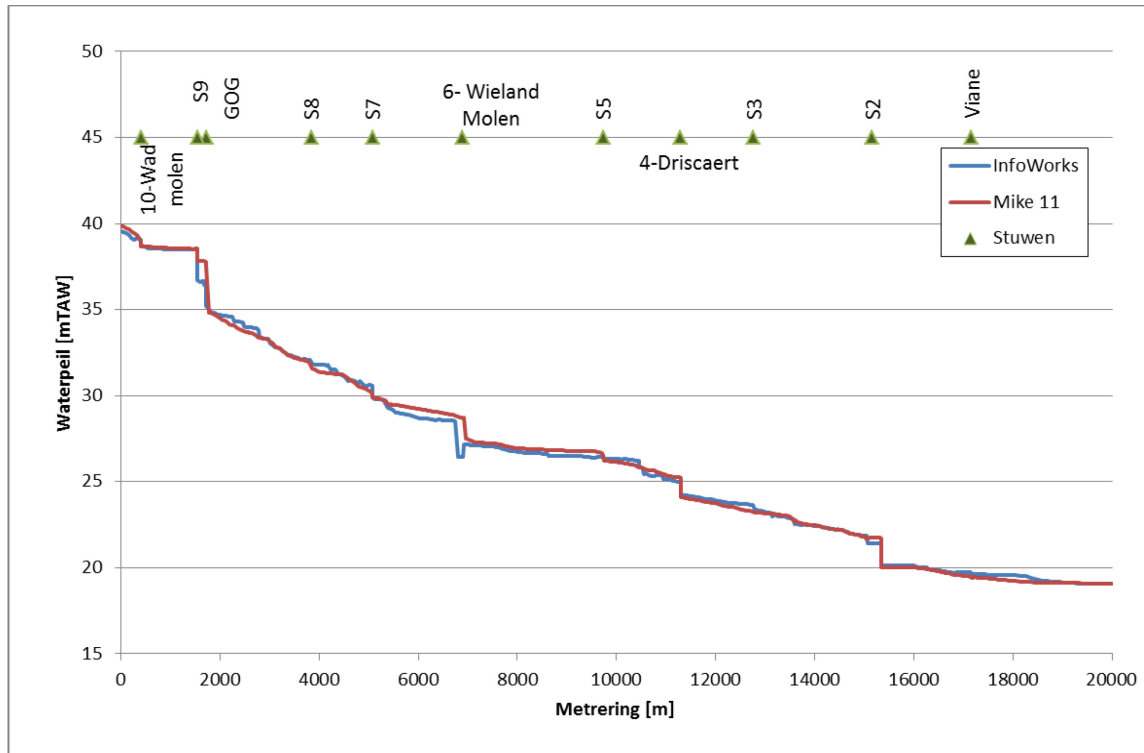
De PDM tijdreeksen zijn vertaald naar een dfs0 bestand om als input te dienen voor de Marke en haar zijrivieren. Tabel 6 geeft een overzicht van de *inflows* die zijn toegekend aan de Marke en haar zijlopen. In deze tabel zijn ook de overeenkomstige *PDM boundary names* toegevoegd.

Tabel 6: Overzicht randvoorwaarden langs de Marke en haar zijlopen

Boundary description	Branch Name	Chainage	PDM boundary name
Open	MARKE	0	MARopw
Open	BEVBK	0	BEVopw
Point Source	MARKE	12108	MARgalm
Open	HARBK	0	MARharbk
Open	HEMBK	0	MARhembk
Point Source	MARKE	5496	MARherne
Point Source	MARKE	6974	MARhiele
Open	HOLBK	0	MARholbk
Point Source	MARKE	8782	MARpiep
Open	SCHBK	0	MARschbk
Point Source	WIJN	318	MARwyzaf
Open	WIJN	0	MARwyzop
Point Source	MARKE	2804	afw_spoorweg
Point Source	MARKE	2580	afw_steenweg
Point Source	MARKE	4666	centrum
Point Source	MARKE	1750	opw_steenweg
Point Source	MARKE	2242	QT_Honscallebeek
Point Source	MARKE	4278	QT_Waterloop
Point Source	MARKE Source	18264	MARWall

3.3. Resultaten

Figuur 6 toont het lengteprofiel van de Marke met gesimuleerde maximale waterpeilen voor de storm van november 2010. De InfoWorks resultaten zijn weergegeven in blauw, de resultaten van het MIKE 11 model in rood. Ook de locatie van de stuwen is op deze figuren weergegeven. Het is duidelijk dat de IWRS peilen worden benaderd voor deze simulatie.



Figuur 6: Lengteprofiel van de Marke met maximaal peil [mTAW] tijdens de storm van november 2010, resultaten uit IWRS model (blauw) en Mike 11 model (rood)

4. Koppeling

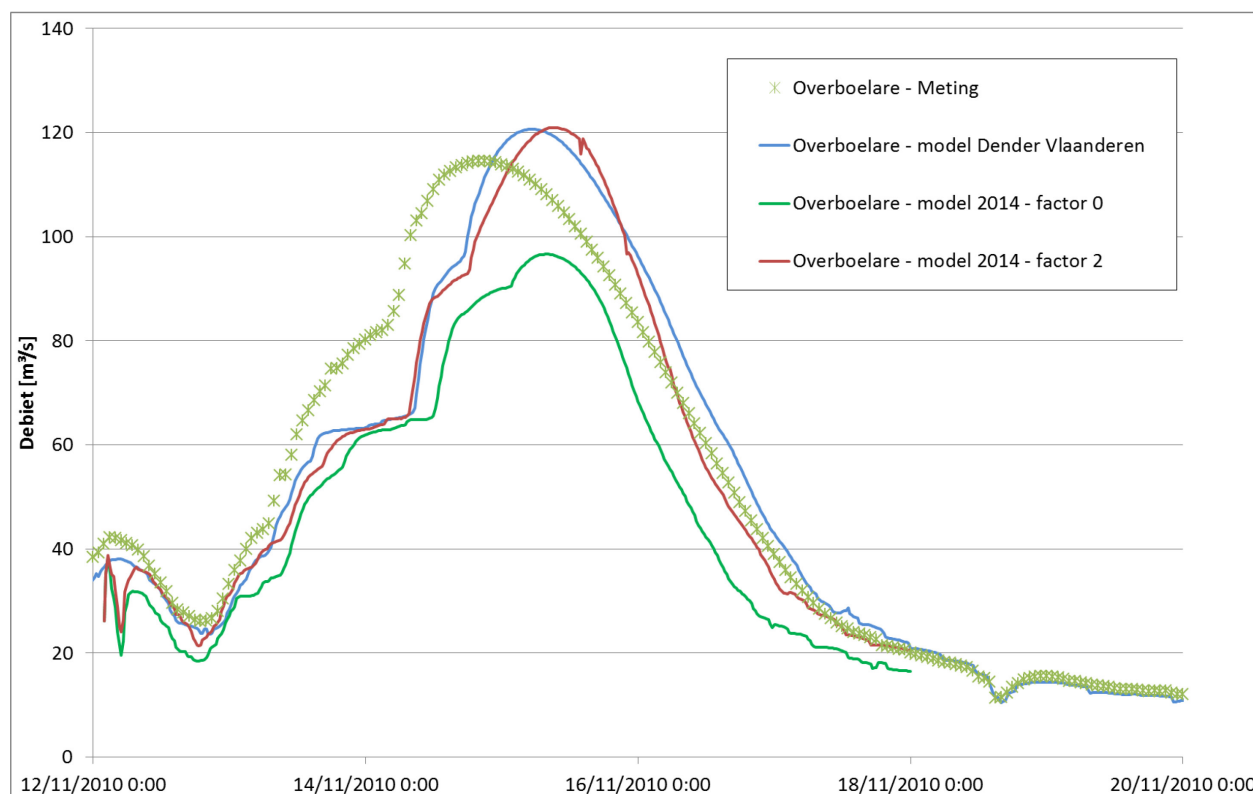
In een laatste fase worden het opwaarts traject van de Dender te Wallonië en de Marke gekoppeld aan het bestaande Dendermodel. Dit gebeurt met behulp van de tool pfsmerge.exe van DHI.

In een eerste fase is de Dender te Wallonië gekoppeld aan het bestaande model van de Dender.

Figuur 7 toont de debieten te Overboelare voor november 2010. De kruisjes stellen de meetresultaten voor, terwijl de blauwe volle lijn het resultaat met het oorspronkelijke Dendermodel weergeeft (zonder Wallonië, zonder Marke). Het is duidelijk dat de piek in het oorspronkelijk model aanzienlijk vertraagd is ten opzichte van de meting. Dit is het gevolg van het feit dat het inputhydrogram eenzelfde vertraagde piek vertoont.

Op dezelfde figuur is de volle groene lijn het resultaat met het uitgebreide model. De vertraging van de piek in het uitgebreide model is hier niet te wijten aan een vertraging van het inputhydrogram, gezien hier de debietmeetreeks te Bilhée herschaald is. Mogelijks is een te hoge (ruwe) Manningcoëfficiënt en/of teveel aan overstroming vanuit de Dender de oorzaak van de vertraging bij het uitgebreide model.

De gesimuleerde debieten liggen echter ook een pak lager dan de gemeten debieten, en dan de oorspronkelijke resultaten. In afwachting van een hydrologische modellering opwaarts Wallonië, is een artificieel debiet toegevoegd tussen Lessines en Overboelare. Zowel de afvoer van de Ruisseau d'Ancre en van het verdeelde debiet tussen Lessines en Overboelare, zijn met een factor 2 vergroot (rode lijn op Figuur 7). Als gevolg hiervan stijgt het gesimuleerde debiet te Overboelare tot het debiet dat eerder gesimuleerd werd met het oorspronkelijk (Vlaamse) model en zullen de resultaten in Vlaanderen nog dezelfde zijn als in het oorspronkelijke, niet uitgebreide model. Verdere verfijning van het Marke model en het deel opwaarts Wallonië is wel nog noodzakelijk voor een gedetailleerde analyse van de resultaten daar. In een tweede fase van deze uitbreiding is verder onderzoek gedaan naar hoe deze resultaten kunnen worden verfijnd. Deze werkzaamheden worden beschreven in de hierna volgende paragraaf.



