



Vlaanderen
is wetenschap

19_093_1
WL rapporten

Afleidingsdijle Mechelen

Scenarioberekeningen

DEPARTEMENT
**MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN**

waterbouwkundiglaboratorium.be

Afleidingsdijle Mechelen

Scenarioberekeningen

Coen, L.; 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/2020/3241/35

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Coen, L.; Vanderkimpen, P.; Mostaert, F. (2020). Afleidingsdijle Mechelen: Scenarioberekeningen. Versie 4.0.
WL Rapporten, 19_093_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

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

Documentidentificatie

Opdrachtgever:	De Vlaamse Waterweg, afdeling Zeeschelde-Zeekanaal	Ref.:	WL2020R19_093_1
Keywords (3-5):	Afleidingsdijle, Dijle, stuw, 1D, numerieke modellering		
Tekst (p.):	19	Bijlagen (p.):	58
Vertrouwelijk:	☒ Nee	☒ Online beschikbaar	

Auteur(s):	Coen, L.
------------	----------

Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	Vanderkimpen, P.	
Projectleider:	Coen, L.	

Goedkeuring

Afdelingshoofd:	Mostaert, F.	
-----------------	--------------	--



Abstract

Voor de renovatie van de oeververdediging van de Aflleidingsdijle te Mechelen worden verschillende inrichtingsvarianten voorgesteld. Deze varianten zorgen echter voor een versmalling van de Aflleidingsdijle. Door middel van scenarioberekeningen voor drie perioden met storm al dan niet in combinatie met verhoogde bovenafvoer wordt getracht een inschatting te maken van het effect van de versmalling. Deze blijkt voornamelijk een invloed te hebben op de stroomsnelheid van het water in de Aflleidingsdijle, en heeft slechts een beperkt effect op de maximale waterpeilen in de Aflleidingsdijle, en op- en afwaarts langs de Dijle.

Inhoudstafel

Abstract	III
Inhoudstafel.....	IV
Lijst van de tabellen.....	VI
Lijst van de figuren	VII
1 Inleiding	1
1.1 Kader.....	1
1.2 Opdracht.....	1
1.3 Opbouw van het rapport.....	1
2 1D-Numeriek model	2
2.1 Basismodel.....	2
2.2 Software	2
2.3 Geografische referentie en tijdszone	2
2.4 Versiebeheer	2
2.5 Simulatieperioden	2
2.6 Modelaanpassingen.....	3
2.6.1 Model knippen.....	3
2.6.2 GOG-GGG Zennegat.....	3
2.6.3 Stuw Mechelen	4
2.7 Randvoorwaarden historische gebeurtenissen.....	5
2.7.1 Afwaartse randen	5
2.7.2 Opwaartse randen	5
2.8 Randvoorwaarden composietstormen.....	7
3 Scenarioberekeningen.....	8
3.1 Scenario's.....	8
3.2 Resultaten historische gebeurtenissen	10
3.3 Resultaten composietstormen	12
4 Conclusies	18
5 Referenties	19
BIJLAGE A Resultaten historische gebeurtenissen – lengteprofielen.....	B1
Jan2018.....	B1
Jan2017.....	B3
Dec2013.....	B5

BIJLAGE B	Resultaten historische gebeurtenissen – grafieken waterpeilen en snelheden	B7
	Jan2018.....	B7
	Jan2017.....	B14
	Dec2013.....	B20
BIJLAGE C	Resultaten composietstormen – lengteprofielen	B26
	T10	B26
	T100	B30
BIJLAGE D	Resultaten composietstormen – grafieken waterpeilen en snelheden	B34
	T10 met stuw	B34
	T10 zonder stuw	B41
	T100 met stuw	B47
	T100 zonder stuw	B53

Lijst van de tabellen

Tabel 1 – Overzicht simulatieperioden voor scenarioberekeningen.....	3
Tabel 2 - Overzicht beschikbare gemeten debietreeksen	5
Tabel 3 - Opgelegde (gemeten) debietreeksen aan opwaartse randen van het model	5
Tabel 4 - Herschaalde debietreeksen opgelegd aan opwaartse randen van het model.....	6
Tabel 5 - Herschaalde debietreeksen opgelegd aan onbemeten deelbekkens	6
Tabel 6 – Overzicht scenarioberekeningen	8
Tabel 7 – Overzicht maximale ebsnelheden met en zonder stuwwerking - T10 en T100.....	17

Lijst van de figuren

Figuur 1 – Overzicht gemodelleerde waterlopen en modelranden in het geknipt model 19093_dijle.....	B4
Figuur 2 – Voorbeeld versmalling Aflleidingsdijle in een dwarsdoorsnede tussen Nekkerspoel en Liersesteenweg.....	B9
Figuur 3 – Overzicht traject versmalling Aflleidingsdijle en outputlocaties.....	B9
Figuur 4 – Waterpeilen op- en afwaarts, en debiet opwaarts van de Aflleidingsdijle bij een composietstorm met een terugkeerperiode van 10 jaar	B12
Figuur 5 - Lengteprofiel met maximale ebsnelheden Dijle – Aflleidingsdijle scenarioberekeningen met en zonder stuw – T10	B14
Figuur 6 - Lengteprofiel met maximale vloedsnelheden Dijle – Aflleidingsdijle scenarioberekeningen met en zonder stuw – T10	B14
Figuur 7 - Waterpeilen op- en afwaarts, en debiet opwaarts van de Aflleidingsdijle bij een composietstorm met een terugkeerperiode van 100 jaar	B15
Figuur A 1 – Lengteprofiel met maximale waterpeilen Dijle – Aflleidingsdijle scenarioberekeningen jan2018	B1
Figuur A 2 - Lengteprofiel met maximale ebsnelheden Dijle – Aflleidingsdijle scenarioberekeningen jan2018	B2
Figuur A 3 - Lengteprofiel met maximale vloedsnelheden Dijle – Aflleidingsdijle scenarioberekeningen jan2018	B2
Figuur A 4 – Lengteprofiel met maximale waterpeilen Dijle – Aflleidingsdijle scenarioberekeningen jan2017	B3
Figuur A 5 - Lengteprofiel met maximale ebsnelheden Dijle – Aflleidingsdijle scenarioberekeningen jan2017	B4
Figuur A 6 - Lengteprofiel met maximale vloedsnelheden Dijle – Aflleidingsdijle scenarioberekeningen jan2017	B4
Figuur A 7 - Lengteprofiel met maximale waterpeilen Dijle – Aflleidingsdijle scenarioberekeningen dec2013	B5
Figuur A 8 - Lengteprofiel met maximale ebsnelheden Dijle – Aflleidingsdijle scenarioberekeningen dec2013	B6
Figuur A 9 - Lengteprofiel met maximale vloedsnelheden Dijle – Aflleidingsdijle scenarioberekeningen dec2013	B6
Figuur B 1 – Tijdreeksen waterpeilen Aflleidingsdijle/ Mechelen opwaarts stuw - scenarioberekeningen jan2018.....	B8
Figuur B 2 – Tijdreeksen snelheden Aflleidingsdijle/ Mechelen opwaarts stuw - scenarioberekeningen jan2018	B8
Figuur B 3 – Tijdreeksen waterpeilen Aflleidingsdijle/ Mechelen afwaarts stuw - scenarioberekeningen jan2018.....	B9
Figuur B 4 – Tijdreeksen snelheden Aflleidingsdijle/ Mechelen afwaarts stuw - scenarioberekeningen jan2018	B9

Figuur B 5 – Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen Nekkerspoel - scenarioberekeningen jan2018	B10
Figuur B 6 – Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen Nekkerspoel - scenarioberekeningen jan2018	B10
Figuur B 7 – Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen Liersesteenweg - scenarioberekeningen jan2018	B11
Figuur B 8 – Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen Liersesteenweg - scenarioberekeningen jan2018	B11
Figuur B 9 – Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen Katelijnepoort - scenarioberekeningen jan2018	B12
Figuur B 10 – Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen Katelijnepoort - scenarioberekeningen jan2018	B12
Figuur B 11 – Tijdreeksen waterpeilen Dijle/ Mechelen Benedensluis - scenarioberekeningen jan2018	B13
Figuur B 12 – Tijdreeksen snelheden Dijle/ Mechelen Benedensluis - scenarioberekeningen jan2018	B13
Figuur B 13 – Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen opwaarts stuw - scenarioberekeningen jan2017	B14
Figuur B 14 – Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen afwaarts stuw - scenarioberekeningen jan2017	B14
Figuur B 15 – Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen afwaarts stuw - scenarioberekeningen jan2017	B15
Figuur B 16 – Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen opwaarts stuw - scenarioberekeningen jan2017	B15
Figuur B 17 – Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen Nekkerspoel - scenarioberekeningen jan2017	B16
Figuur B 18 – Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen Nekkerspoel - scenarioberekeningen jan2017	B16
Figuur B 19 – Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen Liersesteenweg - scenarioberekeningen jan2017	B17
Figuur B 20 – Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen Liersesteenweg - scenarioberekeningen jan2017	B17
Figuur B 21 – Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen Katelijnepoort - scenarioberekeningen jan2017	B18
Figuur B 22 – Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen Katelijnepoort - scenarioberekeningen jan2017	B18
Figuur B 23 – Tijdreeksen waterpeilen Dijle/ Mechelen Benedensluis - scenarioberekeningen jan2017	B19
Figuur B 24 – Tijdreeksen snelheden Dijle/ Mechelen Benedensluis - scenarioberekeningen jan2017	B19
Figuur B 25 – Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen opwaarts stuw - scenarioberekeningen dec2013	B20
Figuur B 26 – Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen opwaarts stuw - scenarioberekeningen dec2013	B20
Figuur B 27 – Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen afwaarts stuw - scenarioberekeningen dec2013	B21

Figuur B 28 – Tijdreeksen snelheden Aflleidingsdijle/ Mechelen afwaarts stuw - scenarioberekeningen dec2013	B21
Figuur B 29 – Tijdreeksen waterpeilen Aflleidingsdijle/ Mechelen Nekkerspoel - scenarioberekeningen dec2013	B22
Figuur B 30 – Tijdreeksen snelheden Aflleidingsdijle/ Mechelen Nekkerspoel - scenarioberekeningen dec2013	B22
Figuur B 31 – Tijdreeksen waterpeilen Aflleidingsdijle/ Mechelen Liersesteenweg - scenarioberekeningen dec2013	B23
Figuur B 32 – Tijdreeksen snelheden Aflleidingsdijle/ Mechelen Liersesteenweg - scenarioberekeningen dec2013	B23
Figuur B 33 – Tijdreeksen waterpeilen Aflleidingsdijle/ Mechelen Katelijnepoort - scenarioberekeningen dec2013	B24
Figuur B 34 – Tijdreeksen snelheden Aflleidingsdijle/ Mechelen Katelijnepoort - scenarioberekeningen dec2013	B24
Figuur B 35 – Tijdreeksen waterpeilen Dijle/ Mechelen Benedensluis - scenarioberekeningen dec2013 ...	B25
Figuur B 36 – Tijdreeksen snelheden Dijle/ Mechelen Benedensluis - scenarioberekeningen dec2013	B25
Figuur C 1 - Lengteprofiel met maximale waterpeilen Dijle – Aflleidingsdijle scenarioberekeningen met stuw – T10	B26
Figuur C 2 - Lengteprofiel met maximale ebsnelheden Dijle – Aflleidingsdijle scenarioberekeningen met stuw – T10	B27
Figuur C 3 - Lengteprofiel met maximale vloedssnelheden Dijle – Aflleidingsdijle scenarioberekeningen met stuw – T10	B27
Figuur C 4 - Lengteprofiel met maximale waterpeilen Dijle – Aflleidingsdijle scenarioberekeningen zonder stuw – T10	B28
Figuur C 5 - Lengteprofiel met maximale ebsnelheden Dijle – Aflleidingsdijle scenarioberekeningen zonder stuw – T10	B28
Figuur C 6 - Lengteprofiel met maximale vloedssnelheden Dijle – Aflleidingsdijle scenarioberekeningen zonder stuw – T10	B29
Figuur C 7 - Lengteprofiel met maximale waterpeilen Dijle – Aflleidingsdijle scenarioberekeningen met stuw – T100	B30
Figuur C 8 - Lengteprofiel met maximale ebsnelheden Dijle – Aflleidingsdijle scenarioberekeningen met stuw – T100	B31
Figuur C 9 - Lengteprofiel met maximale vloedssnelheden Dijle – Aflleidingsdijle scenarioberekeningen met stuw – T100	B31
Figuur C 10 - Lengteprofiel met maximale waterpeilen Dijle – Aflleidingsdijle scenarioberekeningen zonder stuw – T100	B32
Figuur C 11 - Lengteprofiel met maximale ebsnelheden Dijle – Aflleidingsdijle scenarioberekeningen zonder stuw – T100	B32
Figuur C 12 - Lengteprofiel met maximale vloedssnelheden Dijle – Aflleidingsdijle scenarioberekeningen zonder stuw – T100	B33
Figuur D 1 - Tijdreeksen waterpeilen Aflleidingsdijle/ Mechelen opwaarts stuw - scenarioberekeningen met stuw – T10	B35

Figuur D 2 - Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen opwaarts stuw - scenarioberekeningen met stuw – T10	B35
Figuur D 3 - Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen afwaarts stuw - scenarioberekeningen met stuw – T10	B36
Figuur D 4 - Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen afwaarts stuw - scenarioberekeningen met stuw – T10	B36
Figuur D 5 - Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen Nekkerspoel - scenarioberekeningen met stuw – T10	B37
Figuur D 6 - Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen Nekkerspoel - scenarioberekeningen met stuw – T10	B37
Figuur D 7 - Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen Liersesteenweg - scenarioberekeningen met stuw – T10	B38
Figuur D 8 - Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen Liersesteenweg - scenarioberekeningen met stuw – T10	B38
Figuur D 9 - Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen Katelijnepoort- scenarioberekeningen met stuw – T10	B39
Figuur D 10 - Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen Katelijnepoort- scenarioberekeningen met stuw – T10	B39
Figuur D 11 - Tijdreeksen waterpeilen Dijle/ Mechelen Benedensluis - scenarioberekeningen met stuw – T10	B40
Figuur D 12 - Tijdreeksen snelheden Dijle/ Mechelen Benedensluis - scenarioberekeningen met stuw – T10	B40
Figuur D 13 - Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen opwaarts stuw - scenarioberekeningen zonder stuw – T10	B41
Figuur D 14 - Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen opwaarts stuw - scenarioberekeningen zonder stuw – T10	B41
Figuur D 15 - Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen afwaarts stuw - scenarioberekeningen zonder stuw – T10	B42
Figuur D 16 - Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen afwaarts stuw - scenarioberekeningen zonder stuw – T10	B42
Figuur D 17 - Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen Nekkerspoel - scenarioberekeningen zonder stuw – T10	B43
Figuur D 18 - Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen Nekkerspoel - scenarioberekeningen zonder stuw – T10	B43
Figuur D 19 - Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen Liersesteenweg - scenarioberekeningen zonder stuw – T10	B44
Figuur D 20 - Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen Liersesteenweg - scenarioberekeningen zonder stuw – T10	B44
Figuur D 21 - Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen Katelijnepoort- scenarioberekeningen zonder stuw – T10	B45
Figuur D 22 - Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen Katelijnepoort- scenarioberekeningen zonder stuw – T10	B45

Figuur D 23 - Tijdreeksen waterpeilen Dijle/ Mechelen Benedensluis - scenarioberekeningen zonder stuw – T10	B46
Figuur D 24 - Tijdreeksen snelheden Dijle/ Mechelen Benedensluis - scenarioberekeningen zonder stuw – T10	B46
Figuur D 25 - Tijdreeksen waterpeilen Aflleidingsdijle/ Mechelen opwaarts stuw - scenarioberekeningen met stuw – T100	B47
Figuur D 26 - Tijdreeksen snelheden Aflleidingsdijle/ Mechelen opwaarts stuw - scenarioberekeningen met stuw – T100	B47
Figuur D 27 - Tijdreeksen waterpeilen Aflleidingsdijle/ Mechelen afwaarts stuw - scenarioberekeningen met stuw – T100	B48
Figuur D 28 - Tijdreeksen snelheden Aflleidingsdijle/ Mechelen afwaarts stuw - scenarioberekeningen met stuw – T100	B48
Figuur D 29 - Tijdreeksen waterpeilen Aflleidingsdijle/ Mechelen Nekkerspoel - scenarioberekeningen met stuw – T100	B49
Figuur D 30 - Tijdreeksen snelheden Aflleidingsdijle/ Mechelen Nekkerspoel - scenarioberekeningen met stuw – T100	B49
Figuur D 31 - Tijdreeksen waterpeilen Aflleidingsdijle/ Mechelen Liersesteenweg - scenarioberekeningen met stuw – T100	B50
Figuur D 32 - Tijdreeksen snelheden Aflleidingsdijle/ Mechelen Liersesteenweg - scenarioberekeningen met stuw – T100	B50
Figuur D 33 - Tijdreeksen waterpeilen Aflleidingsdijle/ Mechelen Katelijnepoort- scenarioberekeningen met stuw – T100	B51
Figuur D 34 - Tijdreeksen snelheden Aflleidingsdijle/ Mechelen Katelijnepoort- scenarioberekeningen met stuw – T100	B51
Figuur D 35 - Tijdreeksen waterpeilen Dijle/ Mechelen Benedensluis - scenarioberekeningen met stuw – T100	B52
Figuur D 36 - Tijdreeksen snelheden Dijle/ Mechelen Benedensluis - scenarioberekeningen met stuw – T100	B52
Figuur D 37 - Tijdreeksen waterpeilen Aflleidingsdijle/ Mechelen opwaarts stuw - scenarioberekeningen zonder stuw – T100	B53
Figuur D 38 - Tijdreeksen snelheden Aflleidingsdijle/ Mechelen opwaarts stuw - scenarioberekeningen zonder stuw – T100	B53
Figuur D 39 - Tijdreeksen waterpeilen Aflleidingsdijle/ Mechelen afwaarts stuw - scenarioberekeningen zonder stuw – T100	B54
Figuur D 40 - Tijdreeksen snelheden Aflleidingsdijle/ Mechelen afwaarts stuw - scenarioberekeningen zonder stuw – T100	B54
Figuur D 41 - Tijdreeksen waterpeilen Aflleidingsdijle/ Mechelen Nekkerspoel - scenarioberekeningen zonder stuw – T100	B55
Figuur D 42 - Tijdreeksen snelheden Aflleidingsdijle/ Mechelen Nekkerspoel - scenarioberekeningen zonder stuw – T100	B55
Figuur D 43 - Tijdreeksen waterpeilen Aflleidingsdijle/ Mechelen Liersesteenweg - scenarioberekeningen zonder stuw – T100	B56

Figuur D 44 - Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen Liersesteenweg - scenarioberekeningen zonder stuw – T100	B56
Figuur D 45 - Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen Katelijnepoort- scenarioberekeningen zonder stuw – T100	B57
Figuur D 46 - Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen Katelijnepoort- scenarioberekeningen zonder stuw – T100	B57
Figuur D 47 - Tijdreeksen waterpeilen Dijle/ Mechelen Benedensluis - scenarioberekeningen zonder stuw – T100	B58
Figuur D 48 - Tijdreeksen snelheden Dijle/ Mechelen Benedensluis - scenarioberekeningen zonder stuw – T100	B58

1 Inleiding

1.1 Kader

De oeververdediging van de Afleidingsdijle te Mechelen is in slechte staat, met verschillende verzakkingen. Een renovatie kan niet meer gebeuren zoals de Keldermansvest een tiental jaar geleden werd gerenoveerd omdat achter de muren nu al (korte en dunne) damwanden zitten. Daarom worden andere oplossingsinrichtingen voorgesteld. Deze zijn reeds bestudeerd in een variantenstudie door Tractebel. Heel wat van deze varianten hebben echter een impact op de afvoercapaciteit van de Afleidingsdijle omwille van een versmalling van de waterloop.