Figuur 7: Debiet [m³/s] te Overboelare voor november 2010: Gemeten (kruisjes), gesimuleerd met model Vlaanderen (blauw), gesimuleerd met model Vlaanderen-Wallonië-Marke enerzijds zonder schalingsfactor (groen), anderzijds met schalingsfactor (rood)

5. Validatie en verfijning van het model

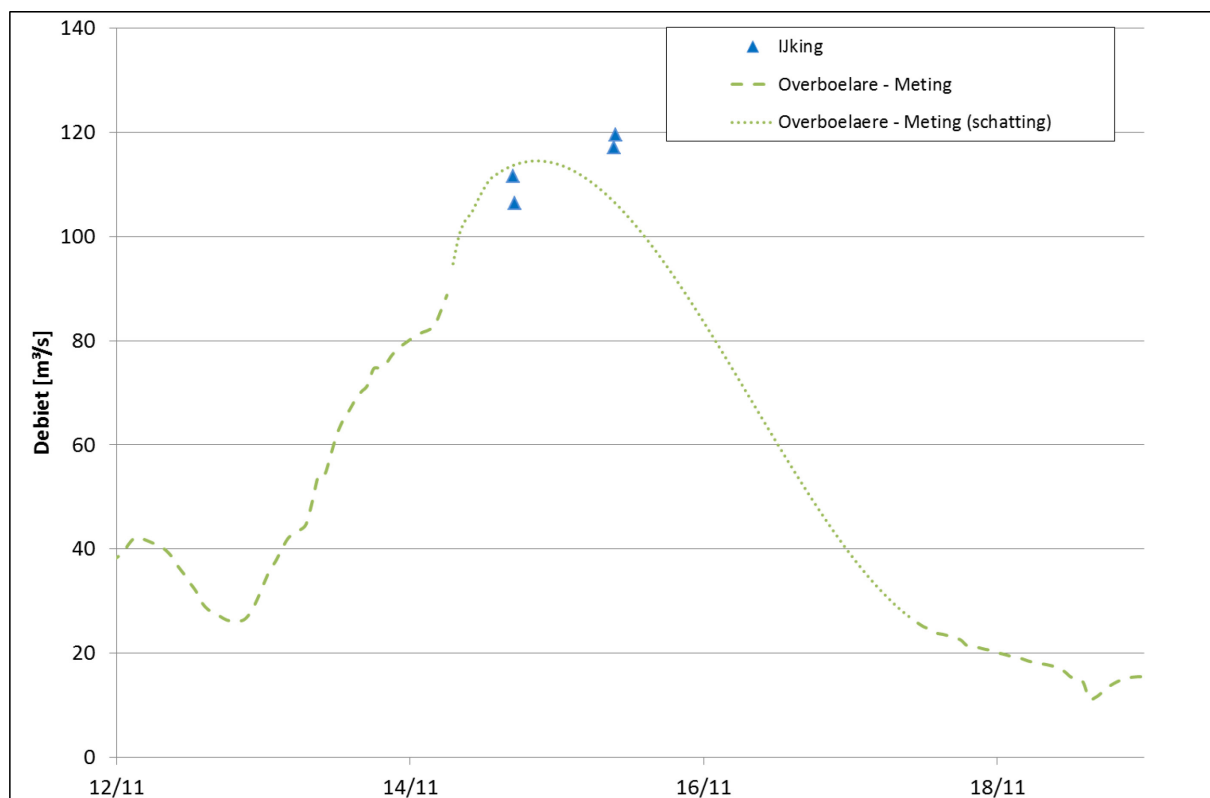
5.1. Metingen

Met oog op scenario-analyse aan de hand van het uitgebreide Dendermodel is het van groot belang dat de aanvoer van debiet naar Vlaanderen zo goed mogelijk wordt benaderd. Daartoe wordt een controle uitgevoerd op basis van de gemeten debieten en peilen ter hoogte van Overboelare voor november 2010. De details van deze meetpost zijn samengevat in Tabel 7

Tabel 7: Meetlocatie te Overboelare

Parameter	Locatie	Station	X	Y	Waterloop	M11 chainage	opmerking
Peil	Overboelare	HIC2688-1066	114624	161398	Dender	3316	
Debiet	Overboelare	HIC2688-1066	114624	161398	Dender	3340.5	

Voor deze meetlocatie dient wel opgemerkt, dat de limnigraaf tijdens de piek van de storm (14/11/2010 11u30 – 17/11 11u30) niet langer gegevens registreerde. Op basis van een uitgebreide situatieanalyse is voor deze ontbrekende periode een inschatting gemaakt van de opgetreden debieten en peilen. Bijkomend zijn op deze locatie ook nog ijkingsmetingen beschikbaar. Onderstaande Figuur 8 toont de beschikbare metingen te Overboelare.



Figuur 8: Gemeten (volle lijn) en gecorrigeerd (stippellijn) debiet [m³/s] te Overboelare voor november 2010. In blauw zijn de beschikbare ijkingsmetingen weergegeven.

5.2. Afmetingen stuwsluizen en regeling

SPW heeft in de loop van 2014 meer informatie doorgegeven met betrekking tot de stuwen. Onderstaande tabel geeft de afmetingen zoals ze in het geüpdate model zijn geïmplementeerd. Deze nieuwe informatie wijkt af van de oorspronkelijke gegevens, zoals kan gezien worden bij vergelijking van onderstaande Tabel 8 met Tabel 3 vooraan in dit document.

Tabel 8: Opwaarts streefpeil en geïmplementeerde afmetingen voor de stuwsluizen op de Dender in Wallonië

	Streefpeil opwaarts [mTAW]	Stuwbreedte [m]	Drempelpeil [mTAW]	Bron
Bilhee	28.5	2*6.5	26.6	Mail Thieffry 26/3/2014
Rebaix	26.6	2*6	23.9	Mail Thieffry 26/3/2014
Papignies	23.8	3.5m voor stuw aan sluisarm 4.30 m (houten balk + 1.47 (metalen klep) voor stuw aan molenarm	20.741	Mail Thieffry (bijlage bij vorige mail) + document stuw Papignies voor drempelpeil
Lessines	22.6	2*9.5	19	Mail Thieffry 26/3/2014
Deux Acren	19.3	2*6		verondersteld

Wat betreft de stuwsluis te Geraardsbergen, kan op basis van de logboeken van de stuwbeweging tijdens de was van november 2010 bevestigd worden dat vanaf zaterdag 13 november vroeg in de ochtend tot en in de loop van dinsdag 16 november de schotbalken allen 'getrokken' waren (zie Figuur 9).

zaterdag 13 november 2010

- omstreeks 02u45 werd de eerste Bvb van dienst gealarmeerd (K. Cleays) die op zijn beurt Clement Danny opriep. Vanaf dat moment is men non stop begonnen de rest van de stuwen te trekken. (nog 2 balken en 2 schoven). De beide stuwen waren reeds vroeg op de ochtend getrokken.
- gezien alles getrokken was, hebben we ons bezig gehouden met zandzakken vullen (Claeys- De Gent) om op dat moment ons voor te bereiden om de kelders van de Grote Straatbrug te beschermen.
- 's avonds omstreeks 18u00 is Danny Clement samen met mij begonnen met de Kelders van de Grote straat brug te voorzien van de metalen schoven en zandzakken. (brug getrokken). Gezien de ernst van de situatie en het steeds stijgende waterpeil, zijn zelfs de schoven en zandzakken onvoldoende geweest de kelders en de sluiswoning plus dienst gebouw te vrijwaren van de water overlast.

Zondag 14 november : geen bewerkingen meer, nogmaals alles was getrokken.

Meterstanden bleven geblokkeerd ("plafond bereikt, meterbuis) en het water bleef zienderogen stijgen.

We hebben de sluiswoning moeten verlaten om veiligheidsredenen en sindsdien was de woning en het hele sluiscomplex, ONTOEGANKELIJK voor personen en zelfs hulpdiensten! (zeer gevaarlijk stroming en geen zichtbaarheid tussen vaste ondergrond en de rest.

maandag 15 november, geen bewerkingen stuwen volledig open.
complex ontoegankelijk.

dinsdag 16 november, alles nog steeds getrokken, toestand, "stabiel- zakken" tot het bericht kwam we de eerste balken terug moesten terug dicht en 's avonds en de nacht van dinsdag op woensdag een minimum van 17meter en een maximum van 17m17 te garanderen.

woensdag 17 november, toestand water zakkende, de stuwen werden verder gedicht.
ik noteer, uit het "logboek" waardes rond de 17m14 met 5 van de acht schoven dicht en alle grote stuw balken dicht (buiten de zomerbalken 2x 0.22)