1.2 Opdracht

Afdeling Zeeschelde-Zeekanaal vraagt aan het WL om, met behulp van scenarioberekeningen, een inschatting te maken van de impact van de verschillende varianten. Zodoende kunnen varianten met een te grote impact reeds uitgesloten worden.

1.3 Opbouw van het rapport

In hoofdstuk 2 wordt het toegepaste numeriek model besproken.

In hoofdstuk 3 wordt een beschrijving gegeven van de scenarioberekeningen en de resultaten.

Hoofdstuk 4 besluit met de conclusies.

2 1D-Numeriek model

2.1 Basismodel

Als basismodel werd gebruikt gemaakt van het model van de Zeeschelde en tijgebonden zijrivieren dat gebruikt werd voor de hindcast van de storm van januari 2018. Dit model wordt beschreven in (Coen *et al.*, 2018a).

Dit model werd geactualiseerd en gekalibreerd in het kader van project 14_176 Integraal Plan Boven-Zeeschelde – Veiligheidstoets B- & C-alternatieven (Coen *et al.*, 2017). Een uitgebreide beschrijving van het model wordt gegeven in (Coen *et al.*, 2018b). In december 2017 werd de bathymetrie van het meest opwaartse deel van de Durme opnieuw opgemeten. Deze gegevens werden in het kader van de hindcast geïmplementeerd in het model.

2.2 Software

De software gebruikt voor de 1D-hydrodynamische berekeningen is Mike11, versie 2017 SP2 (DHI, 2017).

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

2.3 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).

2.4 Versiebeheer

De modellen die gebruikt zijn in het kader van deze studie zijn gearchiveerd in het versiebeheer: https://wl-subversion.vlaanderen.be/svn/repoSpNumMod/MIKE11/Sigma/SIGMA20200207_19_093

Revisie 3759

2.5 Simulatieperioden

Er werd gekozen om drie recente events door te rekenen met verschillende bovenafvoer, en verschillende werking van de stuw te Mechelen. In de scenario's "zonder stuwwerking" is de stuw volledig opgeheven.

1. Storm jan2018: storm gevolgd door was, zonder stuwwerking in Mechelen
2. Storm + verhoogde bovenafvoer jan2017: storm met verhoogde bovenafvoer, zonder en met stuwwerking in Mechelen
3. Sinterklaasstorm dec2013: storm met stuwwerking in Mechelen

Tabel 1 geeft een overzicht van de simulatieperioden met tijdstip van begin en einde.

Om onderscheid te kunnen maken in de effecten met en zonder werking van de stuw, en eveneens effecten bij hogere waterpeilen en bovenafvoer te kunnen evalueren werden twee composietstormen doorgerekend met een terugkeerperiode van 10 en 100 jaar, telkens met en zonder werking van de stuw in Mechelen.

Tabel 1 – Overzicht simulatieperioden voor scenarioberekeningen

Event	Type	Stuw Mechelen	Begin simulatie	Eind simulatie
Jan2018	Storm gevolgd door was	Geen werking	29/12/2017 17:00	08/01/2018 00:00
Jan2017	Storm en hoge bovenafvoer	Deels in werking	8/01/2017 6:00	22/01/2017 00:00
Dec2013	Storm	In werking	2/12/2013 22:00	10/12/2013 00:00

2.6 Modelaanpassingen

2.6.1 Model knippen

Aangezien verwacht wordt dat de impact van de te implementeren scenario's geen groot bereik heeft, en om de rekentijd te beperken werd het model 'geknipt'.

Aan de afwaartse zijde werd een kort deel van de Zeeschelde tussen de meetposten van Hemiksem en Temse behouden.

Langs de Benedennete werd de meetpost te Duffel-Sluis als rand genomen.

Langs de Zenne werd de meetpost te Eppegem als opwaartse rand genomen, en langs de Dijle en Demer respectievelijk de meetposten te Wilsele en Aarschot.

Figuur 1 geeft een overzicht van de gemodelleerde waterlopen in het model en de modelranden.

2.6.2 GOG-GGG Zennegat

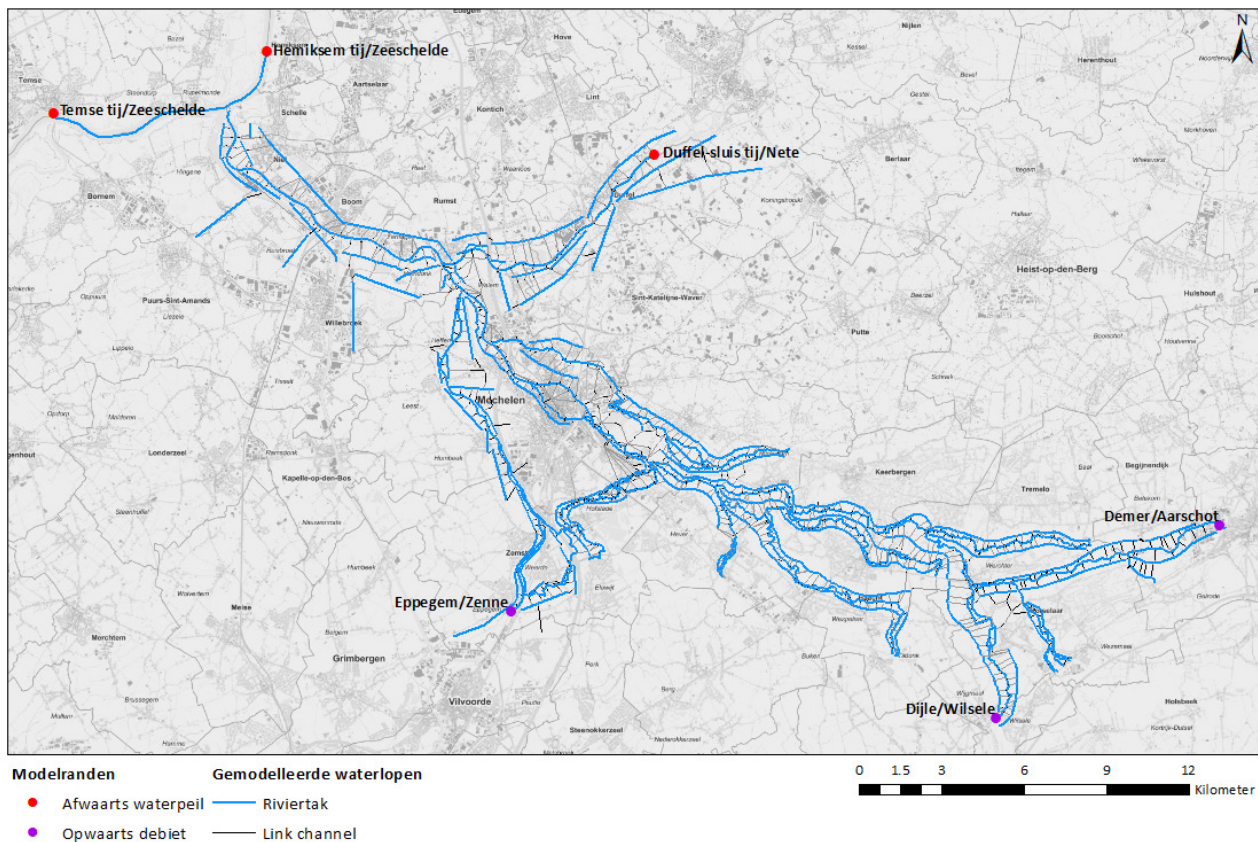
Tijdens de storm van dec2013 was GOG-GGG Zennegat nog niet ingericht als GOG. In de scenarioberekeningen voor deze storm is de dijkhoogte ter hoogte van het GOG verhoogd tot de oorspronkelijke dijkhoogte.

Tijdens de storm van jan2017 was GOG-GGG Zennegat wel in werking.

Tijdens de storm van jan2018 werd getracht de GGG-inwateringssluizen te sluiten voor de storm. Omwille van technische problemen lukte dit niet volledig. Slechts drie van de zes inwateringskokers werden, volledig gesloten. De andere drie konden slechts half gesloten worden. Er was dus nog 25% van de inwateringssluizen geopend (mond. comm. Frederik Van Overloop, districtshoofd a.i.). In het model werd de breedte en hoogte van de inwateringskokers aangepast.

Het doorrekenen van de composietstormen is gebeurd met GOG- en GGG-werking in GOG-GGG Zennegat.

Figuur 1 – Overzicht gemodelleerde waterlopen en modelranden in het geknipt model 19093_dijle



2.6.3 Stuw Mechelen

Tijdens de storm van dec2013 was er gedurende de hele simulatieperiode stuwwerking. In het model werd de automatische regeling van de stuw opgelegd met een stuwpeil op TAW +4,8 m.

Tijdens de storm van jan2017 was er stuwwerking tot 10/01/2017 rond 12u00. Daarna werd de stuw opgetrokken. Er werd een tijdreeks met stuwstanden opgelegd aan de 'Control Structures' die de boven- en benedenschuif van de stuw voorstellen in het model.

Tijdens de storm van jan2018 werd de stuw op de Dijleafleiding te Mechelen opgetrokken tot 8 januari 12:45. Tijdens de simulatieperiode was er dus geen stuwwerking. Er werd een tijdreeks met stuwstanden opgelegd aan de 'Control Structures' die de boven- en benedenschuif van de stuw voorstellen in het model.

Voor het doorrekenen van de composietstormen met werking van de stuw in Mechelen werd de automatische regeling van de stuw opgelegd met een stuwpeil op TAW +4,8 m.

Voor het doorrekenen van de composietstormen zonder werking van de stuw in Mechelen werd een tijdreeks met stuwstanden opgelegd aan de 'Control Structures' die de boven- en benedenschuif van de stuw voorstellen in het model.

2.7 Randvoorwaarden historische gebeurtenissen

2.7.1 Afwaartse randen

Aan de afwaartse randen op de Zeeschelde te Hemiksem en Schelle, en op de Benedennete te Duffel-sluis worden gemeten waterpeilen opgelegd. De gebruikte gegevens zijn afkomstig van waterinfo.be

2.7.2 Opwaartse randen

Beschikbare data

Aan de opwaartse randen van het model worden debieten opgelegd. Indien beschikbaar, wordt gebruik gemaakt van gemeten debietreeksen. Deze zijn beschikbaar via waterinfo.be. Tabel 2 geeft een overzicht van de beschikbare debietreeksen.

Tabel 2 - Overzicht beschikbare gemeten debietreeksen

Waterloop	Locatie	Nr meetpost	Bron
Kleine Molenbeek	Liezele	036	Waterinfo, VMM
Grote Molenbeek	Malderen	037	Waterinfo, VMM
Dijle	Wilsele	093	Waterinfo, VMM
Demer	Aarschot	dem02a	Waterinfo, HIC
Winge	Rotselaar	141	Waterinfo, VMM
Grote Losting	Wezemaal	143	Waterinfo, VMM
Zenne	Eppegem	zen03a	Waterinfo, HIC

Bemeten bekken

Aan de opwaartse randen van bemeten bekken wordt een gemeten debietreeks opgelegd. In Tabel 3 wordt een overzicht gegeven van de opwaartse randen waarvoor een gemeten debietreeks beschikbaar is.

Tabel 3 - Opgelegde (gemeten) debietreeksen aan opwaartse randen van het model

Opwaartse rand	Meetpost gemeten debietreeks
Demer, Aarschot	dem02a – Aarschot/Demer
Grote Molenbeek, Malderen	037 – Malderen/Grote Molenbeek
Kleine Molenbeek, Liezele	036 – Liezele/Kleine Molenbeek
Dijle, Wilsele	093 – Wilsele/Dijle
Weesbeek, Boortmeerbeek	110 – Boortmeerbeek/Weesbeek
Winge, Rotselaar	141 – Rotselaar/Winge
Zenne, Eppegem	zen03a – Eppegem/Zenne

Onbemeten bekkens

Voor de opwaartse randen van het model waarvoor geen gemeten debietreeksen beschikbaar zijn, wordt gebruik gemaakt van herschaalde debietreeksen van naburige bekkens. De herschaling wordt uitgevoerd op basis van de relatieve oppervlakte van de betrokken deelbekkens. Tabel 4 geeft een overzicht van de opwaartse randen met herschaalde debietreeksen.

Tabel 4 - Herschaalde debietreeksen opgelegd aan opwaartse randen van het model

Opwaartse rand	Meetpost herschaalde debietreeks
Barebeek, Elewijt	110 – Boortmeerbeek/Weesbeek
Vunt, Wilsele	093 – Dijle/Wilsele

Voor de onbemeten (deel)bekkens wordt gebruik gemaakt van debietreeksen herschaald op basis van de oppervlakte van het (deel)bekken. Tabel 5 geeft een overzicht van de onbemeten (deel)bekkens die opgenomen zijn in het model en de meetpost waarvan de debietreeks herschaald werd.

Tabel 5 - Herschaalde debietreeksen opgelegd aan onbemeten deelbekkens

Onbemeten (deel)bekken	ID deelbekken	Meetpost herschaalde debietreeks
Rupel-RO (Rupel)	V04RUP000150	036
Molenbeek-Vliet (Rupel)	V04VLI000140	036
Zwartebeek (Rupel)	V04ZWA000130	036
Barebeek (Dijle)	V08BAR000375	110 / 111 / 093*
Dijle	V08DIJ000390	110 / 111 / 093*
Dijle	V08DIJ000440	110 / 111 / 093*
Dijle	V08DIJ000455	110 / 111 / 093*
Vunt	V08DIJ000425	114 / 093*
Grote Laakbeek (Dijle)	V08GLA000450	122
Leibeek (Dijle)	V08LEI000420	110 / 093*
Lier (Benedennete)	V08LIE000510	052
Vrouwvliet (Dijle)	V08VRO000460	110 / 093*
Weesbeek (Dijle)	V08WEE000410	110 / 093*
Heilaakbeek (Demer)	V09HEI000290	122
Moutlaak (Demer)	V09MOU000280	122
Winge (Demer)	V09WIN000320	141

*In sommige gevallen is de meetreeks van een meetpost niet volledig over de beschouwde periode. De gaten in deze meetreeks worden opgevuld door herschaling van het debiet van een andere nabije meetpost.

2.8 Randvoorwaarden composietstormen

Voor de berekening met de composietstormen werd het basismodel doorgerekend voor de stormen met een terugkeerperiode van 50 en 100 jaar.

Deze composieten zijn opgesteld in het kader van de actualisatie van het Sigmaplan (Blanckaert *et al.*, 2005). De afwaartse rand bestaat uit ontwerplimnigrammen en –anemogrammen voor Vlissingen en de opwaartse randen bestaan uit ontwerphydrogrammen.

De composietrandvoorwaarden houden rekening met alle statistische variabelen en ook vereenvoudigend met de correlaties tussen de randvoorwaarden. Een zeer belangrijke eigenschap van de composietrandvoorwaarden is dat ze bij doorrekening met een hydrodynamisch model ervoor zorgen dat de terugkeerperiode op alle locaties in het modelgebied gelijk is.

Uit de resultaten van de berekening met het basismodel werden de tijdreeksen met de waterpeilen ter hoogte van de afwaartse randen en de debieten ter hoogte van de opwaartse randen uitgelezen. Deze werden opgelegd aan het gebiedsmodel.