Figuur 9: Extract uit logboek stuwstand Geraardsbergen november 2010

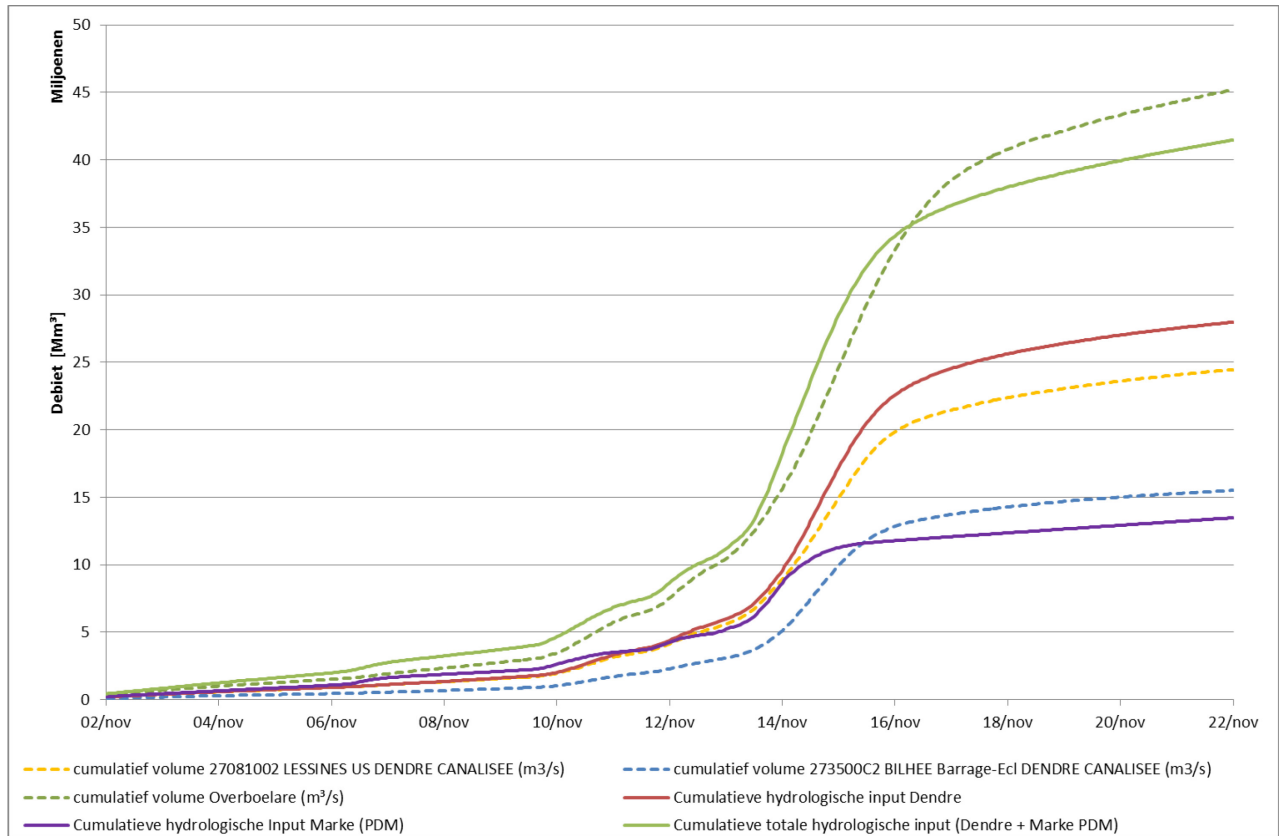
5.3. Aanpassingen in het uitgebreide model

Hieronder worden achtereenvolgens de ondernomen stappen ter verbetering en validatie weergegeven. Een eerste controle is het opstellen van de waterbalans (paragraaf 5.3.1). Gezien de gemeten volumes onderschat werden, is verder onderzoek gedaan naar de reden van deze onderschatting. Hierbij is in eerste instantie het afstromend oppervlakte naar de Dender tussen de Ruisseau d'Ancre en de taalgrens vergroot (paragraaf 5.3.2). Vervolgens zijn metingen gebruikt voor de afvoer van de Ruisseau d'Ancre, die het ingeschatte debiet (op basis van afstromend oppervlakte) vervangen (paragraaf 5.3.3).

5.3.1. Controle waterbalans

Een eerste controle om zicht te krijgen op de correctheid van de inputdebieten, is de verificatie van de waterbalans. Hiertoe worden de cumulatieve inputvolumes vergeleken ten opzichte van de gemeten volumes te Overboelare. Op Figuur 10 toont de groene stippellijn het cumulatief volume te Overboelare. Hierbij wordt herhaald, dat tijdens de piek van de storm een inschatting is gemaakt van de historische debieten op de Dender, gezien het meettoestel het op dat moment heeft begeven. De volle groene lijn geeft het totaal cumulatief volume van de gemodelleerde (herschaalde) inpuhydrogrammen weer. Dit is de som van enerzijds de PDM inpuhydrogrammen uit het InfoWorks model van de Marke (volle paarse lijn, zie ook Tabel 9) en de herschaalde inpuhydrogrammen langs het Waalse deel van de Dender (volle rode lijn).

Voor de volledigheid zijn ook de cumulatieve gemeten volumes te Bilhee (opwaartse rand, blauwe stippellijn) en Lessines (gele stippellijn) weergegeven. Uit deze grafiek kan geconcludeerd worden dat de totale volumes die gemodelleerd worden relatief goed overeenkomen met de gemeten volumes. Vóór de piek van het event is er een lichte overschatting van het gemeten volume in de Dender, terwijl na de piek van de was de gemodelleerde invoer de gemeten afvoer eerder onderschat.



Figuur 10: Waterbalans voor het Waalse deel van de Dender

Tabel 9: Locaties waar de PDM invoerhydrogrammen in het Marke model zijn toegevoegd.

Naam	Type	IWRS knoop	Waterloop	Chainage	opmerking	
afw_spoorweg	PDM Boundary	HOL_107	BEVBK	0		
afw_steenweg	PDM Boundary	DE999	DEN	1380		
BEVopw	PDM Boundary	DEN_482	DEN	0		
centrum	PDM Boundary	ELFBK17	ELFBK	0		
MARgalm	PDM Boundary	MARK141	MARKE	12108		
MARharbk	PDM	HARBK131!!	HARBK	0		

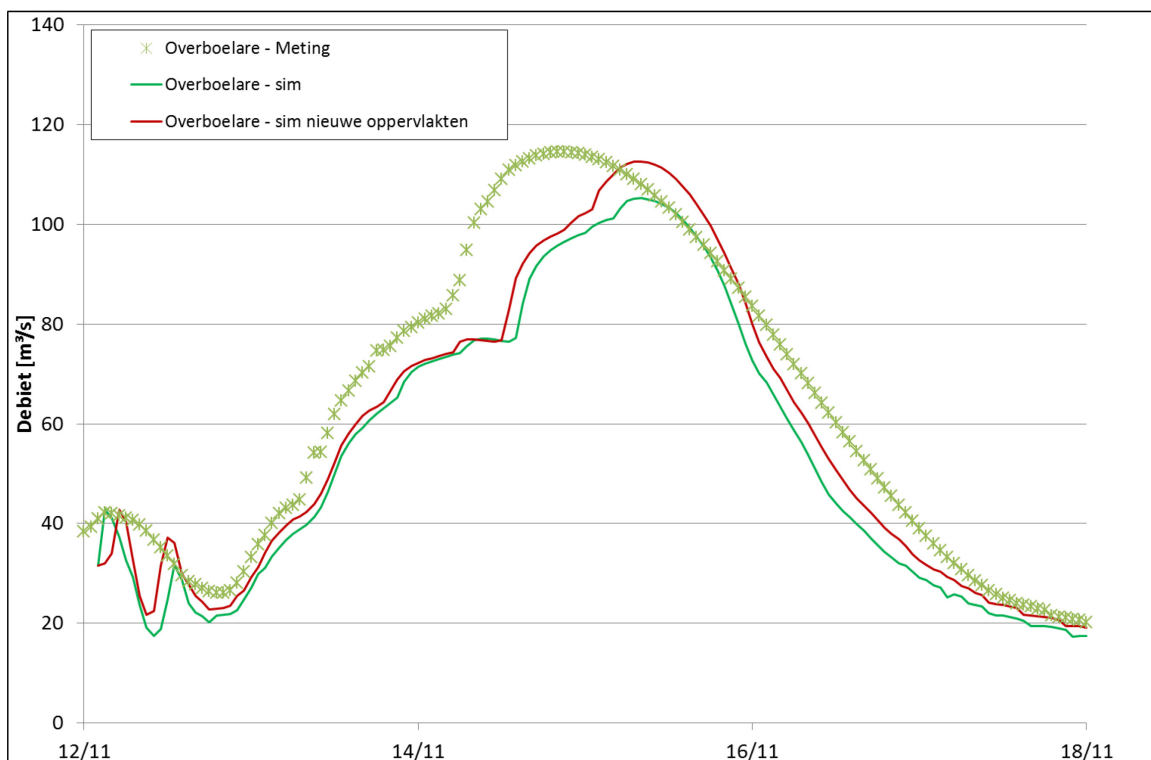
Grensoverschrijdend overstromingsmodel van de Dender:
Uitbreiding Dendermodel opwaarts de gewestgrens en implementatie Marke

Naam	Type	IWRS knoop	Waterloop	Chainage	opmerking	
	Boundary					
MARhembk	PDM Boundary	HEMBK48	HEMBK	0		
MARherne	PDM Boundary	MARK291	MARKE	5444		
MARhiele	PDM Boundary	MARK258	MARKE	6974		
MARholbk	PDM Boundary	HOLBK9	HOLBK	0		
MARopw	PDM Boundary	MAODBL1	MARKE	0		
MARpiep	PDM Boundary	MARK217	MARKE	8782		
MARschbk	PDM Boundary	SCHBK100	SCHBK	0		
MARwall	PDM Boundary	MARCQ6	MARKE			
MARwyzaf	PDM Boundary	wijb6473_1221	WIJN	318		
MARwyzop	PDM Boundary	Wijb6473_1542	WIJN	0		
opw_steenweg	Flow - Time	MARK351!	MARKE	2804		
QT_Honscallebeek	Flow - Time	MARK358	MARKE	2580		
QT_Waterloop	Flow - Time	MARK310	MARKE	4666		
DENmoes	Flow - Time	MARK378!	MARKE	1750	Dender zelf	
DENopw	Flow - Time	MARK367	MARKE	2242	Dender zelf	
MARelfbk	Flow - Time	MARK319	MARKE	4278	niet opgenomen	
WLND	Flow - Time	WLND2_new!!	WLND	0	Geen input	

5.3.2. Herverdeling inputdebieten

De verdeling van de inputdebieten is aanvankelijk uitgevoerd op basis van de oppervlakten van de ingetekende deelstroomgebieden langs de Dender te Wallonië, zoals beschreven in de eerste nota betreffende de uitbreiding van het Dendermodel (WL2014R12_039_4rev1_0, Tabel 1).