3 Scenarioberekeningen

3.1 Scenario's

Voor het herstel van de oeververdediging werden verschillende varianten voorgesteld die een versmalling geven van de Aflleidingsdijle. De minimale versmalling bedraagt slechts 1 m langs twee kanten van de Aflleidingsdijle. De maximale versmalling bedraagt 5,5 m langs twee kanten van de Aflleidingsdijle, hetzij in totaal 11 m.

Zowel aan de linkeroever als aan de rechteroever zou een renovatie uitgevoerd worden. Op de linkeroever zou dit gebeuren op het stuk tussen Nekkerspoel en de Liersesteenweg. Op de rechteroever zou dit op hetzelfde stuk gebeuren, evenals van de Liersesteenweg tot de Maurits Sabbestraat of Katelijnepoort.

Belangrijk is dat mogelijk aan de ene oever een andere variant wordt gekozen dan aan de andere. De "versmalling" van de Dijle varieert dus in de definitieve situatie van 0 tot 11 meter.

Er werd gekozen om 5 scenario's door te rekenen met verschillende versmallingen over een verschillende afstand. De versmalling van de Aflleidingsdijle werd in het model geïmplementeerd door middel van een aanpassing van de breedte van de dwarsdoorsneden van de riviertak van de Aflleidingsdijle. Figuur 2 geeft een voorbeeld van een dwarsdoorsnede in verschillende scenario's weer.

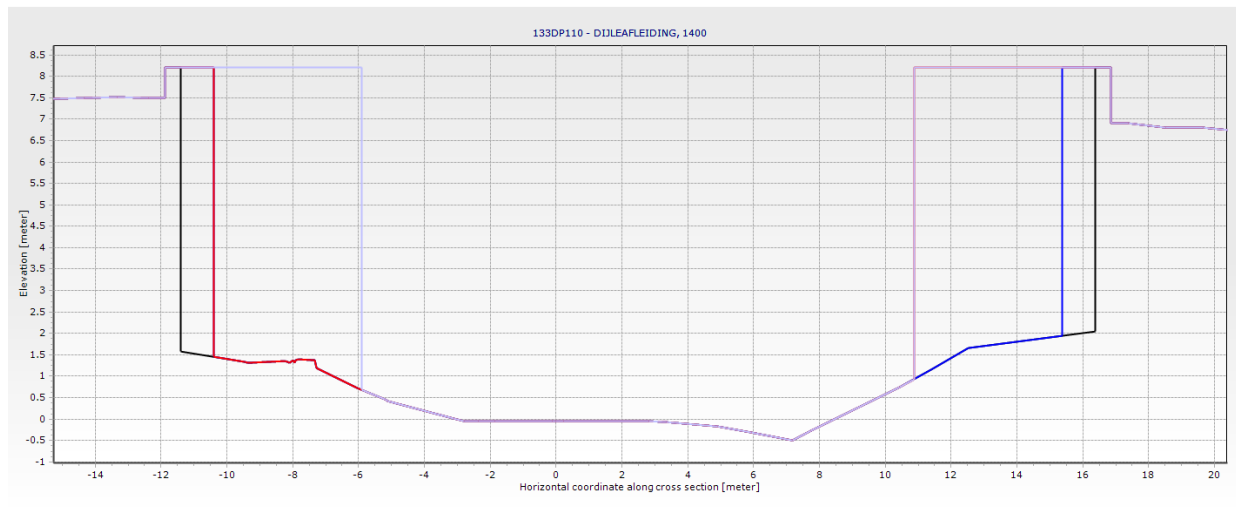
In Tabel 6 wordt een overzicht gegeven van de scenarioberekeningen. Figuur 3 geeft de trajecten met de versmalling van de Aflleidingsdijle, evenals de outputlocaties weer.

Tabel 6 – Overzicht scenarioberekeningen

Nr.	Versmalling LO [m]	Versmalling RO [m]	Traject LO	Lengte RO
1	1	1	N - L	N - L
2	1	1	N - L	N - K
3	1	5.5	N - L	N - L
4	5.5	5.5	N - L	N - L
5	5.5	5.5	N - L	N - K

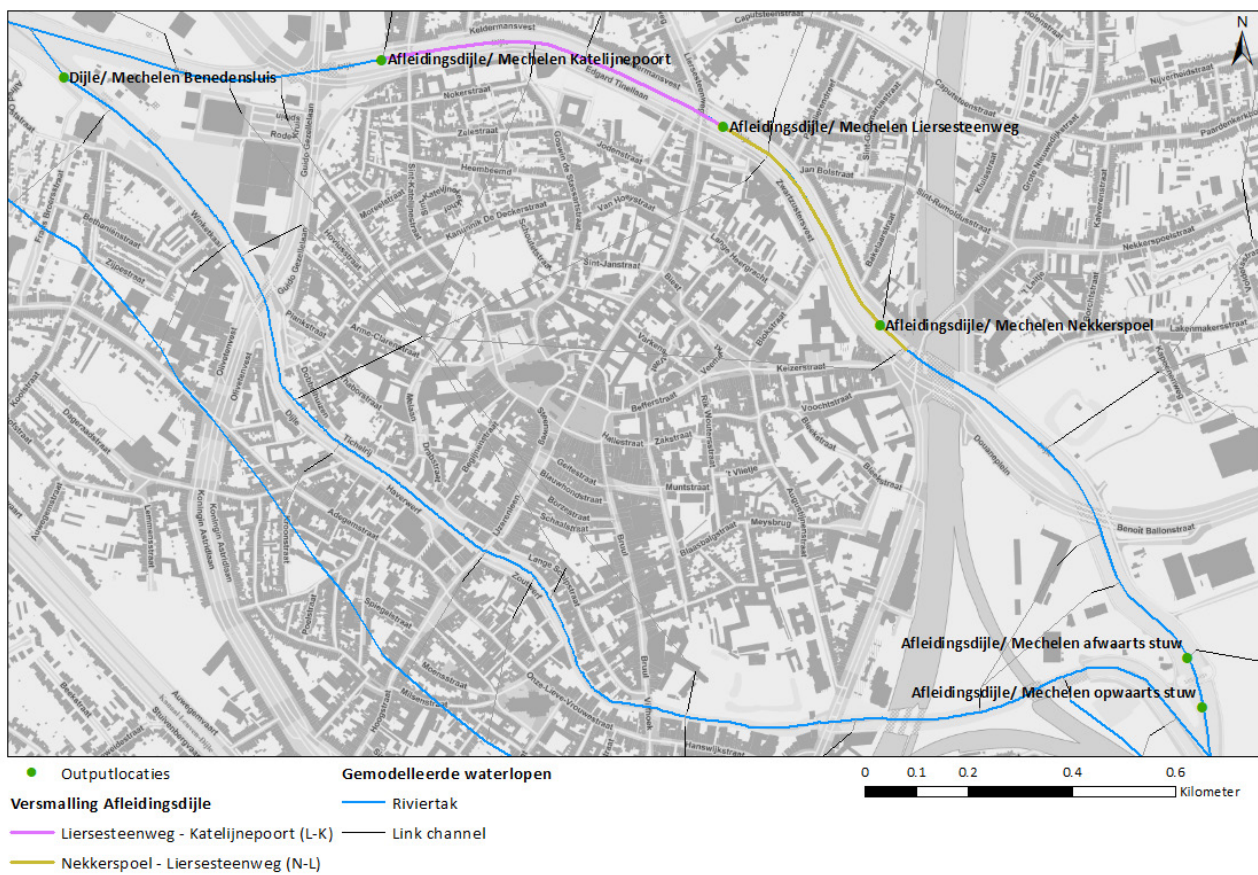
N - L = Nekkerspoel – Liersesteenweg; N - K = Nekkerspoel – Katelijnepoort

Figuur 2 – Voorbeeld versmalling Afleidingsdijle in een dwarsdoorsnede tussen Nekkerspoel en Liersesteenweg



Zwart = referentie; blauw = scenario 1; rood = scenario 3; lichtblauw = scenario 5

Figuur 3 – Overzicht traject versmalling Afleidingsdijle en outputlocaties



3.2 Resultaten historische gebeurtenissen

In BIJLAGE A worden de lengteprofielen met maximale waterpeilen, en maximale eb- en vloedsnelheden voor de verschillende scenario's per simulatieperiode getoond.

In BIJLAGE B worden grafieken met gesimuleerde waterpeilen en snelheden ter hoogte van de geselecteerde locaties getoond.

In de simulatieresultaten is de ebsnelheid steeds positief en de vloedsnelheid negatief. Bij de bespreking van de maximale waarden wordt echter steeds de absolute waarde van de snelheden genomen.

Jan2018

Tijdens de storm en was van jan18 was er geen stuwwerking. Het effect van de versmalling van de Afleidingsdijle op de maximale waterpeilen bedraagt in alle scenario's minder dan 2 cm over het volledige lengteprofiel van de Dijle en Afleidingsdijle. Op- en afwaarts van de stuw te Mechelen stijgen de laagwaterpeilen tot circa 15 cm in scenario's 4 en 5.

In scenario's 1 en 2 is er slechts een beperkte verhoging van de ebsnelheid tussen Nekkerspel en Liersesteenweg, met circa 0,05 m/s. In scenario 3 bedraagt deze verhoging circa 0,25 m/s, en in scenario's 4 en 5 tot 0,5 m/s, hetzij van circa 1,25 m/s naar 1,75 m/s. In scenario 5 treedt ook een verhoging op van de ebsnelheid tussen Liersesteenweg en Katelijnepoort van maximaal 0,25 m/s. Opwaarts Nekkerspoel tot voorbij de stuw treedt een beperkte daling op van de ebsnelheid tot circa 0,05 m/s in scenario's 4 en 5.

Het effect van de versmalling van de Afleidingsdijle op de maximale vloedsnelheden is voor deze simulatieperiode kleiner dan op de maximale ebsnelheden. Tussen Nekkerspoel en Liersesteenweg treedt een verhoging op van circa 0,02 m/s in scenario's 1 en 2; circa 0,1 m/s in scenario 3 en circa 0,2 m/s in scenario's 4 en 5, hetzij van 0,45 m/s naar 0,65 m/s. Tussen Liersesteenweg en Katelijnepoort verhoogt de maximale vloedsnelheid in scenario 5 tevens met maximaal 0,05 m/s.

Jan2017

In de simulatieperiode van de storm van jan2017 is er tijdens de eerste twee getijden nog stuwwerking. Het effect van de versmalling van de Afleidingsdijle op de maximale waterpeilen bedraagt in alle scenario's minder dan 2 cm over het volledige lengteprofiel van de Dijle en Afleidingsdijle. Opwaarts van de stuw te Mechelen stijgen de laagwaterpeilen tot circa 15 cm in scenario 3, en tot circa 30 cm in scenario's 4 en 5. Afwaarts van de stuw te Mechelen is de stijging van de laagwaters beperkter, met circa 5 cm in scenario 3 en tot circa 10 cm in scenario's 4 en 5.

Het versmallen van de Afleidingsdijle zorgt voor een verhoging van de maximale ebsnelheden tussen Nekkerspoel en Liersesteenweg met circa 0,25 m/s in scenario 3 en circa 0,5 m/s in scenario's 4 en 5, hetzij van circa 1,3 m/s tot 1,8 m/s. Tussen Liersesteenweg en Katelijnepoort verhoogt de ebsnelheid ook in scenario 5 met circa 0,2 m/s. Opwaarts Nekkerspoel treedt in scenario's 4 en 5 een beperkte daling op van de maximale ebsnelheid met maximaal circa 0,12 m/s.

De verhoging van de maximale vloedsnelheid is iets kleiner dan deze van de maximale ebsnelheid. In scenario's 1 en 2 verhoogt de maximale vloedsnelheid tussen Nekkerspoel en Liersesteenweg met circa 0,05 m/s, in scenario 3 met circa 0,2 m/s en in scenario's 4 en 5 met circa 0,4 m/s, hetzij van circa 0,85 m/s tot circa 1,25 m/s. In scenario's 2 en 5 treedt ook een verhoging van de maximale vloedsnelheid op tussen Liersesteenweg en Katelijnepoort met respectievelijk circa 0,05 en 0,15 m/s.

Dec2013

Tijdens de storm van dec2013 was er gedurende de volledige simulatieperiode stuwwerking, met een stuwpeil op TAW +4,8 m. Het effect van de versmalling van de Aflleidingsdijle op de maximale waterpeilen bedraagt minder dan 2 cm over het volledige lengteprofiel van de Dijle en Aflleidingsdijle.

In scenario 3 treedt een verhoging van de maximale ebsnelheid op tussen Nekkerspoel en Liersesteenweg met circa 0,15 m/s. In scenario's 4 en 5 bedraagt deze verhoging circa 0,3 m/s, hetzij van circa 0,85 m/s naar circa 1,15 m/s. In scenario 5 verhoogt ook de maximale ebsnelheid tussen Liersesteenweg en Katelijnepoort met circa 0,1 m/s.

De verhoging van de maximale vloodsnelheid is groter dan deze van de maximale ebsnelheid. In scenario 1 en 2 is het verschil maximaal 0,05 m/s, en in scenario 5 tot 0,35 m/s, hetzij een verhoging van circa 0,70 m/s naar 1,05 m/s. In scenario's 2 en 5 treedt ook een verhoging van de maximale vloodsnelheid op tussen Liersesteenweg en Katelijnepoort met respectievelijk circa 0,01 en 0,07 m/s.

3.3 Resultaten composietstormen

In BIJLAGE C worden de lengteprofielen met maximale waterpeilen, en maximale eb- en vloedsnelheden voor de verschillende scenario's per simulatieperiode getoond.

In BIJLAGE D worden grafieken met gesimuleerde waterpeilen en snelheden ter hoogte van de geselecteerde locaties getoond.

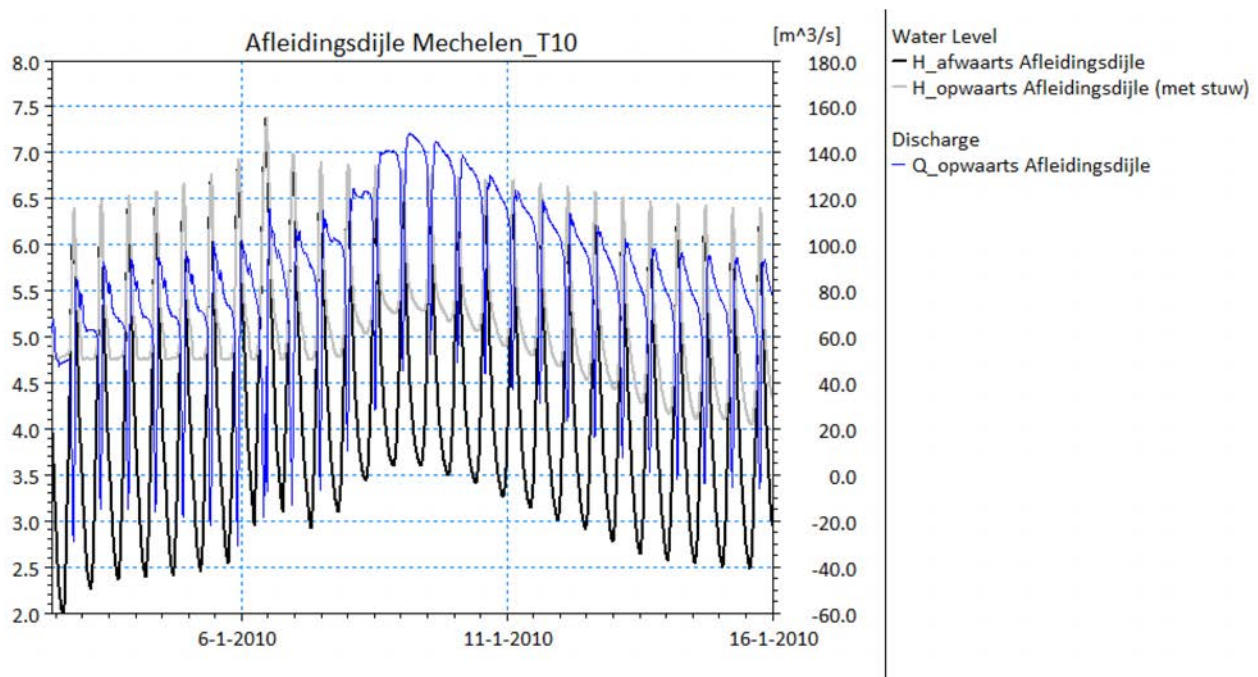
In de simulatieresultaten is de ebsnelheid steeds positief en de vloedsnelheid negatief. Bij de bespreking van de maximale waarden wordt echter steeds de absolute waarde van de snelheden genomen.

Tabel 7 geeft een overzicht van de maximale ebsnelheden voor de verschillende scenario's met en zonder werking van de stuw voor T10 en T100.

T10

Figuur 4 toont het waterpeil op- en afwaarts van de Aflleidingsdijle en het debiet aan de opwaartse zijde van de Aflleidingsdijle tijdens een simulatie met een composietstorm met een terugkeerperiode van 10 jaar. Het maximum waterpeil veroorzaakt door opstuwing door getij en wind in Vlissingen valt niet samen met het maximum afvoerdebiet. Tijdens het maximum waterpeil is er wel nog werking van de stuw te Mechelen. De debieten tijdens vloed zijn beduidend kleiner dan de ebdebieten.

Figuur 4 – Waterpeilen op- en afwaarts, en debiet opwaarts van de Aflleidingsdijle bij een composietstorm met een terugkeerperiode van 10 jaar



Het effect van de versmalling van de Aflleidingsdijle op het maximum waterpeil bedraagt over het volledige lengteprofiel minder dan 2 cm voor alle doorgerekenende scenario's (zie lengteprofielen in BIJLAGE C).

Opwaarts van de stuw te Mechelen kan het effect van de stuwwerking bekeken worden in de periode voor het maximum hoogwater. Wanneer de stuw te Mechelen in werking is, zijn de laagwaterpeilen en maximum ebsnelheden, vanzelfsprekend, in alle scenario's quasi gelijk. Wanneer de stuw niet in werking is, stijgen de laagwaterpeilen ten opzichte van het referentiescenario met circa 5 cm in scenario 3 en met circa 10 cm in scenario's 4 en 5. In scenario's 1 en 2 bedraagt verschil ten opzichte van het referentiescenario minder dan 2 cm. De maximum ebsnelheid tijdens deze laagwaters daalt met circa 0,03 m/s in scenario 3 en met circa 0,06 m/s in scenario's 4 en 5.

De maximum ebsnelheid in de simulatieperiode treedt later op, wanneer het bovendebiet maximaal is. Door de verhoogde bovenafvoer stijgen de laagwaters tot boven het stuwpeil van 4,8 mTAW. Er blijft een verschil bestaan tussen de simulaties met en zonder werking van de stuw. Figuur 5 toont de lengteprofielen met de maximale ebsnelheden voor het referentiescenario, scenario 3 en scenario 5 met en zonder werking van de stuw. In het referentiescenario zonder werking van de stuw is de maximum ebsnelheid opwaarts van de stuw te Mechelen tot 0,5 m/s groter dan in het referentiescenario met werking van de stuw. Dit verschil neemt af, maar zet zich nog enkele kilometers naar opwaarts door.

Afwaarts van de stuw te Mechelen zijn de verschillen tussen de scenario's met en zonder werking van de stuw kleiner. Net afwaarts van de stuw stijgt het laagwaterpeil bij de hoge laagwaters, in de periode van hoge bovenafvoer, met circa 5 à 10 cm in scenario 3, en met bijna 20 cm in scenario's 4 en 5. De maximum ebsnelheid daalt in de verschillende scenario's met minder dan 0,1 m/s ten opzichte van het referentiescenario.

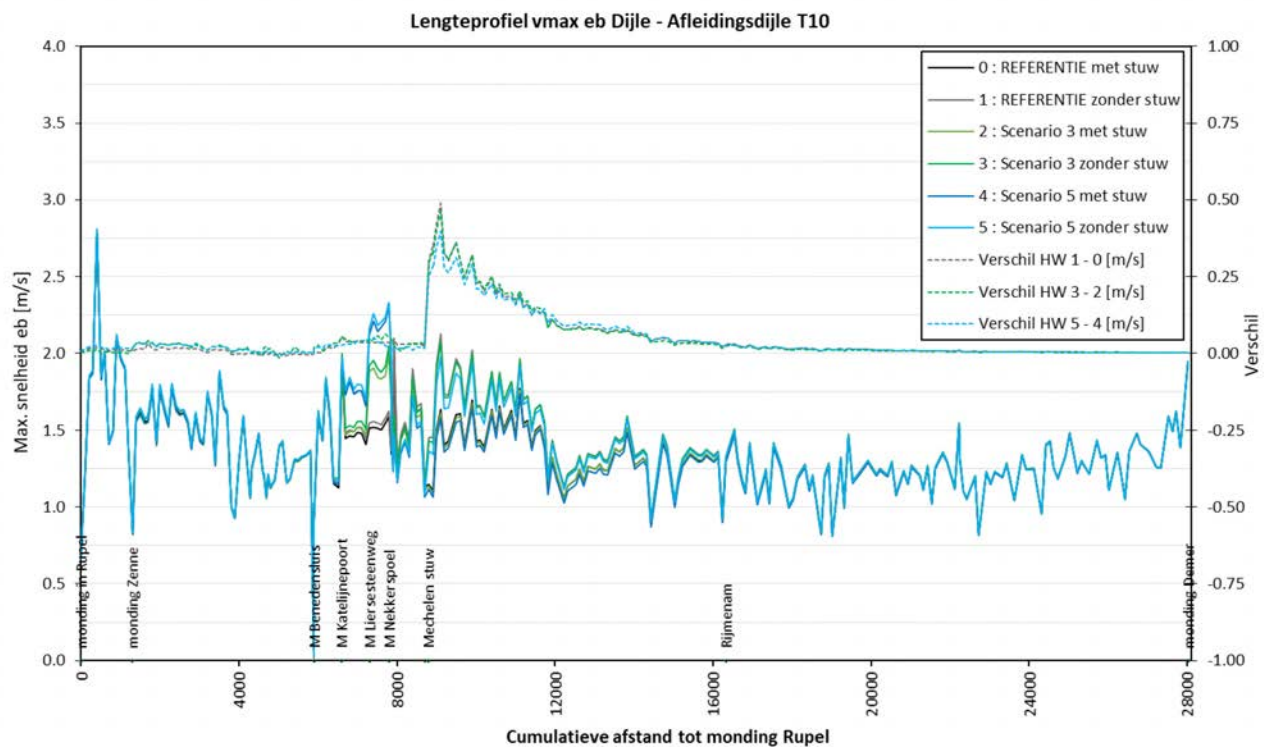
Ter hoogte van Mechelen Nekkerspoel en Liersesteenweg zijn de verschillen in laagwaterpeilen bij de hoge laagwaters kleiner. In scenario's 1 en 2 stijgt de maximale ebsnelheid met circa 0,1 m/s, in scenario 3 met circa 0,4 m/s en in scenario 4 en 5 met circa 0,6 tot 0,7 m/s, ten opzichte van een maximale ebsnelheid van circa 1,5 m/s in het referentiescenario.

Tussen Liersesteenweg en Katelijnepoort treedt in scenario 5 nog een verschil van circa 0,30 m/s op in maximale ebsnelheid ten opzichte van het referentiescenario.

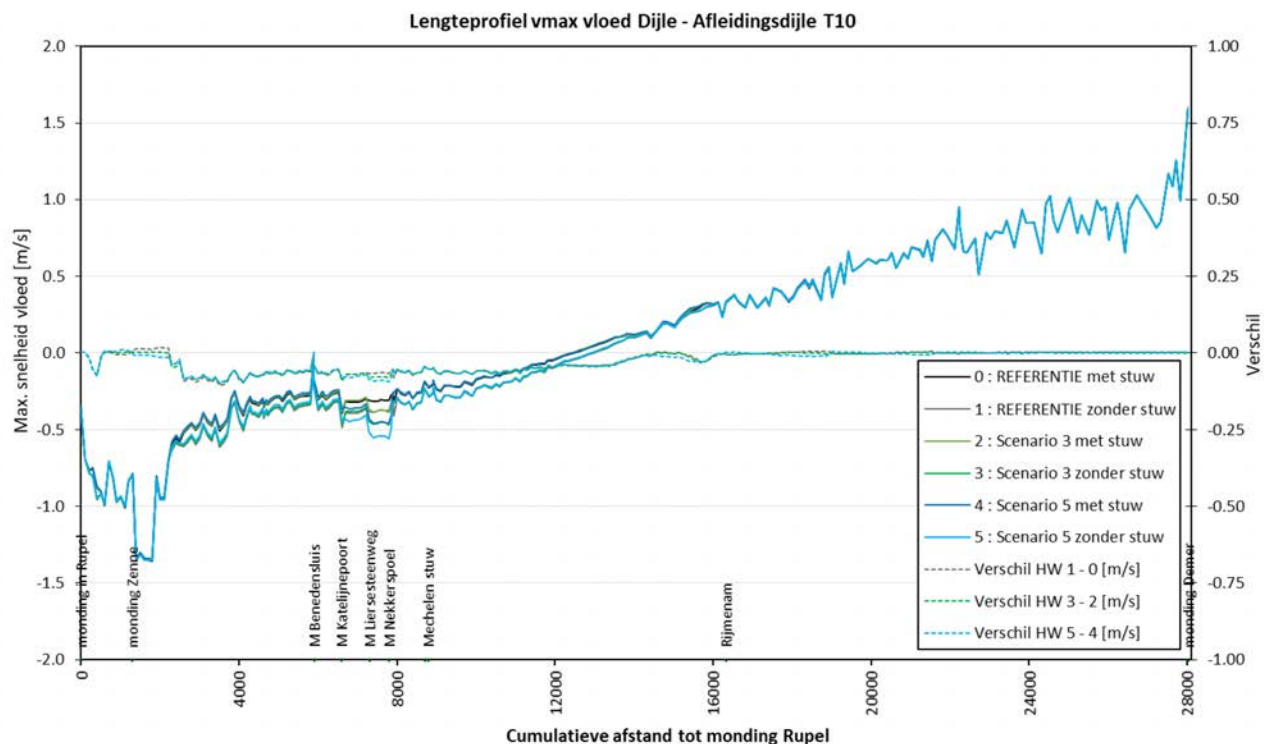
Ter hoogte van Katelijnepoort en Benedensluis zijn de verschillen in waterpeilen in de verschillende scenario's quasi nihil. Ter hoogte van de Katelijnepoort en verder afwaarts bedraagt het verschil in maximum ebsnelheid tussen de verschillende scenario's minder dan 0,05 m/s.

In de scenario's zonder stuw is de maximale vloodsnelheid beperkt groter ten opzichte van de scenario's met werking van de stuw. Het effect van de versmalling van de Aflleidingsdijle op de maximale vloodsnelheid is quasi gelijk in scenario's met werking van de stuw ten opzichte van de scenario's zonder werking van de stuw (zie Figuur 6). De maximale vloodsnelheid stijgt, bij werking van de stuw, met 0,02 m/s in scenario's 1 en 2, met circa 0,07 m/s in scenario 3 en met circa 0,15 m/s in scenario's 4 en 5 ten opzichte van het referentiescenario, tussen Nekkerspoel en Liersesteenweg. In scenario 5 stijgt de maximum vloodsnelheid nog met circa 0,05 m/s tussen Liersesteenweg en Katelijnepoort ten opzichte van het referentiescenario.

Figuur 5 - Lengteprofiel met maximale ebsnelheden Dijle – Afleringsdijle scenarioberekeningen met en zonder stuw – T10



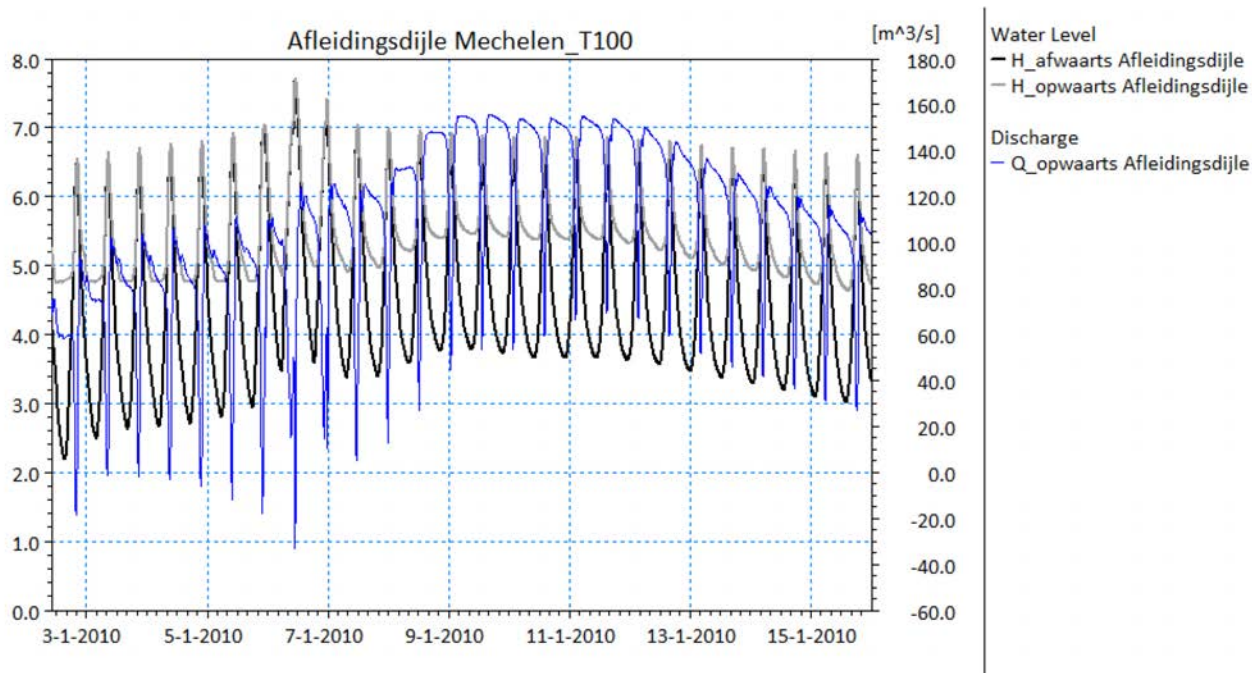
Figuur 6 - Lengteprofiel met maximale vloodsnelheden Dijle – Afleringsdijle scenarioberekeningen met en zonder stuw – T10



T100

Figuur 7 toont het verloop van het waterpeil op de Dijle net afwaarts van de Afleidingsdijle, en het debiet op de Dijle net opwaarts van de Afleidingsdijle tijdens de composietstorm met een terugkeerperiode van 100 jaar. Het maximum waterpeil, veroorzaakt door opstuwing van het waterpeil door een storm in Vlissingen, valt niet samen met het maximum debiet, veroorzaakt door een verhoging van de bovenafvoer aan de opwaartse rand.

Figuur 7 - Waterpeilen op- en afwaarts, en debiet opwaarts van de Afleidingsdijle bij een composietstorm met een terugkeerperiode van 100 jaar



Het effect van de versmalling van de Afleidingsdijle op de maximale waterpeilen bedraagt in alle scenario's, zowel met als zonder stuwwerking in Mechelen, minder dan 2 cm over het volledige lengteprofiel van de Dijle en Afleidingsdijle (zie lengteprofielen in BIJLAGE C).

Enkel in het begin van de composietstorm is er stuwwerking in Mechelen. Gedurende de rest van de simulatieperiode zijn de laagwaters door storm of verhoogde bovenafvoer verhoogd tot boven het stuwpeil van 4,8 mTAW. De stuwwerking te Mechelen zorgt voor een verschil in de ebsnelheden net opwaarts van de stuw. Deze zijn circa 0,5 m/s hoger zonder stuwwerking. Op de Afleidingsdijle is dit verschil beperkt tot 0,1 m/s.

Opwaarts van de stuw te Mechelen stijgen de laagwaterpeilen voornamelijk net na de periode met hoogste bovenafvoer met bijna 5 cm in scenario 2, met bijna 10 cm in scenario 3 en met bijna 20 cm in scenario's 4 en 5. Afwaarts van de stuw te Mechelen zijn de maximale verschillen in laagwaterpeilen circa hetzelfde, al treden deze op bij de hogere laagwaters tijdens de hoogste bovenafvoer.

Ter hoogte van Nekkerspoel, Liersesteenweg en Katelijnepoort treedt nog verhoging op van de laagwaterpeilen. Deze zijn echter kleiner dan 10 cm.

Tijdens een T100 composietstorm bedraagt de maximum ebsnelheid op de Afleidingsdijle tussen Nekkerspoel en Katelijnepoort circa 1,55 m/s met stuwwerking en circa 1,60 m/s zonder stuwwerking. De vernauwing van de Afleidingsdijle zorgt er echter voor dat deze tussen Nekkerspoel en Liersesteenweg verhoogt met circa 0,1 m/s in scenario's 1 en 2, met circa 0,4 m/s in scenario 3 en met 0,75 m/s in scenario's 4 en 5 ten opzichte van het referentiescenario. In scenario's 2, 3 en 4 zet deze verhoging zich verder tot Katelijnepoort met minder dan 0,05 m/s. In scenario 5 bedraagt deze verhoging tussen Liersesteenweg en Nekkerspoel nog 0,3 tot 0,4 m/s.

Het effect op de maximum vloodsnelheid is weerom kleiner dan het effect op de maximum ebsnelheid. Tijdens een T100 composietstorm bedraagt de maximum vloodsnelheid op de Afleidingsdijle tussen Nekkerspoel en Katelijnepoort circa 0,3 m/s. Deze stijgt met circa 0,02 m/s in scenario's 1 en 2, met circa 0,06 m/s in scenario 3 en met circa 0,13 m/s in scenario 4 en 5 tussen Nekkerspoel en Liersesteenweg. Tussen Liersesteenweg en Katelijnepoort treedt in scenario 5 nog een beperkte stijging op met circa 0,03 m/s.