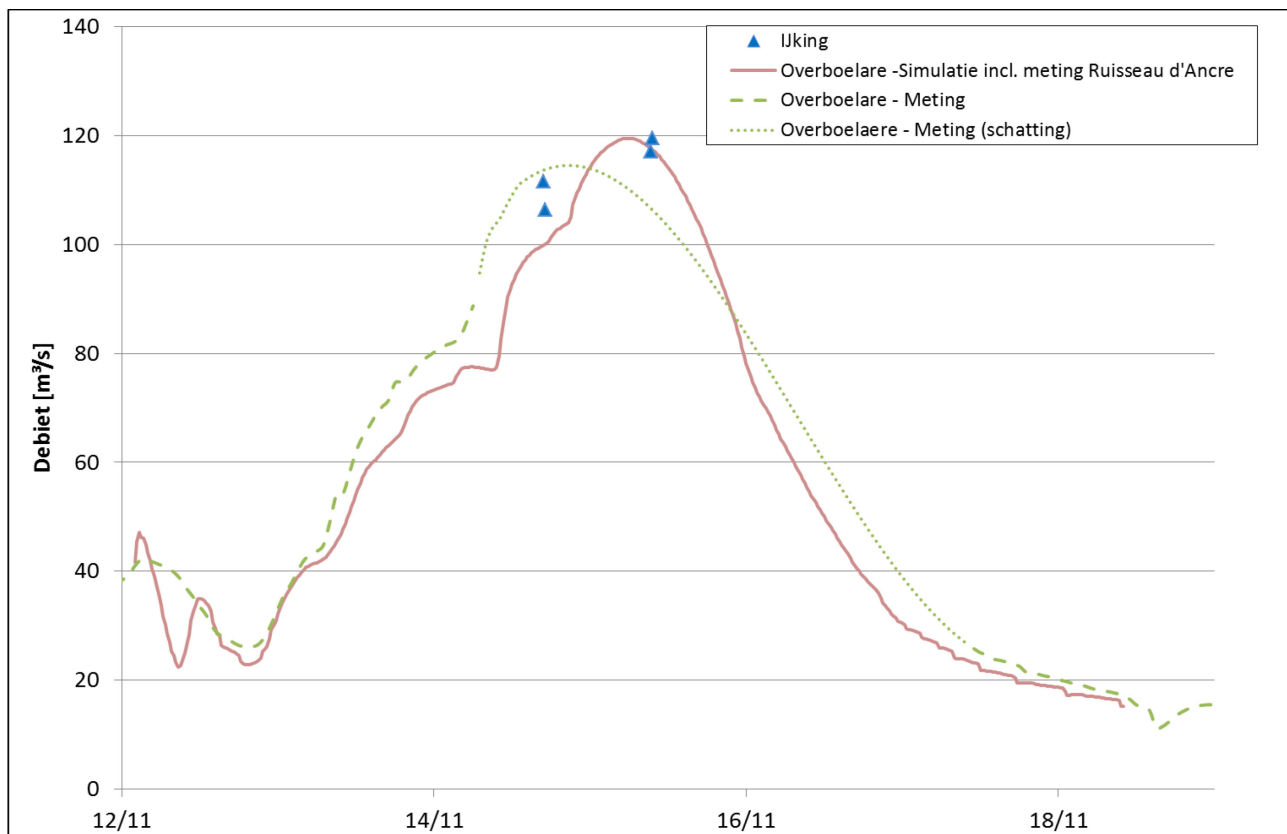
Bij de validatie is echter verder onderzoek gedaan naar mogelijke hiaten in de inpuhydrogrammen. Hierbij blijkt uit onderstaand stroomdiagram van SPW (Figuur 13), dat tussen de monding van de Ruisseau d'Ancre of Tordoir en de taalgrens een afstromend oppervlak van 71.66 km² naar de Dendre toestroomt. Daarenboven komt nog het afstromend oppervlakte van de Marke in Vlaanderen (59.588 km²) en in Wallonië (125.334 km²). De aanvankelijke inpuhydrogrammen zijn bijgestuurd op basis van onderstaande informatie, wat leidt tot een verschuiving van de debieten te Overboelare zoals weergegeven op Figuur 11, waar in rood de geüpdate debieten zijn weergegeven.



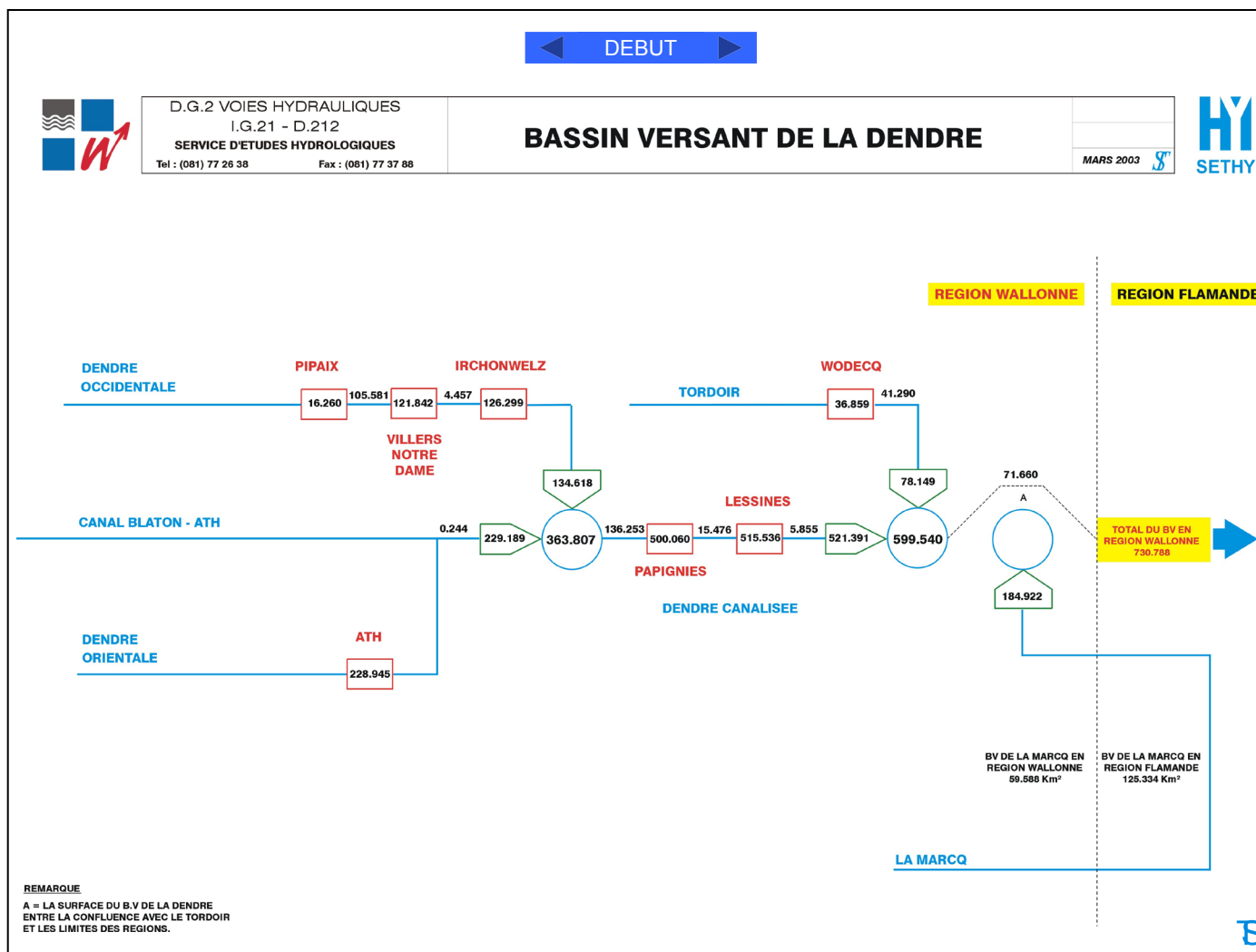
Figuur 11: Aanpassing inpuhydrogrammen op basis van oppervlakten in het stroomdiagram.

5.3.3. Extra meting Ruisseau d'Ancre

Uit verdere navraag, werd gevonden dat op één van de belangrijke zijwaterlopen van de Dender te Wallonië, de Ruisseau d'Ancre, ook een meting beschikbaar is voor het historisch event van 2010. Gezien dit een meer betrouwbare input is voor dit event, dan het herschaalde inpuhydrogram, wordt deze meting gebruikt. Het resultaat brengt de gesimuleerde debieten terug dichterbij de gemeten debieten, en vooral bij de gemeten ijkingswaarden (zie Figuur 12). Gezien de continue meting net op het moment van de piek onderbroken wordt, is het weinig relevant gedetailleerde aanpassingen aan het model te doen om deze meting te benaderen. Wanneer men focust op de 4 ijkpunten van de ADCP meting, kan gezien worden dat de simulatieresultaten in de lijn van deze meetpunten liggen.



Figuur 12: Gesimuleerd debiet (rode volle lijn) te Overboelare ten opzichte van de continue metingen en ijkingsmetingen

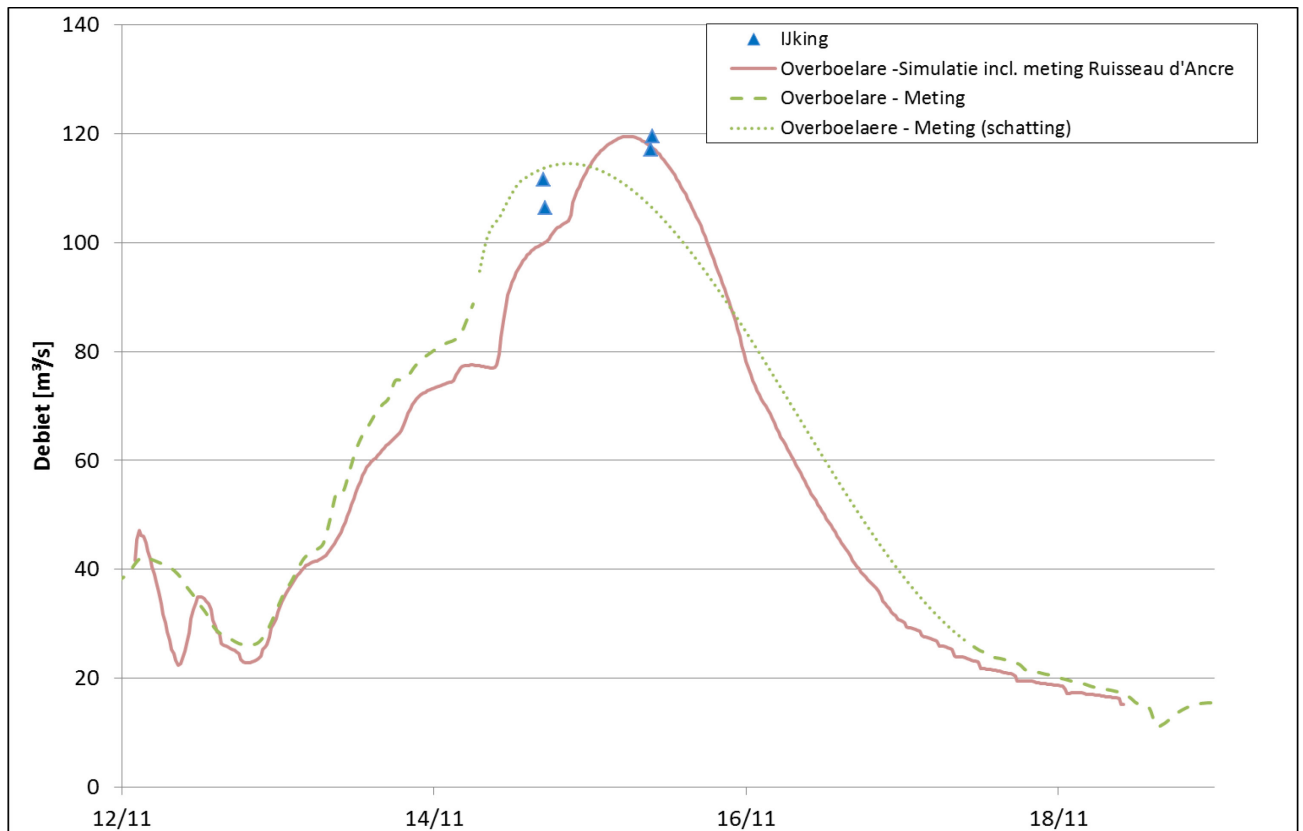


Figuur 13: Schema SPW deelstroomgebieden Dender Wallonië

6. Analyse resultaten ter hoogte van andere meetpunten

Hierboven is reeds aangetoond, dat het debiet te Overboelare in lijn ligt van de ijkingspunten ter hoogte van deze meetlocatie.

Figuur 14 vat dit nogmaals samen.

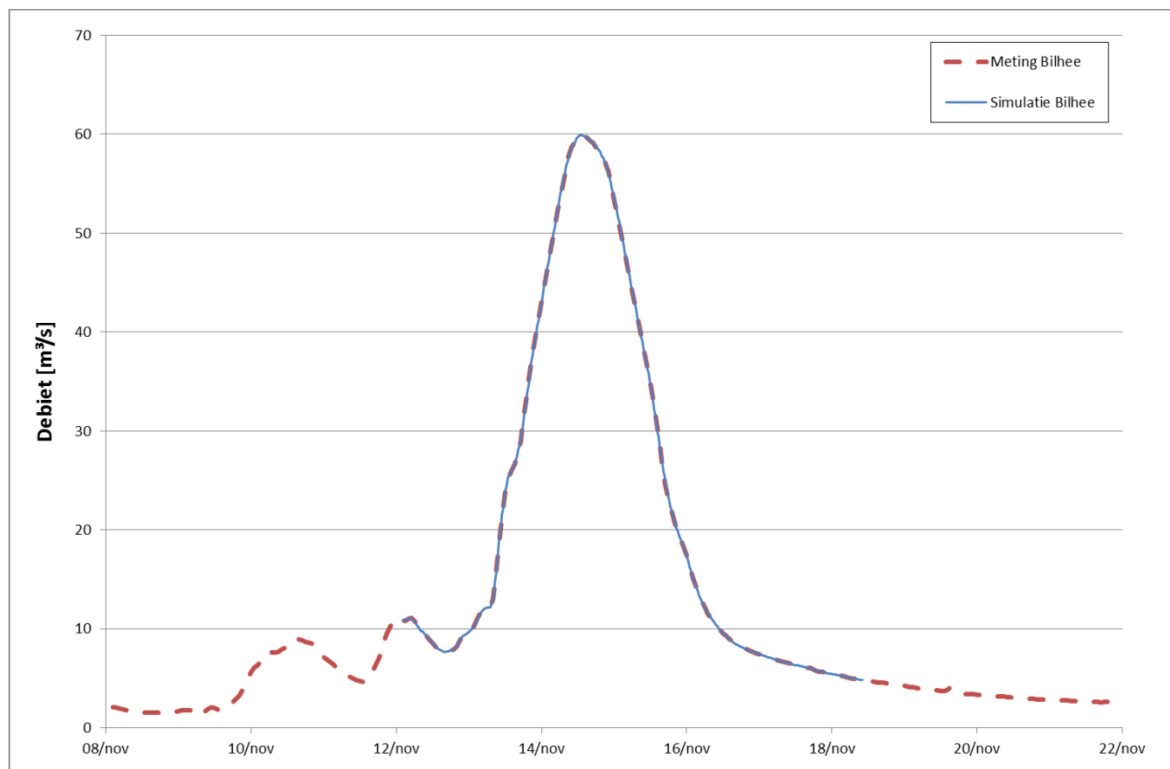


Figuur 14: Gesimuleerd debiet (rode volle lijn) te Overboelare ten opzichte van de continue metingen en ijkingsmetingen

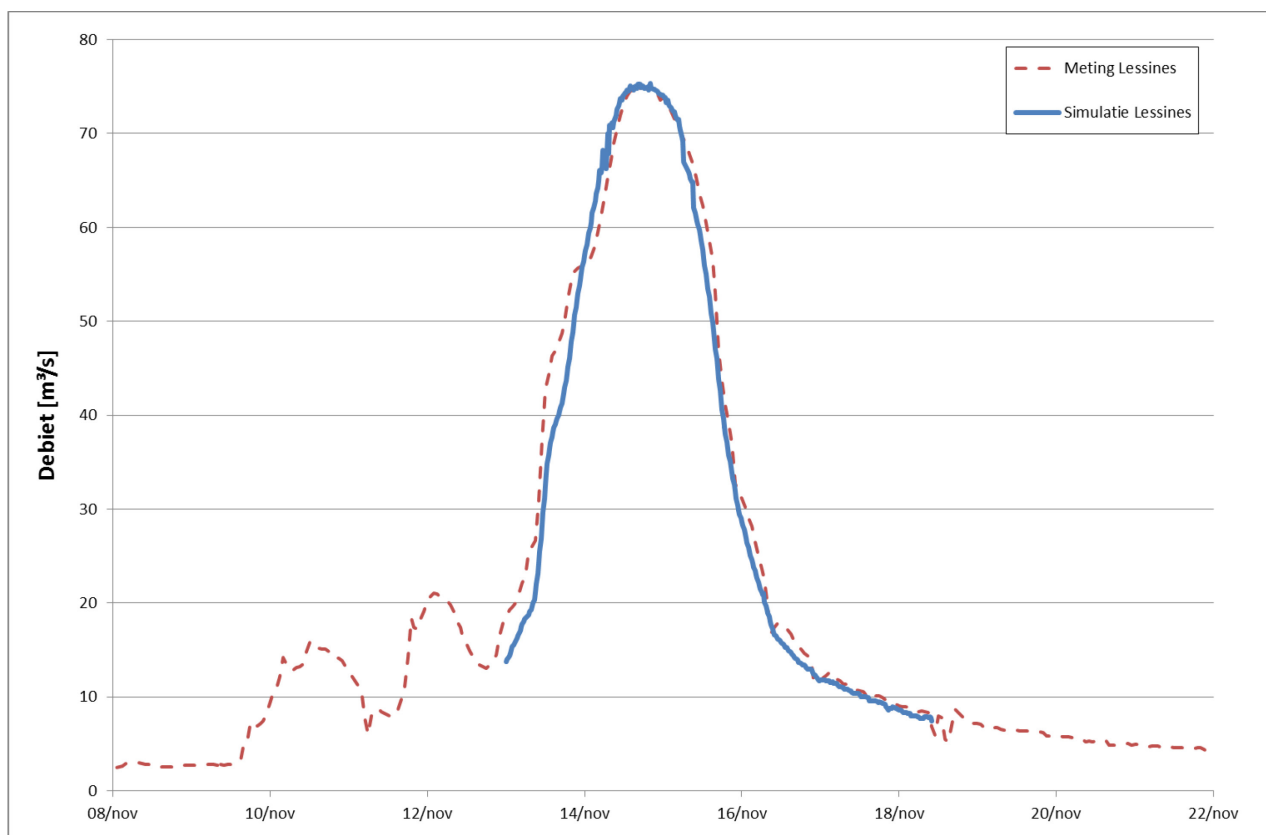
Gezien de onzekerheid op de metingen tijdens de piek (zowel in Vlaanderen als Wallonië), wordt niet getracht deze metingen perfect te benaderen. Voor de volledigheid worden de resultaten op de andere meetlocaties hieronder weergegeven.

6.1. Debieten

Hieronder kan gezien worden dat de debieten goed overeenstemmen met de gemeten debieten. Figuur 15 toont het debiet te Bilhee, dat de opwaartse rand van het model is en dus uiteraard samenvalt met de meting. Figuur 16 toont het gesimuleerd ten opzichte van het gemeten debiet te Lessines.