Tabel 7 – Overzicht maximale ebsnelheden met en zonder stuwwerking - T10 en T100

	Locatie	Referentie	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4	Scenario 5
T10 – met stuw	Opwaarts stuw	1.15	1.15	1.15	1.15	1.10	1.10
	Afwaarts stuw	1.40	1.40	1.40	1.40	1.35	1.35
	Nekkerspoel	1.60	1.70	1.70	2.00	2.30	2.30
	Liersesteenweg	1.50	1.60	1.60	1.90	2.15	2.10
	Katlijnepoort	1.90	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95
	Benedensluis	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
T10 – zonder stuw	Opwaarts stuw	1.45	1.45	1.45	1.45	1.40	1.40
	Afwaarts stuw	1.45	1.45	1.45	1.40	1.35	1.35
	Nekkerspoel	1.65	1.70	1.70	2.05	2.40	2.35
	Liersesteenweg	1.55	1.60	1.60	1.90	2.20	2.15
	Katlijnepoort	1.95	1.95	1.95	2.00	2.00	2.00
	Benedensluis	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
T100 – met stuw	Opwaarts stuw	1.20	1.20	1.20	1.20	1.15	1.15
	Afwaarts stuw	1.45	1.45	1.45	1.45	1.40	1.35
	Nekkerspoel	1.65	1.70	1.70	2.10	2.40	2.35
	Liersesteenweg	1.55	1.65	1.65	1.95	2.25	2.25
	Katlijnepoort	1.95	1.95	1.95	2.00	2.05	2.00
	Benedensluis	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
T100 – zonder stuw	Opwaarts stuw	1.50	1.50	1.50	1.45	1.40	1.40
	Afwaarts stuw	1.50	1.50	1.50	1.45	1.40	1.40
	Nekkerspoel	1.70	1.75	1.75	2.10	2.45	2.40
	Liersesteenweg	1.60	1.65	1.65	1.95	2.25	2.25
	Katlijnepoort	2.00	2.00	2.00	2.05	2.05	2.00
	Benedensluis	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05

4 Conclusies

Om de impact van het versmallen van de Aflleidingsdijle te Mechelen in te schatten werden 5 scenario's doorgerekend met een versmalling van 1 tot 11 m over verschillende trajecten. Deze scenario's werden doorgerekend voor drie simulatieperioden met stormen, al dan niet met werking van de stuw, of in combinatie met verhoogde bovenafvoer. Bijkomend werden de scenario's doorgerekend voor 2 composietstormen met een terugkeerperiode van 10 en 100 jaar, met en zonder werking van de stuw in Mechelen.

Het versmallen van de Aflleidingsdijle te Mechelen heeft slechts een beperkt effect (< 2 cm) op de maximale waterpeilen op de Aflleidingsdijle, en op- en afwaarts op de Dijle. Wanneer de stuw niet in werking is, is er wel een effect op de laagwaters nabij de stuw, met een stijging tot 20 cm bij de grootste versmalling.

De snelheid van het water in de Aflleidingsdijle wordt echter meer beïnvloed door de doorgerekende versmalling. Bij de historische gebeurtenissen, zonder werking van de stuw, is het effect van de versmalling het grootst bij de maximale ebsnelheden, met een verhoging tot 0,5 m/s tussen op een maximale snelheid van minder dan 2 m/s, tussen Nekkerspoel en Liersesteenweg, bij een versmalling van 11 m. Wanneer de stuw in werking is, tijdens de storm van dec2013, is de verhoging het grootst bij de maximale vloedsnelheden, tot 0,35 m/s op maximale snelheden van minder dan 1 m/s. Bij deze storm was er echter geen verhoogde bovenafvoer.

De scenario's met de composietstormen werden doorgerekend om het effect van de versmalling van de Aflleidingsdijle bij verhoogde bovenafvoer en hoger waterpeilen in te schatten, en om een onderscheid te maken tussen scenario's met en zonder werking van de stuw.

Ook bij de composietstormen is het effect van het versmallen van de Aflleidingsdijle op de hoogwaterpeilen in de Aflleidingsdijle zeer klein. Het verschil tussen de verschillende scenario's blijft kleiner dan 2 cm over het volledige lengteprofiel. Wanneer de stuw niet in werking is, is er een effect op de laagwaters opwaarts van de stuw. Deze stijgen met circa 10 cm bij een versmalling van 11 m. Afwaarts van de stuw is de stijging van de laagwaters groter. De hoge laagwaters, tijdens de verhoogde bovenafvoer, stijgen met circa 20 cm bij een versmalling van 11 m.

Het grootste verschil in stroomsnelheid in de scenario's met en zonder werking van de stuw, bij T10 en T100, treedt op net opwaarts van de stuw. Wanneer de stuw niet in werking is, is de maximum ebsnelheid tot 0,5 m/s hoger ten opzichte van de scenario's zonder werking van de stuw. Deze stijging neemt af, maar zet zich enkele kilometers opwaarts van de stuw door. Het effect van het versmallen van de Aflleidingsdijle op de maximum ebsnelheid net opwaarts van de stuw is ook groter bij werking van de stuw, met een daling tot 0,1 m/s.

Afwaarts van de stuw zijn de verschillen kleiner tussen de scenario's met en zonder werking van de stuw. Bij T10 treedt een maximale stijging op van de ebsnelheid met 0,6 m/s ter hoogte van Liersesteenweg bij een versmalling van 11 m. Bij T100 bedraagt deze maximale stijging 0,75 m/s.

Het effect van het versmallen van de Aflleidingsdijle op de maximale vloedsnelheid is kleiner dan op de maximale ebsnelheid. Het maximaal effect treedt op wanneer de stuw in werking is tussen Nekkerspoel en Liersesteenweg bij een versmalling van 11 m, met een stijging van 0,15 m/s op een maximum snelheid van circa 0,50 m/s.

5 Referenties

Coen, L.; Deschamps, M.; Vanderkimpen, P.; Mostaert, F. (2018a). Hindcast storm 3 januari 2018 met 1D-modellen: 30/12/2017 - 09/01/2018: Antwerpen

Coen, L.; Deschamps, M.; Vanderkimpen, P.; Mostaert, F. (2018b). Mike11 model Zeeschelde en tijgebonden zijrivieren - Beschrijving versie 2015. Versie 4.0. *WL Rapporten*, 14_106_6. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen

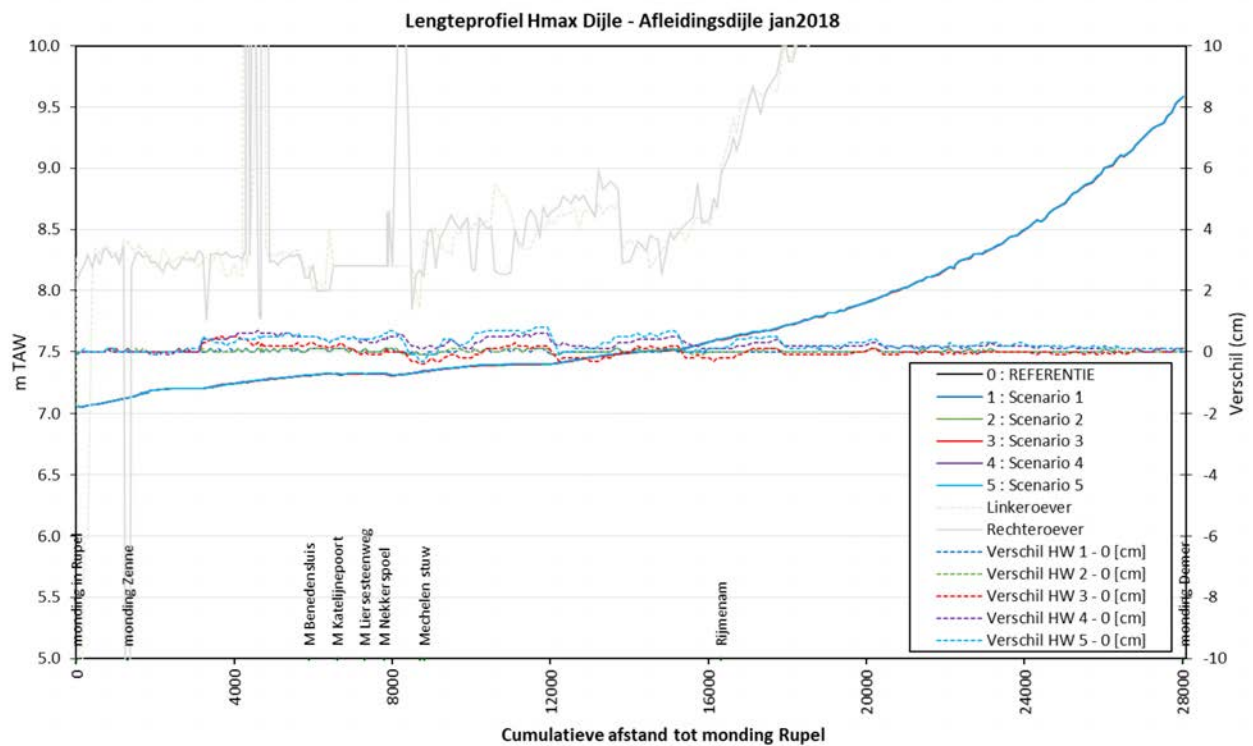
Coen, L.; Vanderkimpen, P.; Vanlede, J.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2017). Integraal plan Boven-Zeeschelde – Veiligheidstoets B-&C-alternatieven: deelrapport 1. Kalibratie Zeescheldemodel. Versie 5.0. *WL Rapporten*, 14_176_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen. XXVII, 54 + 199 p. appendices pp.

DHI. (2017). MIKE11. A modelling system for rivers and channels. Reference manuel. MIKE by DHI

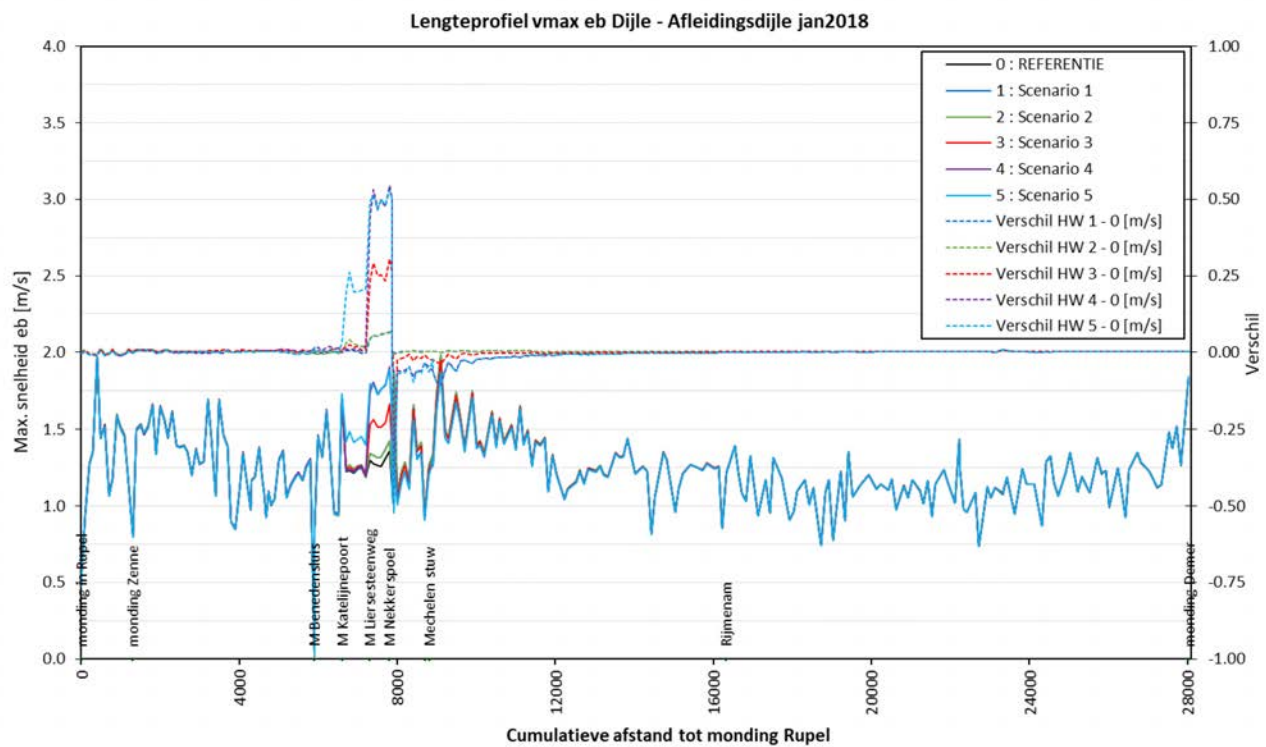
BIJLAGE A Resultaten historische gebeurtenissen – lengteprofielen

Jan2018

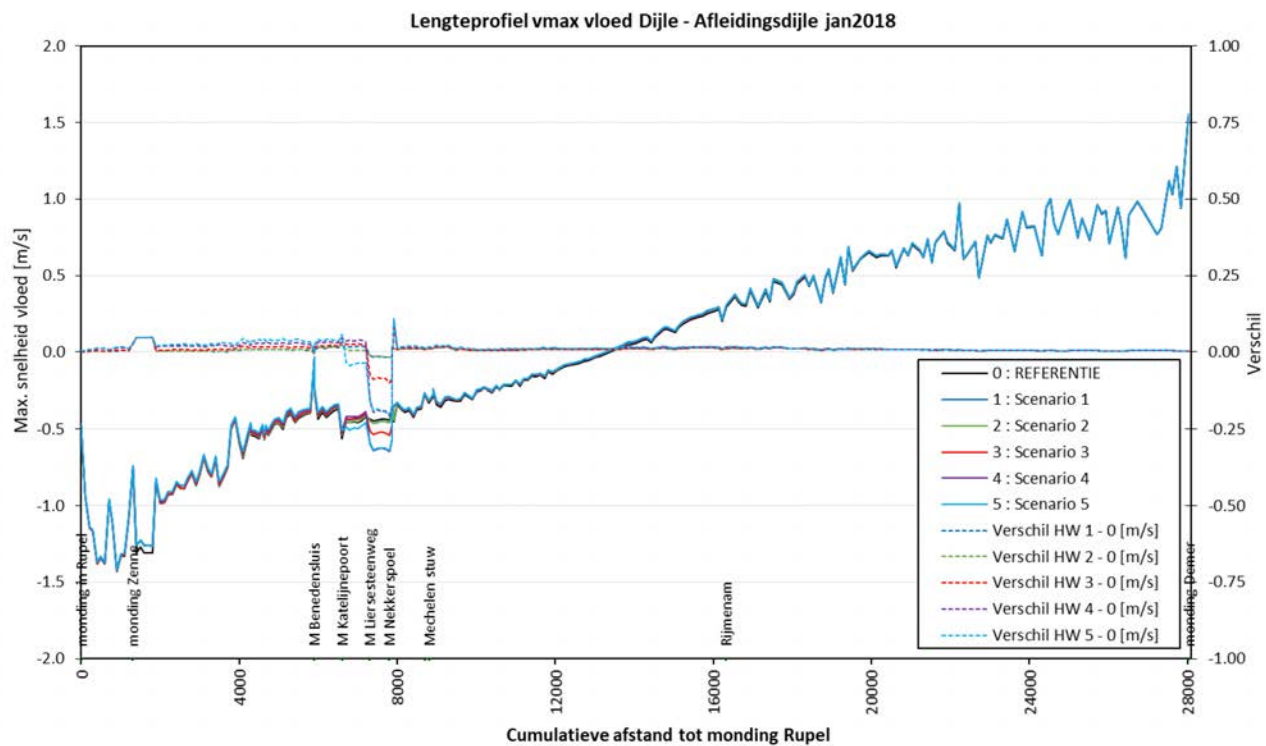
Figuur A 1 – Lengteprofiel met maximale waterpeilen Dijle – Afleidingsdijle scenarioberekeningen jan2018



Figuur A 2 - Lengteprofiel met maximale ebsnelheden Dijle – Afleringsdijle scenarioberekeningen jan2018

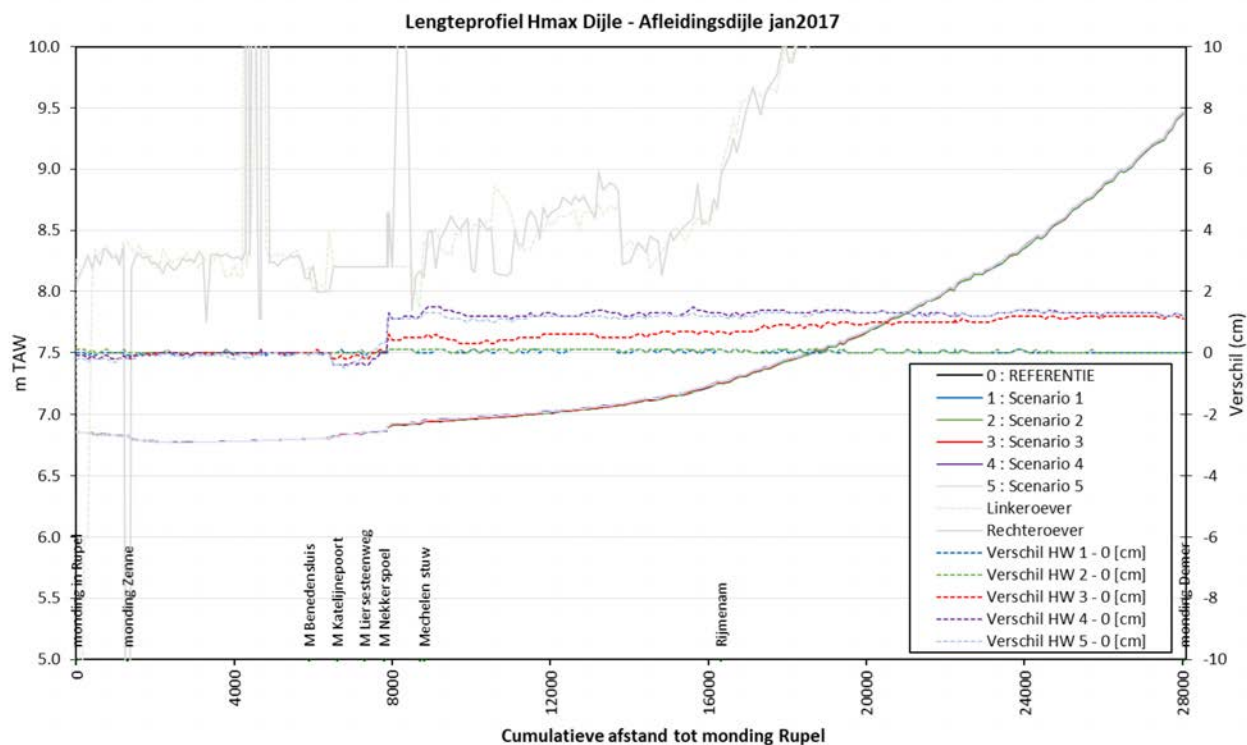


Figuur A 3 - Lengteprofiel met maximale vloedsnelheden Dijle – Afleringsdijle scenarioberekeningen jan2018

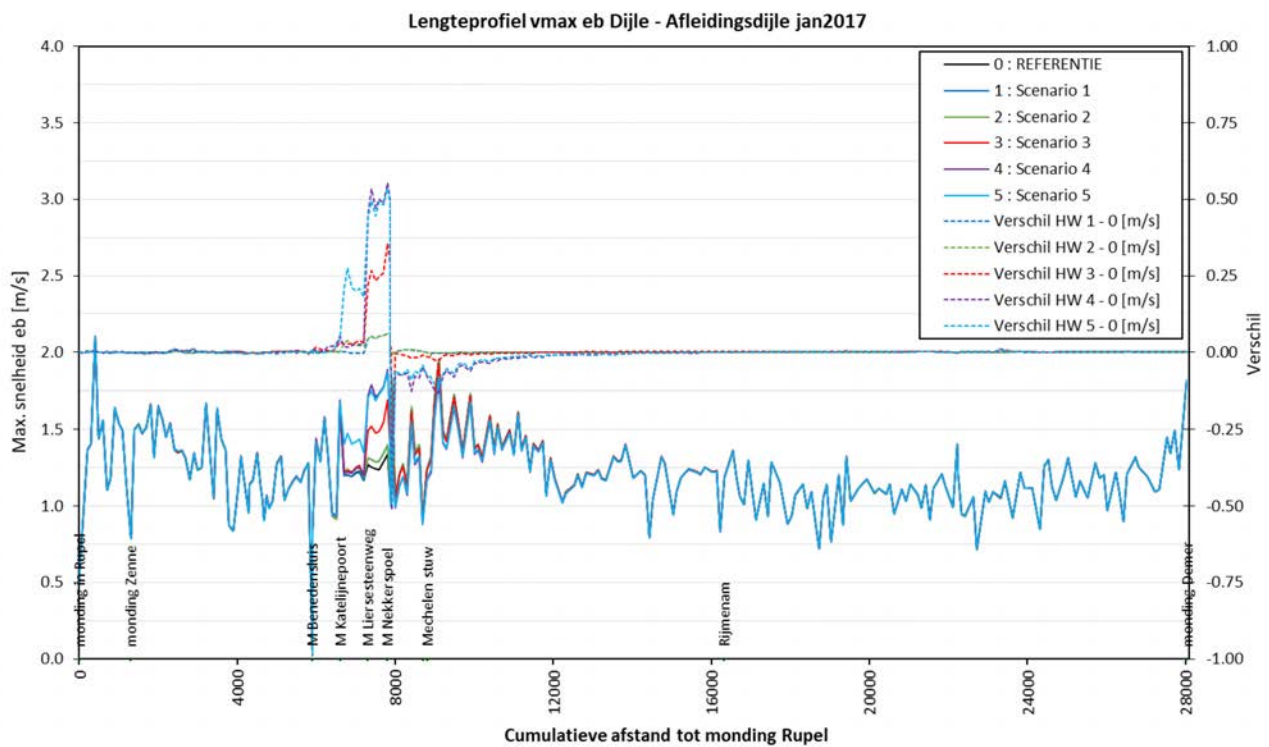


Jan2017

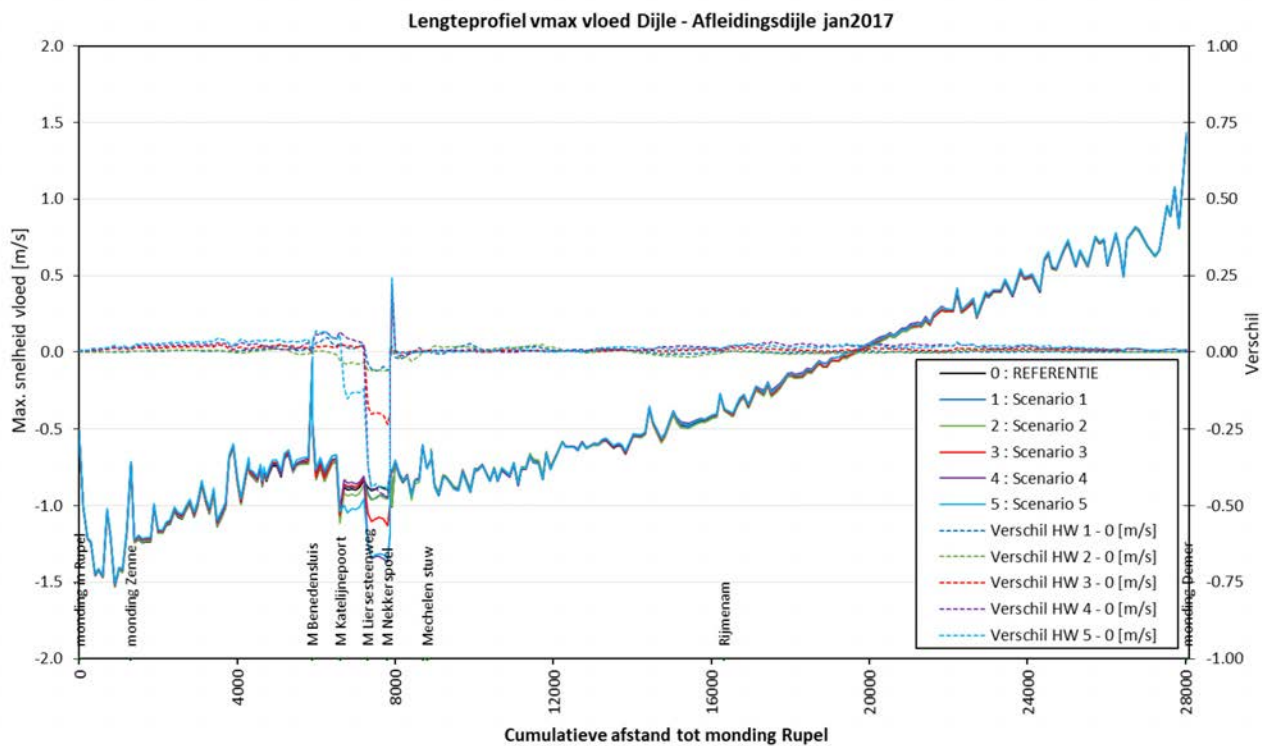
Figuur A 4 – Lengteprofiel met maximale waterpeilen Dijle – Afleidingsdijle scenarioberekeningen jan2017



Figuur A 5 - Lengteprofiel met maximale ebsnelheden Dijle – Afleidingsdijle scenarioberekeningen jan2017

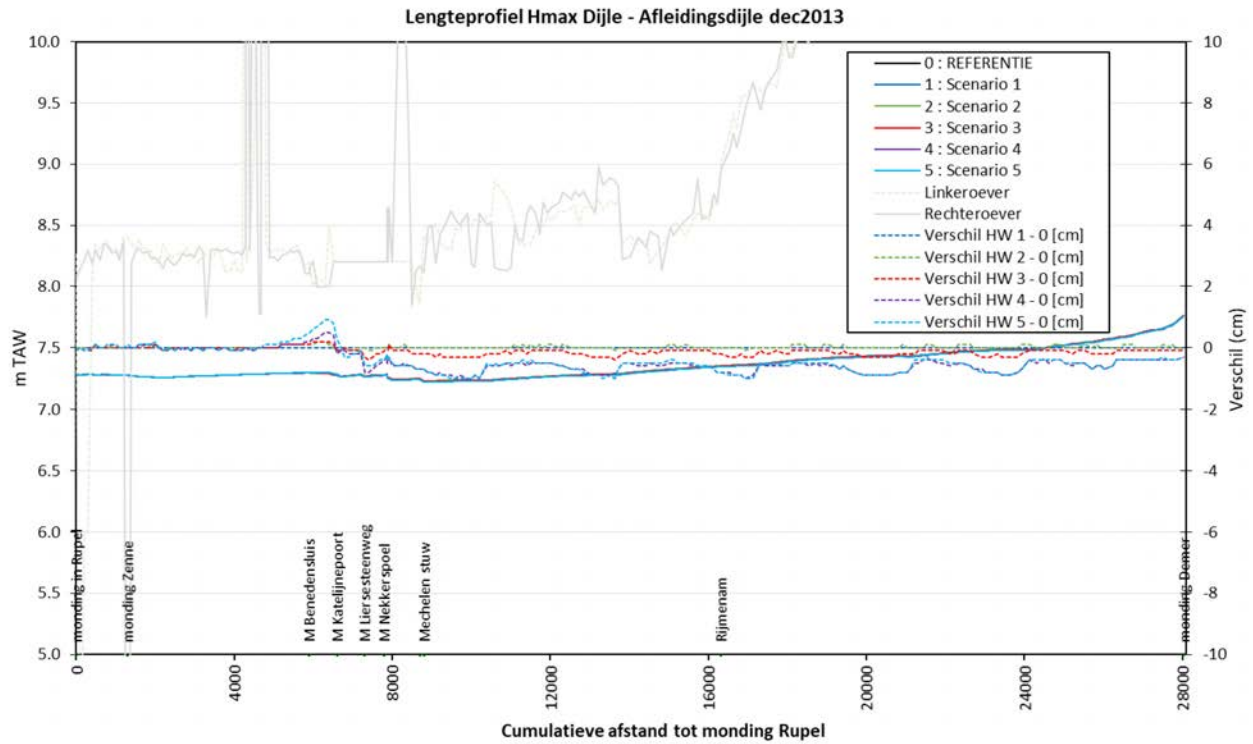


Figuur A 6 - Lengteprofiel met maximale vloedsnelheden Dijle – Afleidingsdijle scenarioberekeningen jan2017

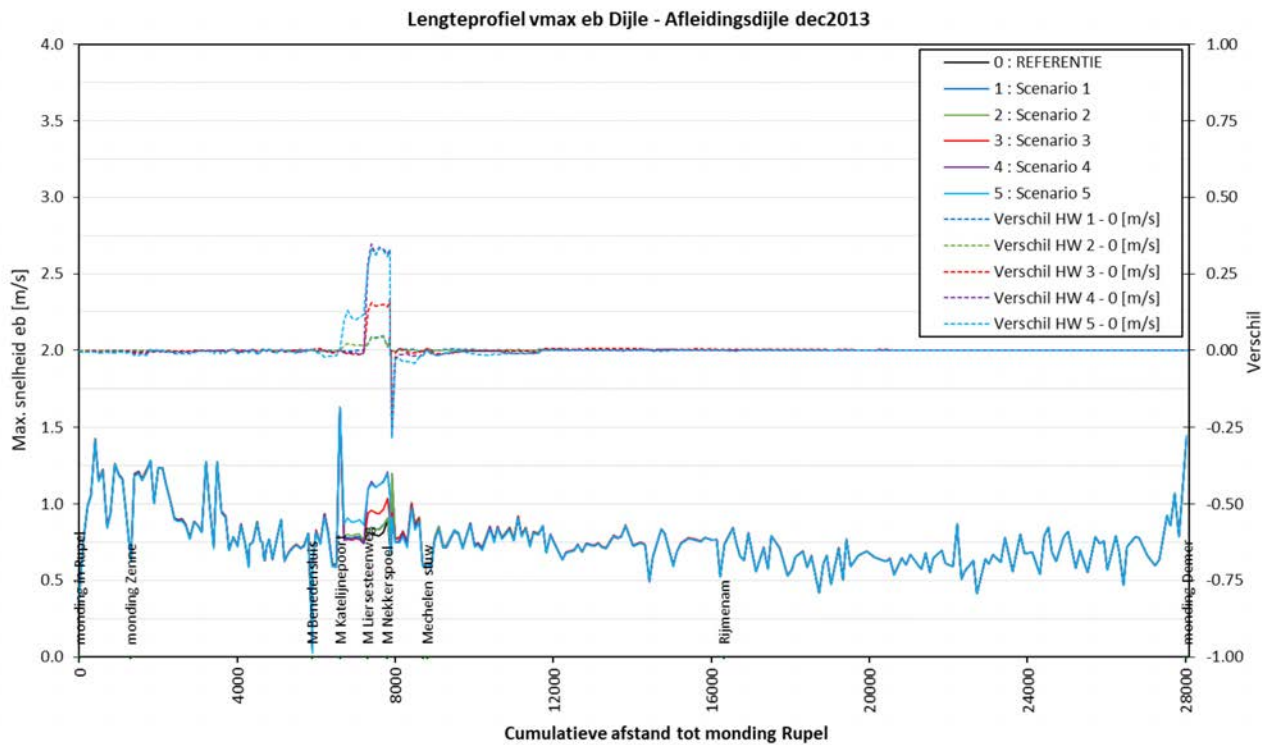


Dec2013

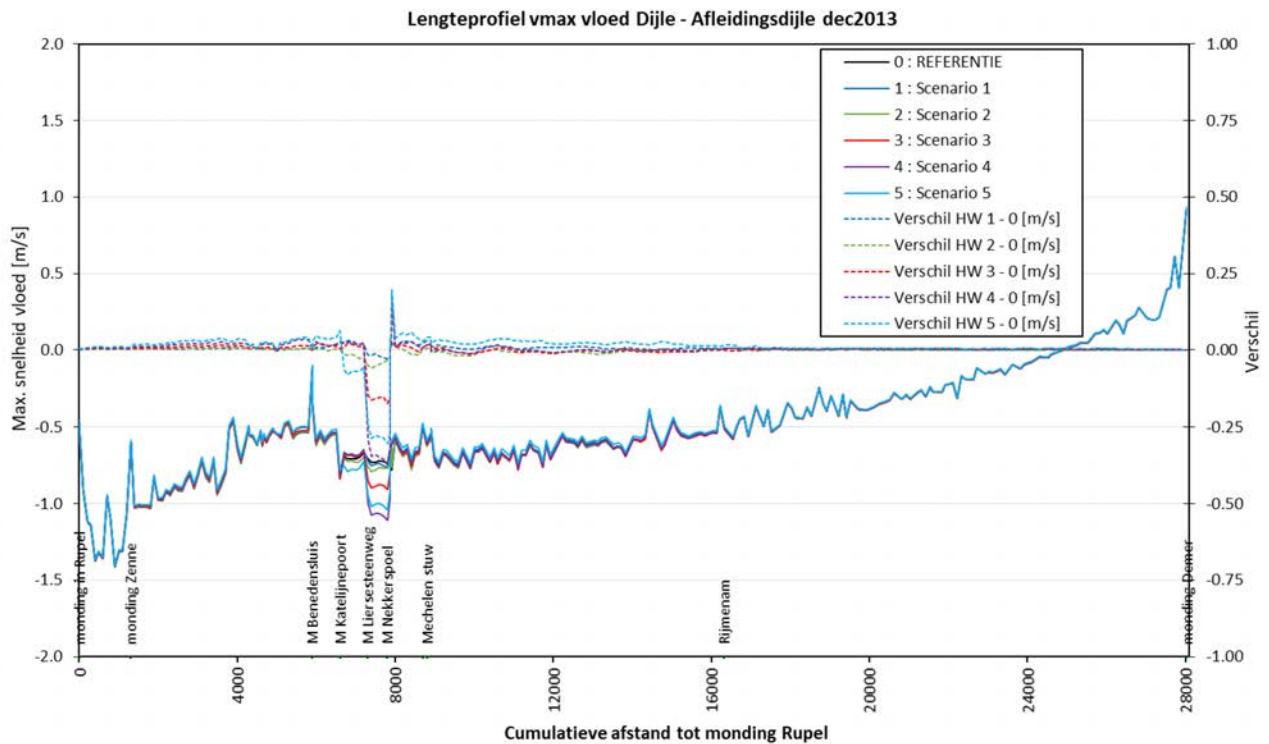
Figuur A 7 - Lengteprofiel met maximale waterpeilen Dijle – Afleidingsdijle scenarioberekeningen dec2013



Figuur A 8 - Lengteprofiel met maximale ebsnelheden Dijle – Afleidingsdijle scenarioberekeningen dec2013