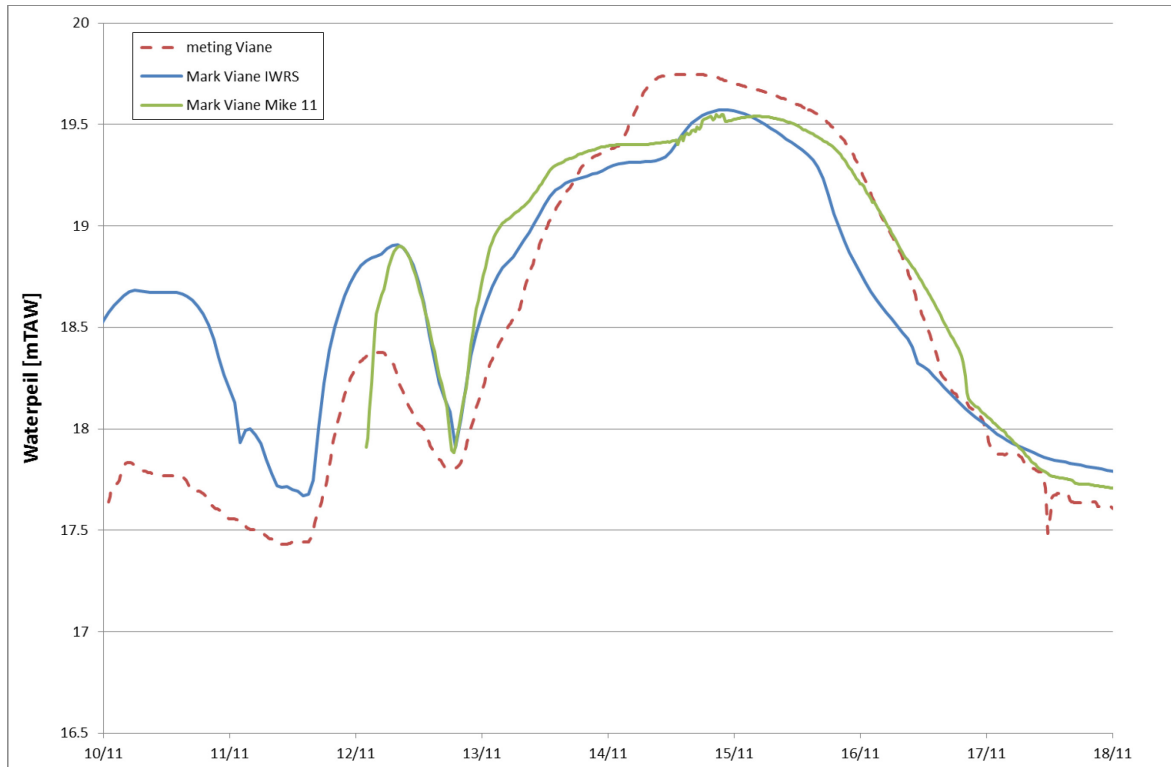
Figuur 15: Meting (rood) ten opzichte van gesimuleerd (blauw) debiet te Bilhee (opwaartse rand)



Figuur 16: Meting (rood) ten opzichte van gesimuleerd (blauw) debiet te Lessines

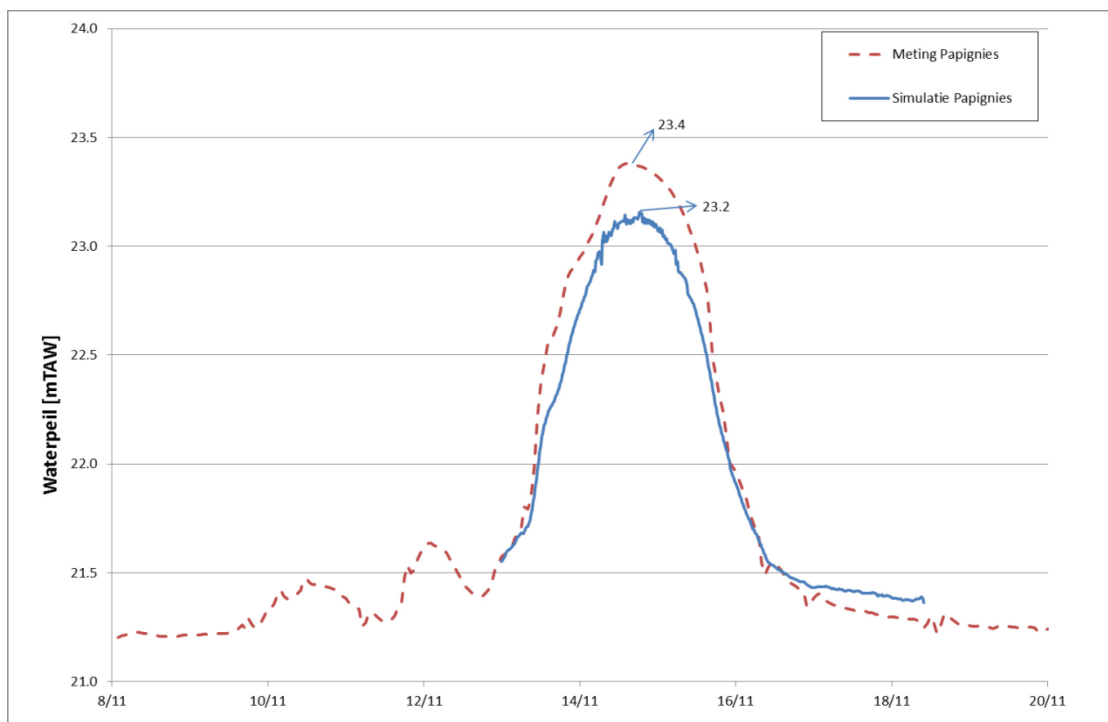
6.2. Waterpeil

Voor de waterpeilen komt het resultaat op de Marke goed overeen met het in InfoWorks gemodelleerde peil, welke ook de metingen redelijk goed benadert. Er wordt wel opgemerkt, dat deze metingen niet gevalideerd en als niet betrouwbaar worden bestempeld.

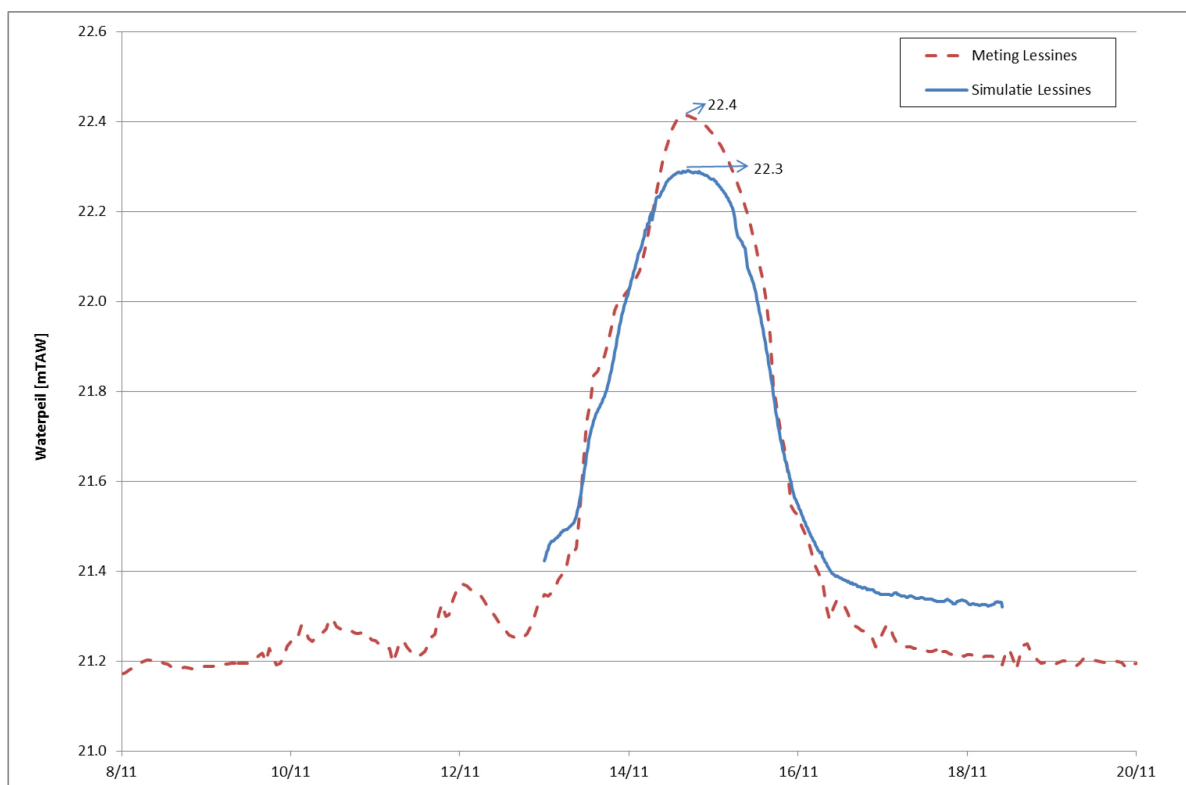


Figuur 17: Meting (rood) ten opzichte van gesimuleerd peil (blauw) te Viane en ten opzichte van simulatieresultaat uit het InfoWorks model (groen)

Onderstaande Figuur 18 en Figuur 19 tonen de gemeten (in rood) ten opzichte van de gesimuleerde peilen voor november 2010. De maximaal gesimuleerde peilen zijn ook op deze grafiek aangeduid, waaruit duidelijk is dat er een significante onderschatting bestaat van de gemeten peilen te Wallonië. Te Papignies loopt deze op tot 20 cm, te Lessines 10 cm.



Figuur 18: Meting (rood) ten opzichte van gesimuleerd peil (blauw) te Papignies



Figuur 19: Meting (rood) ten opzichte van gesimuleerd peil (blauw) te Lessines

7. Validatie T100

7.1. Randvoorwaarden

Voor de modellering van ULG (Wolf) zijn steady state simulaties uitgevoerd voor een aantal extreme debieten. Tabel 10 toont de opwaartse randvoorwaarden die in dit model zijn opgelegd (zie nota [P:\12_039-sim os dender\2 Input gegevens\06 uit SPW\003-bijkomende-info-validatie\MH Wolf-ULG\Wolf Dendre.docx](#)).