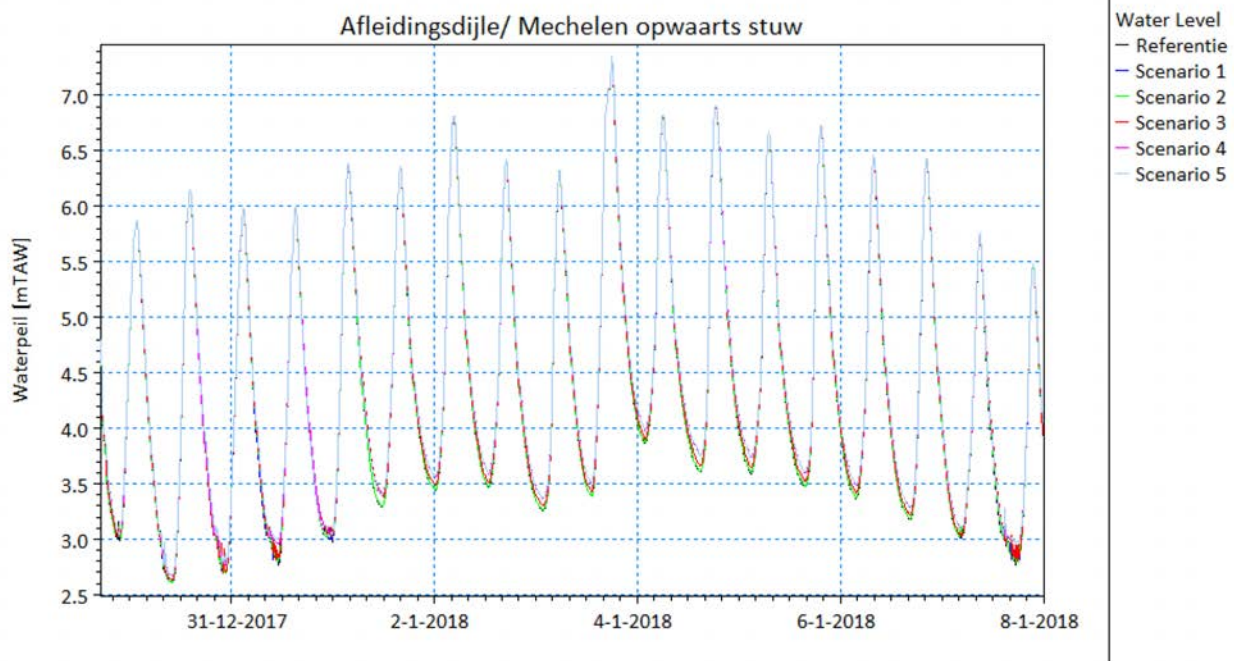
Figuur A 9 - Lengteprofiel met maximale vloedsnelheden Dijle – Afleidingsdijle scenarioberekeningen dec2013



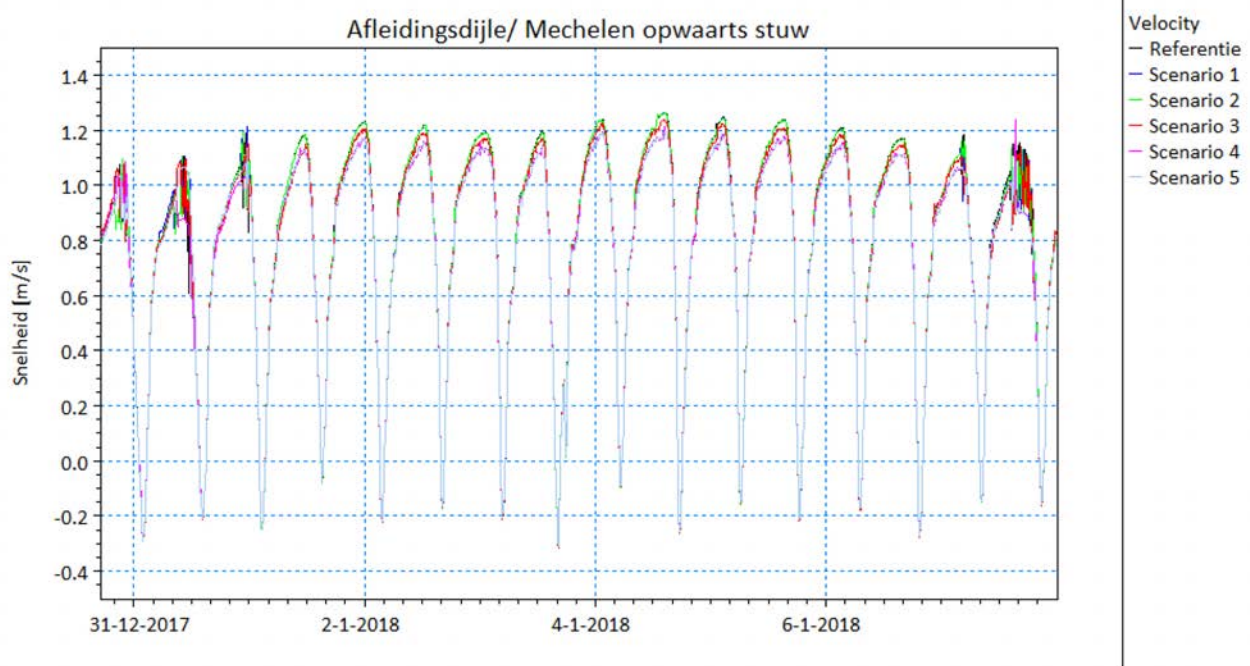
BIJLAGE B Resultaten historische gebeurtenissen – grafieken waterpeilen en snelheden

Jan2018

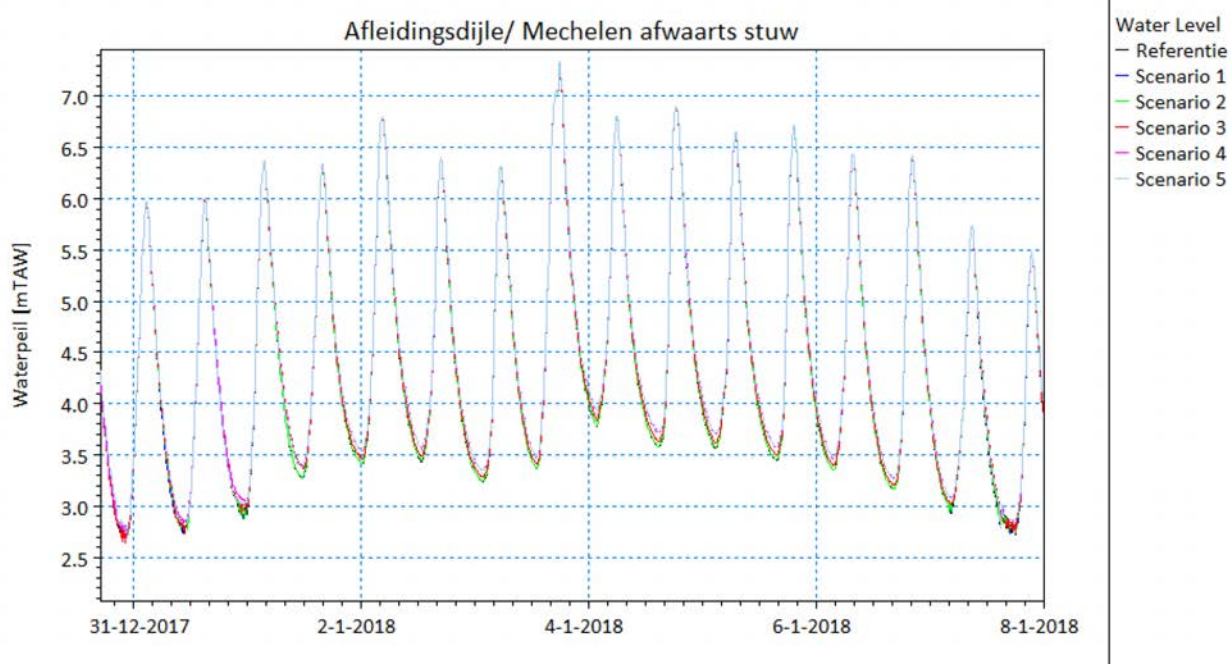
Figuur B 1 – Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen opwaarts stuw - scenarioberekeningen jan2018



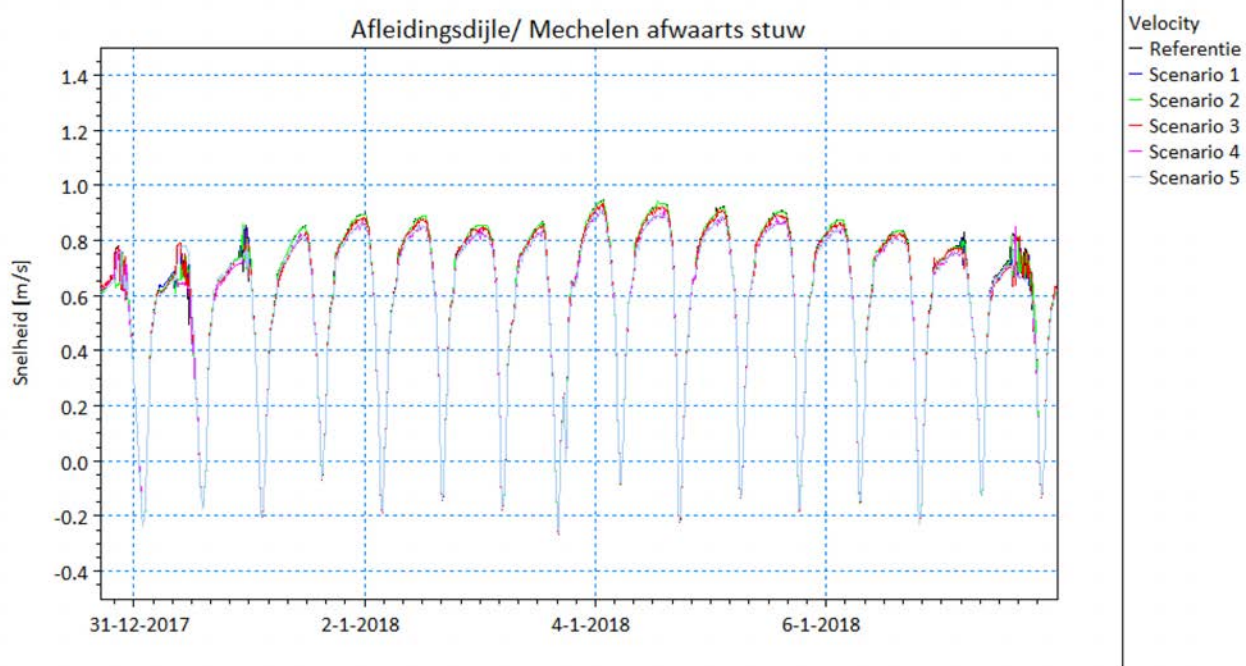
Figuur B 2 – Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen opwaarts stuw - scenarioberekeningen jan2018



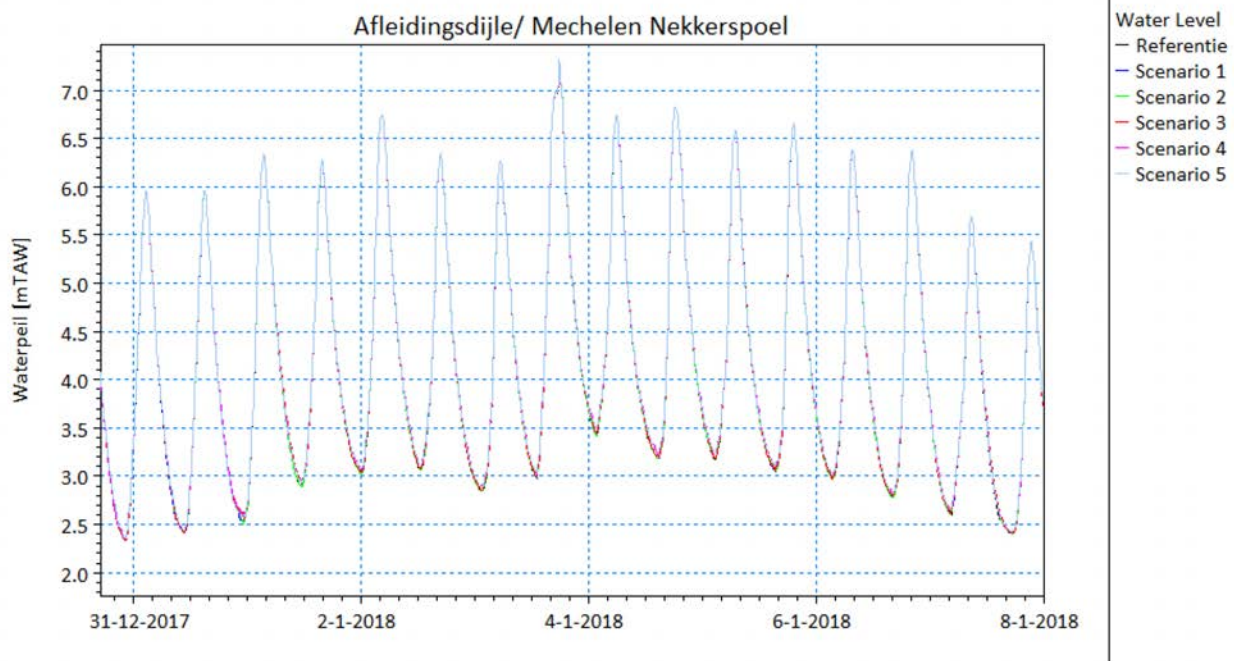
Figuur B 3 – Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen afwaarts stuw - scenarioberekeningen jan2018



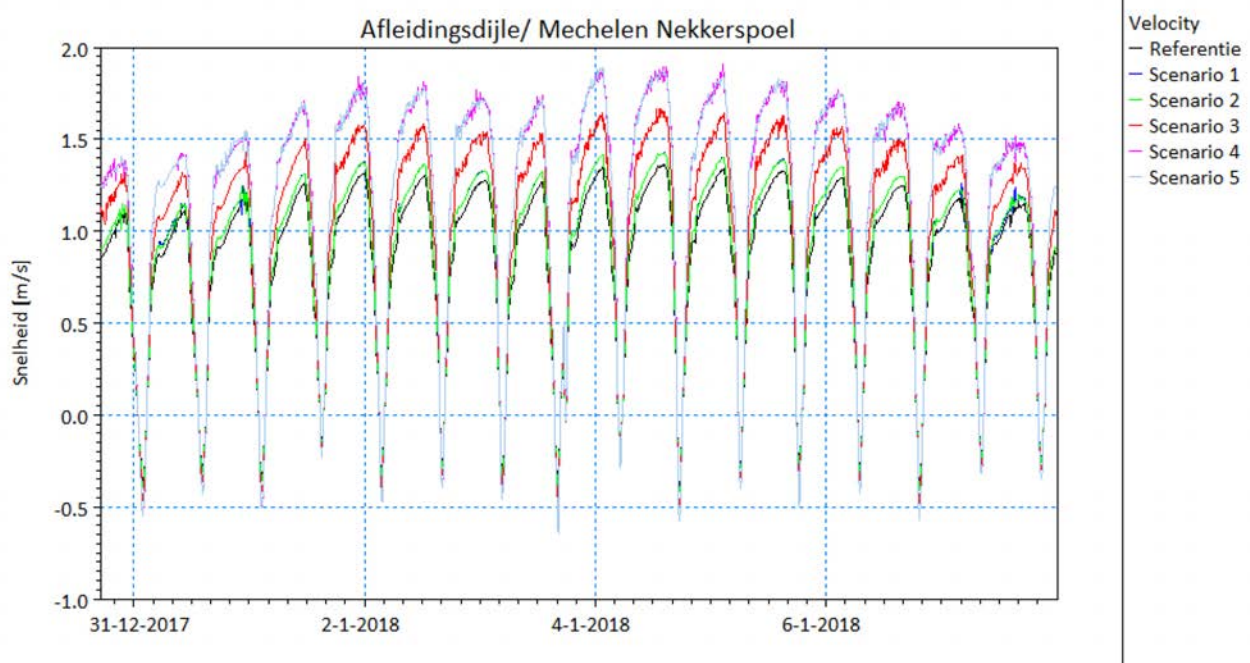
Figuur B 4 – Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen afwaarts stuw - scenarioberekeningen jan2018



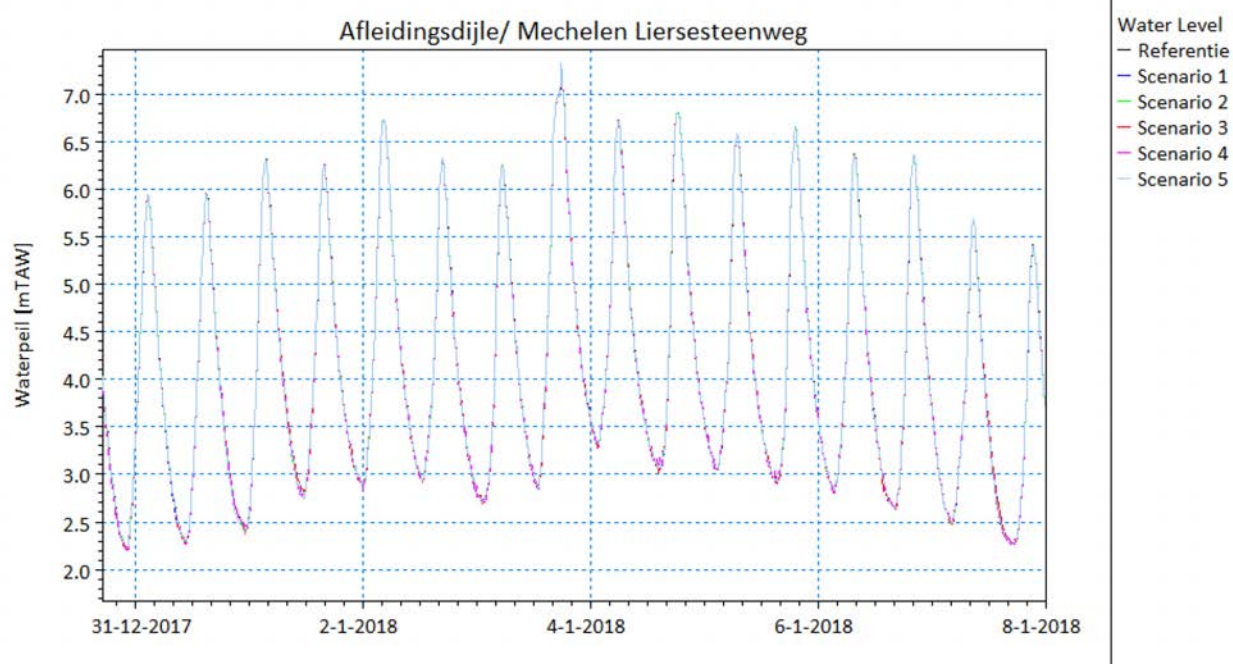
Figuur B 5 – Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen Nekkerspoel - scenarioberekeningen jan2018