Tabel 10: Gemodelleerde debieten voor 2D model ULG-Wolf

Débit (m³/s)	Ancre-limite linguistique	Sille-Ancre	Dendre Occidentale-Ancre
déc-02	74.4	58.1	45.7
Q 25	80.1	57.4	42.8
Q 50	85.1	62.1	46.5
Q 100	89.9	66.5	49.9

Op basis van deze debieten en op basis van de bijgeleverde oppervlakten van de tussenliggende deelstroomgebieden afgeleid. Tabel 11 vat deze waarden samen.

Tabel 11: Oppervlakten en debieten voor T100.
In rood zijn de opgelegde randvoorwaarden van Wolf-ULG aangeduid

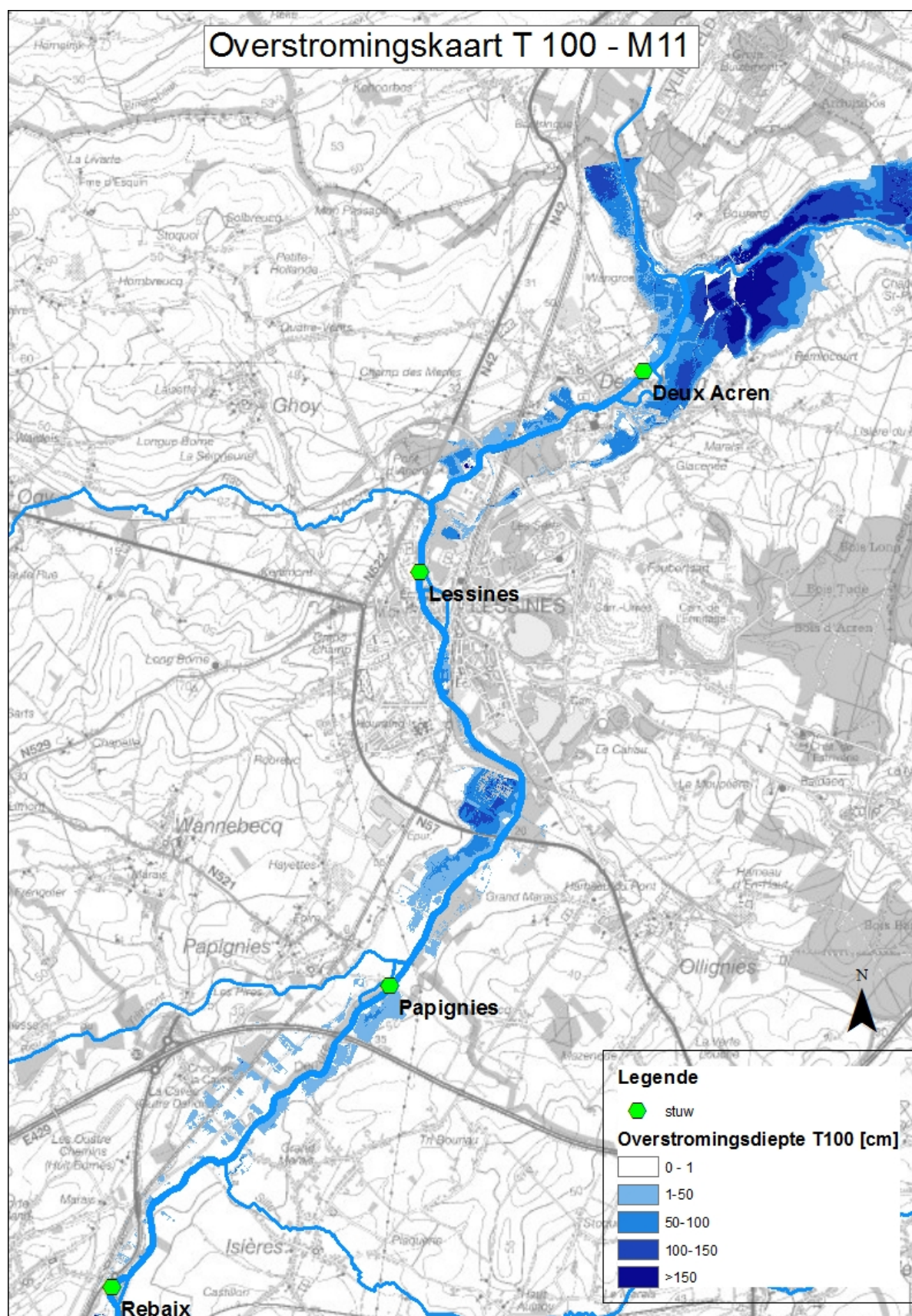
Deelstroomgebied	Oppervlakte [km²]	debiet [m³/s]	Opmerking
Opwaarts Bilhee	363.81	49.90	Uit nota Wolf-ULG
Opwaarts monding Sille	463.00	66.50	Uit nota Wolf-ULG
Opwaarts monding Ruisseau d'Ancre	599.54	89.90	Uit nota Wolf-ULG
Sille	61.27	8.40	
Ruisseau d'Ancre	78.15	11.22	
Marke	184.92	27.73	
tussen Ruisseau d'Ancre en Marke	66.66	10.00	71.66-5 km²

tussen Marke en taalgrens	5.00		via RR link in Vlaanderen wordt is een oppervlakte van 5 km ² toegekend
tussen Bilhee en monding Sille	37.92	5.20	
tussen Sille en Ruisseau d'Ancre	58.39	8.76	
opwaarts taalgrens (incl. Marke op Vlaams grondgebied)	856.12	128.37	

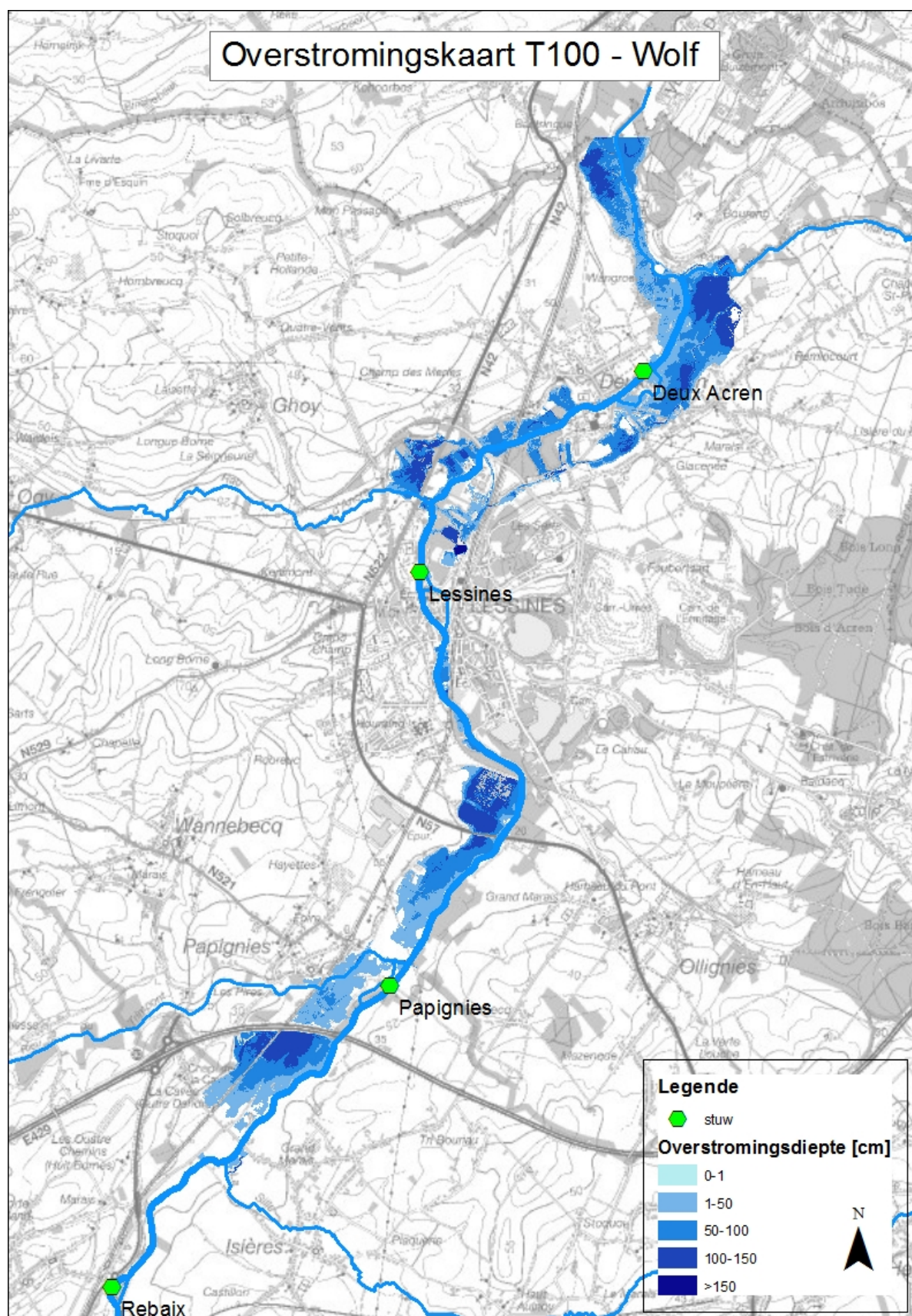
Om consistent te zijn met het model Wolf-ULG is een simulatie uitgevoerd waarbij deze debieten constant als opwaartse randen dienen. Gezien de maatgevende stormen voor bvb T100 voor het Vlaams deel van de Dender wel een continu hydrogram in functie van de tijd, wordt om vergelijking mogelijk te maken met de resultaten van Wolf-ULG het model voor de 'steady state' simulatie voor T100 afgeknipt aan de grens. De afwaartse rand is eveneens conform het model Wolf-ULG genomen, en is een vrij wateroppervlak van 18.75 mTAW.

7.2. Overstromingscontouren T100

Figuur 21 en Figuur 22 tonen respectievelijk de berekende overstromingscontouren voor de T100 met het geknipte Mike 11 model en met het Wolf ULG model. Het is duidelijk dat ook hier er een redelijke benadering is van het overstroomde oppervlak voor het afwaarts deel van de Dender in Wallonië. Meer naar opwaarts toe onderschat het model de overstroomde oppervlakten. Dit is te wijten aan de eerder gerapporteerde onderschatte waterpeilen in de Dender in Wallonië.



Figuur 20: Overstromingscontouren Mike 11 model T100

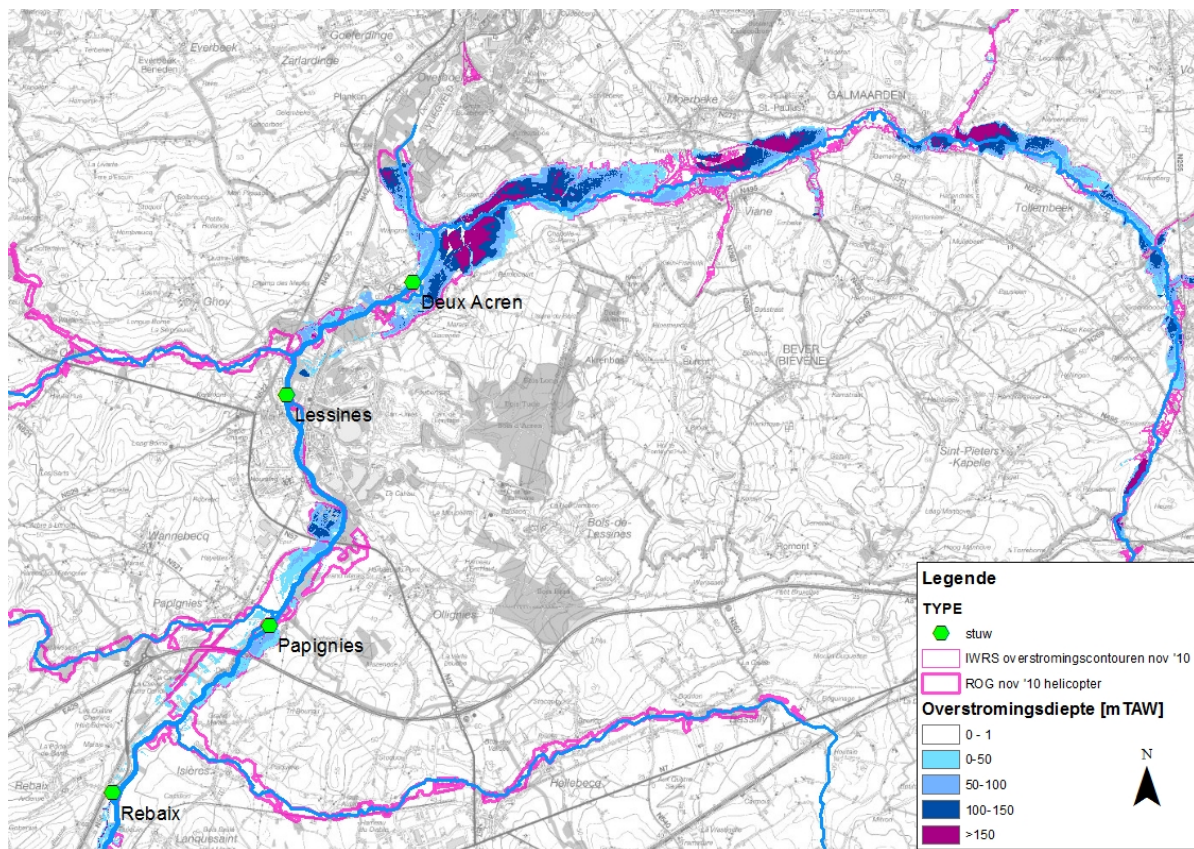


Figuur 21: Overstromingscontouren Wolf ULG model T100

8. Overstromingscontouren november 2010

Figuur 20 toont de berekende overstromingscontouren voor november 2010 met het uitgebreide Dendermodel. In roze contouren zijn zowel de in InfoWorks RS gesimuleerde contouren langs de Marke gevisualiseerd, als de op basis van de helicopterbeelden van november 2010 ingetekende overstromingscontouren voor Wallonië. Het is duidelijk dat er een goeie benadering is van het overstroomde oppervlak voor de Marke en het afwaarts deel van de Dender in Wallonië. Meer naar opwaarts toe onderschat het model de overstroomde oppervlakten. Dit is te wijten aan de eerder gerapporteerde onderschatte waterpeilen in de Dender daar.

Bij onderstaande kaart wordt ook nog opgemerkt dat de zijwaterlopen (Sille op de rechteroever, Ruisseau d'Ancre en Ruisseau de Pauvres op de linkeroever), niet gemodelleerd zijn. Vandaar dat dus ook geen overstromingscontouren beschikbaar zijn langs deze zijwaterlopen.



Figuur 22: Overstromingscontouren Mike 11 model november 2010
tov helicopter beelden en IWRS resultaat

9. Conclusies en aanbevelingen

Het bestaande (Vlaamse) model van de Dender is uitgebreid voorbij de gewestgrens, tot Bilhee. Tevens is de Marke vereenvoudigd geïmplementeerd in dit model.

Ter controle is ook een simulatie uitgevoerd, waarbij de randvoorwaarden van de steady state T100 simulatie met het 2D model - Wolf zijn gebruikt voor de 1D simulatie. De overstromingscontouren van het geknipte Mike 11 model, waarbij de randvoorwaarden voor T100 uit het model Wolf-ULG zijn overgenomen, benaderen deze van het 2D model. Evenwel zijn ook hier meer opwaarts, ter hoogte van Papignies, onderschattingen op te merken.

Algemeen kan geconcludeerd worden dat het geregistreerde debiet (vooral van de ijkingspunten) voldoende benaderd wordt om verdere simulaties te doen met dit uitgebreide model. De gesimuleerde overstromde oppervlakten komen redelijk overeen met de op basis van helicopterbeelden ingetekende overstromingen voor november 2010. Hier en daar worden enkele overstromingen niet goed gemodelleerd. Dit is voornamelijk te wijten aan te lage waterpeilen in de Dender te Wallonië.

Er wordt wel nadruk gelegd op tal van onzekerheden die aanwezig blijven, en waardoor men dus in kader van deze opdracht niet is verder gegaan met verfijning van het uitgebreide model. Volgende onzekerheden worden hierbij aangehaald:

- Werking van de stuwen te Wallonië: zijn alle stuwen volledig open tijdens de storm?
- Afmetingen stuwsluis Deux-Arcen: hiervan is geen plan beschikbaar
- Afstromende oppervlakten te Wallonië: wat is de oorsprong van de 71.66 km² tussen de Ruisseau d'Ancre en de taalgrens (Figuur 10)
- Ruwheden in Wallonië
- Metingen waterstanden Wallonië: vermoedelijk zijn metingen tijdens de piek van de storm ook ingeschat
- Inputhydrogrammen Marke: PDM debieten zijn afgeijkt voor het station te Viane, welk onderhevig is aan opstuwings. Hoe betrouwbaar is dit?
- Voor wat betreft het gebied rond de taalgrens, kan later nog geopteerd worden om daar het beschikbare (bij AGIV) meer gedetailleerde 1mx1m model te gebruiken voor het updaten van de overstromingsgebieden daar, gezien het Waalse DHM en het Vlaamse deel daar niet consistent zijn.

Na uitvoering van dit project, is door het Hydrologisch Informatie Centrum (HIC) een herberekening gemaakt van de debieten ter hoogte van Overboelare tijdens november 2010, waarbij rekening gehouden wordt met de beschikbare ijkingsmetingen. Bij verdere calibratie en verfijning van het model kan deze aanpassing mee worden beschouwd.

De modelresultaten zijn gevalideerd op basis van de beschikbare meting te Overboelare tijdens november 2010 en de ijkingsmetingen. Het uitgebreide model benadert deze debieten redelijk goed. Zeker wanneer indachtig gehouden wordt dat tijdens de piek van het event de meting niet werd geregistreerd. Het op de centimeter afijken van het model om de geëxtrapoleerde meetreeksen te Overboelare te benaderen, biedt dus niet de garantie dat de simulatie ook de werkelijkheid benaderd. Vandaar dat in kader van deze studie geen verdere calibratie (aanpassen manning/stuwregelingen etc.) van het model is uitgevoerd.

Tenslotte kan geconcludeerd worden dat het uitgebreide model in staat is om de huidige situatie correct weer te geven op een regionaal niveau en dat dit model verder ingezet kan worden in regionale scenario analyses.

Voor gedetailleerde analyses van overstromingen moet het model eerst geëvalueerd worden (afhankelijk van het doel van de specifieke studie) en eventueel verder verfijnd worden.

10. Locaties

- Het uitgebreide model is te vinden onder

P:\12_039-sim_os_dender\3_Uitvoering\01_M11\22-12_039_S0_2014_v2

Hierin staan volgende bestanden:

- Uitgebreid model Vlaanderen + Wallonië + Marke (november 2010)
sim_nov2010_VLWAL_ref.sim11
- Geknipt model voor T100
sim_T100_VLWAL_ref_geknipt.sim11

- De kaarten zijn te vinden onder

P:\12_039-sim_os_dender\3_Uitvoering\02_GIS\mxd\Wallonie

Waarbij het zoekwerkblad voor het maken van de kaarten onder

P:\12_039-sim_os_dender\3_Uitvoering\04_Resultaten\07_Marke_Wallonie\Floodmaps staat.

De schadecellen zijn te vinden onder

P:\12_039-sim_os_dender\3_Uitvoering\02_GIS\shp\03_Wallonie

11. Referenties

De Boeck, K.; Pereira, F.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2013). Simulaties Overstromingseffecten Dender: MER Geraardsbergen. Versie 2_0. WL Rapporten, 12_039. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen, België.

De Boeck, K.; Pereira, F.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2013). Simulaties Overstromingseffecten Dender: MER Aalst . Versie 2_0. WL Rapporten, 12_039. Waterbouwkundig Laboratorium, Antwerpen, België.



Waterbouwkundig Laboratorium

Flanders Hydraulics Research

Berchemlei 115

B-2140 Antwerpen

Tel. +32 (0)3 224 60 35

Fax +32 (0)3 224 60 36

E-mail: waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be

www.waterbouwkundiglaboratorium.be