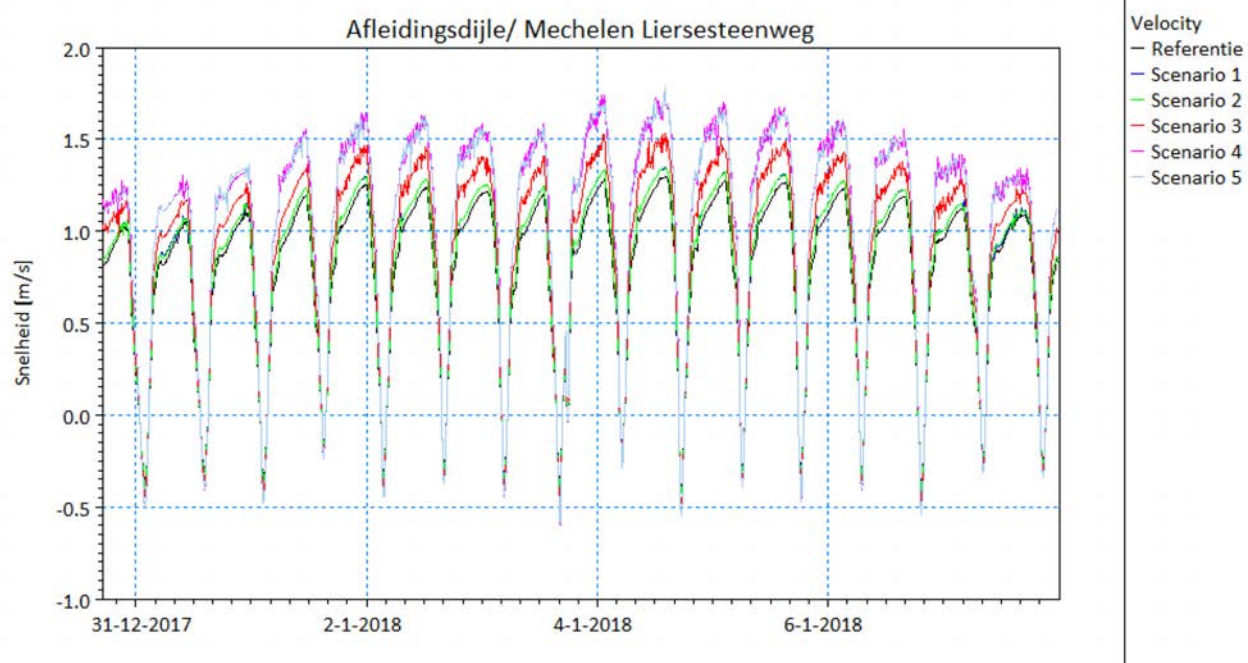
Figuur B 6 – Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen Nekkerspoel - scenarioberekeningen jan2018



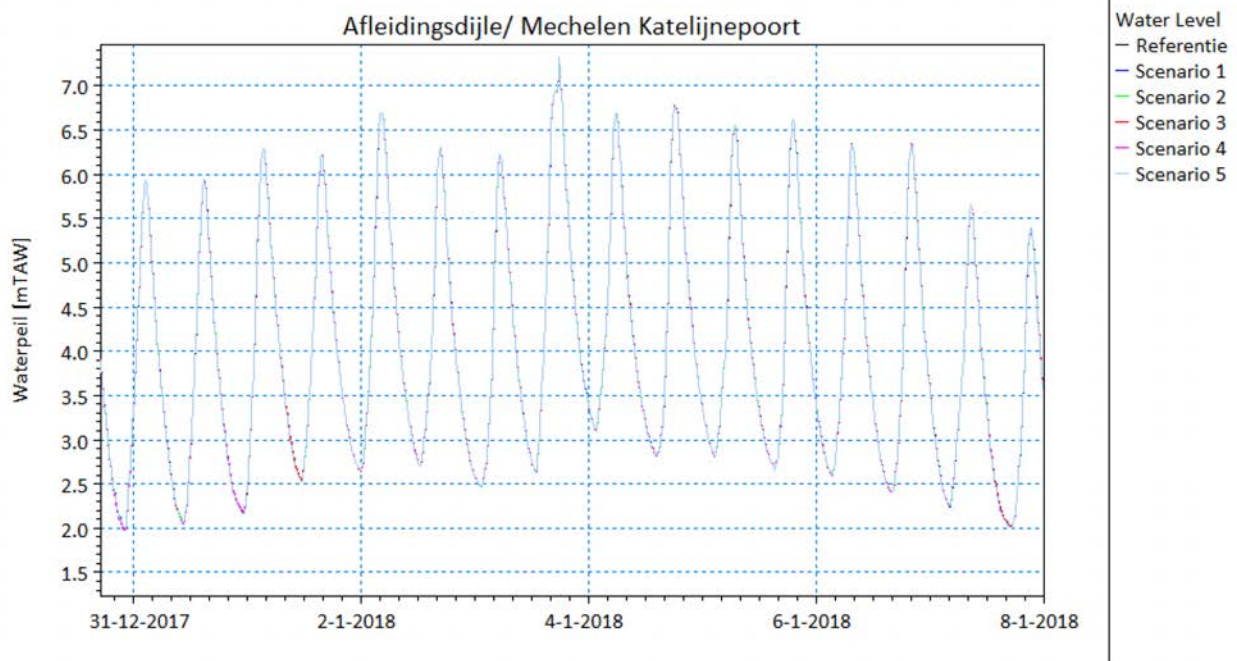
Figuur B 7 – Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen Liersesteenweg - scenarioberekeningen jan2018



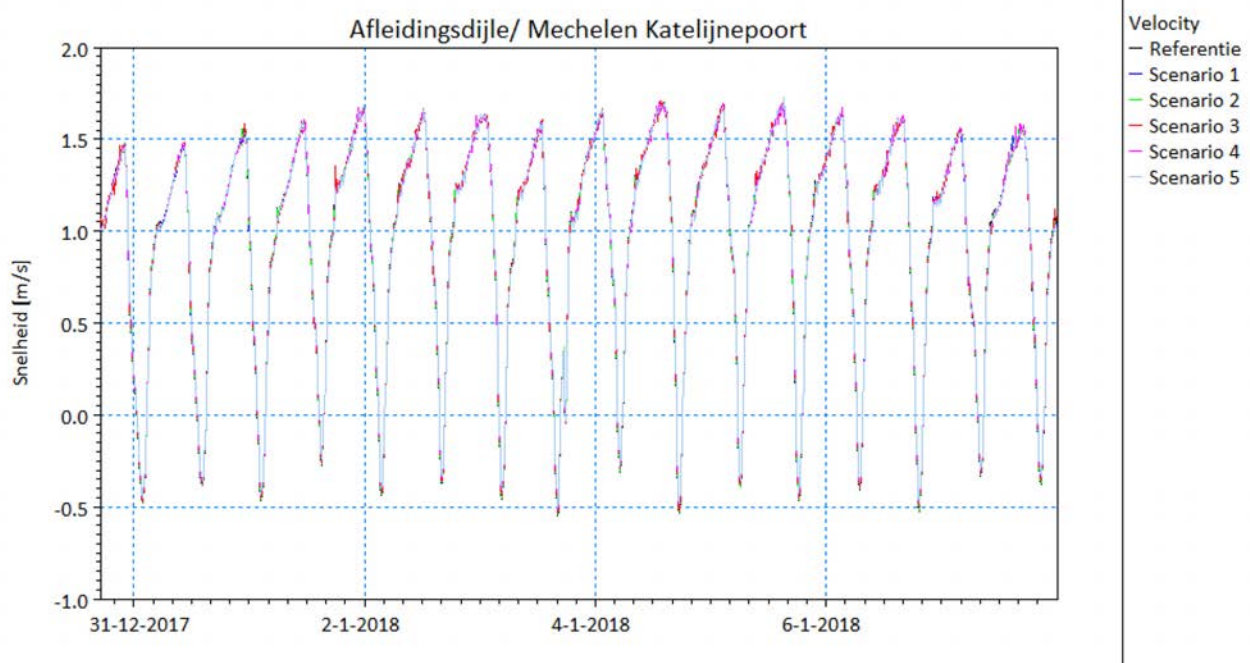
Figuur B 8 – Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen Liersesteenweg - scenarioberekeningen jan2018



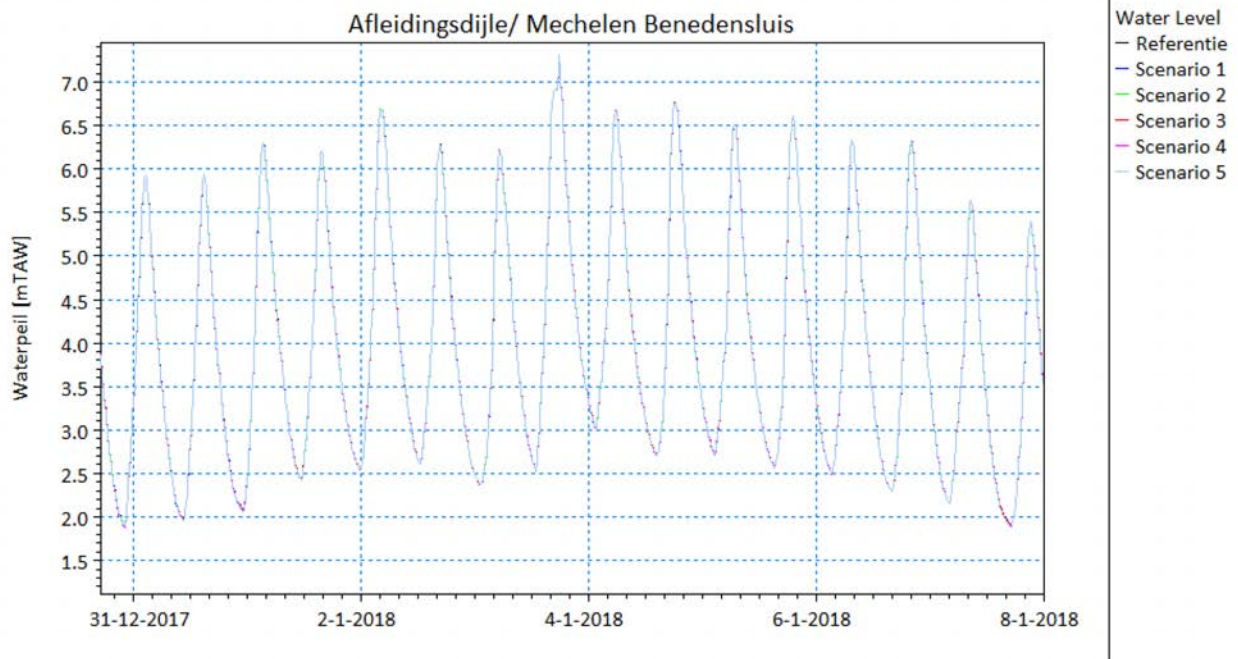
Figuur B 9 – Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen Katelijnepoort - scenarioberekeningen jan2018



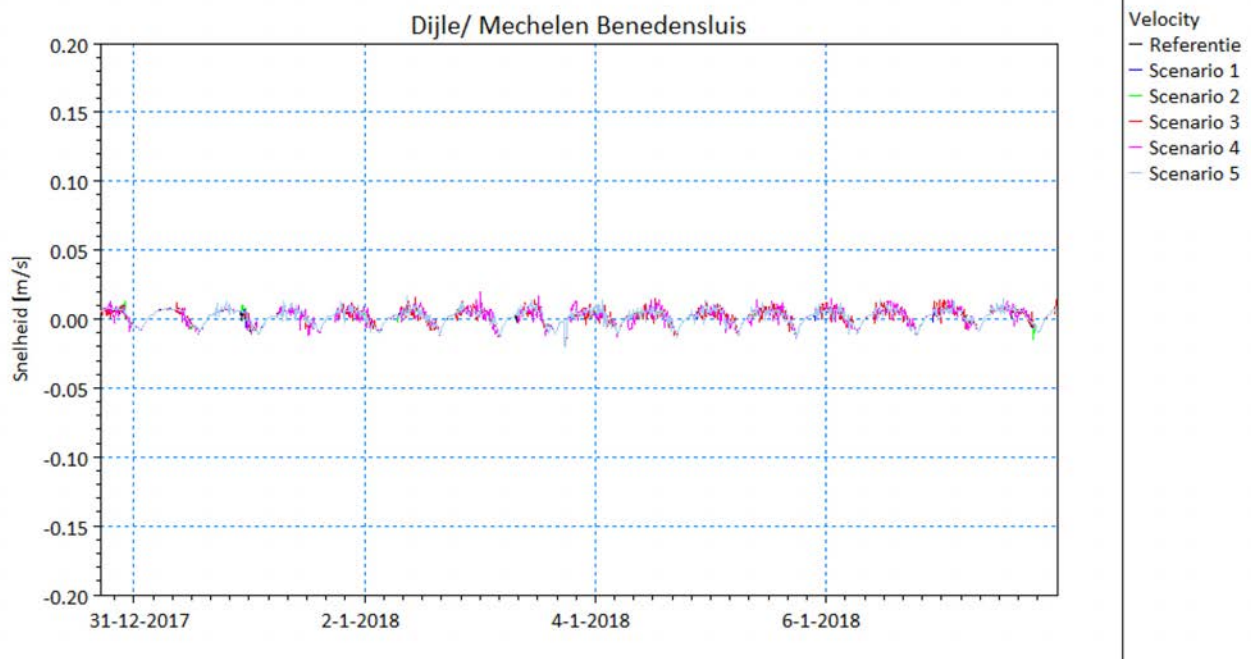
Figuur B 10 – Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen Katelijnepoort - scenarioberekeningen jan2018



Figuur B 11 – Tijdreeksen waterpeilen Dijle/ Mechelen Benedensluis - scenarioberekeningen jan2018

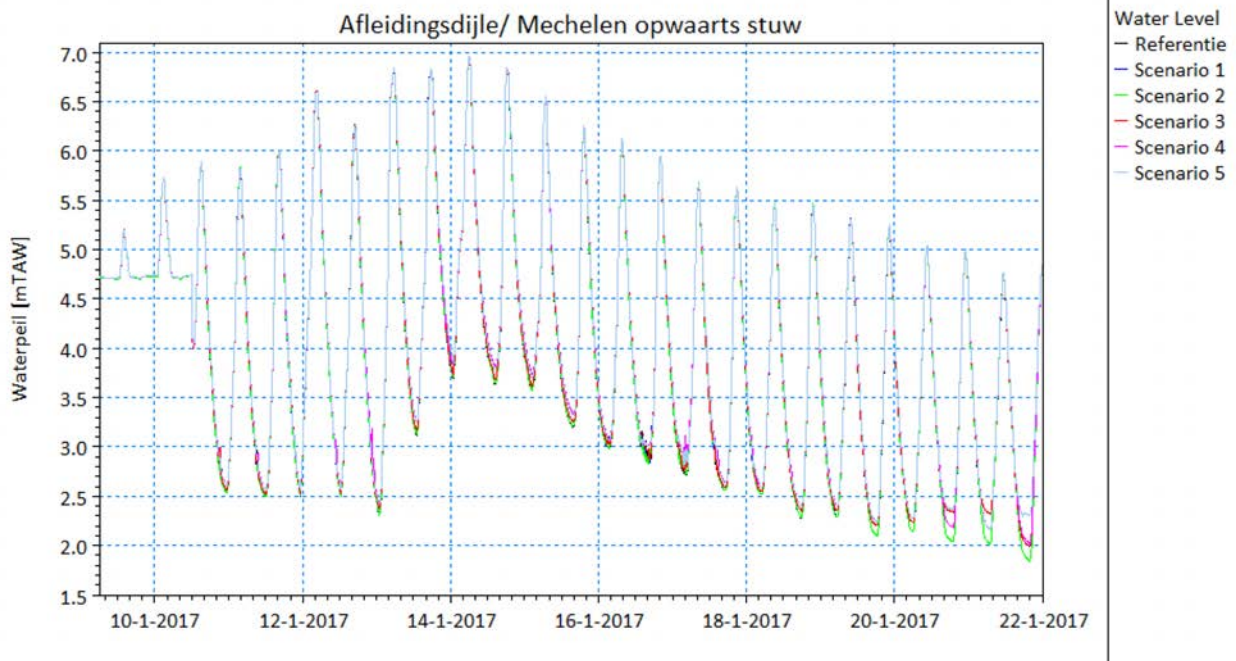


Figuur B 12 – Tijdreeksen snelheden Dijle/ Mechelen Benedensluis - scenarioberekeningen jan2018

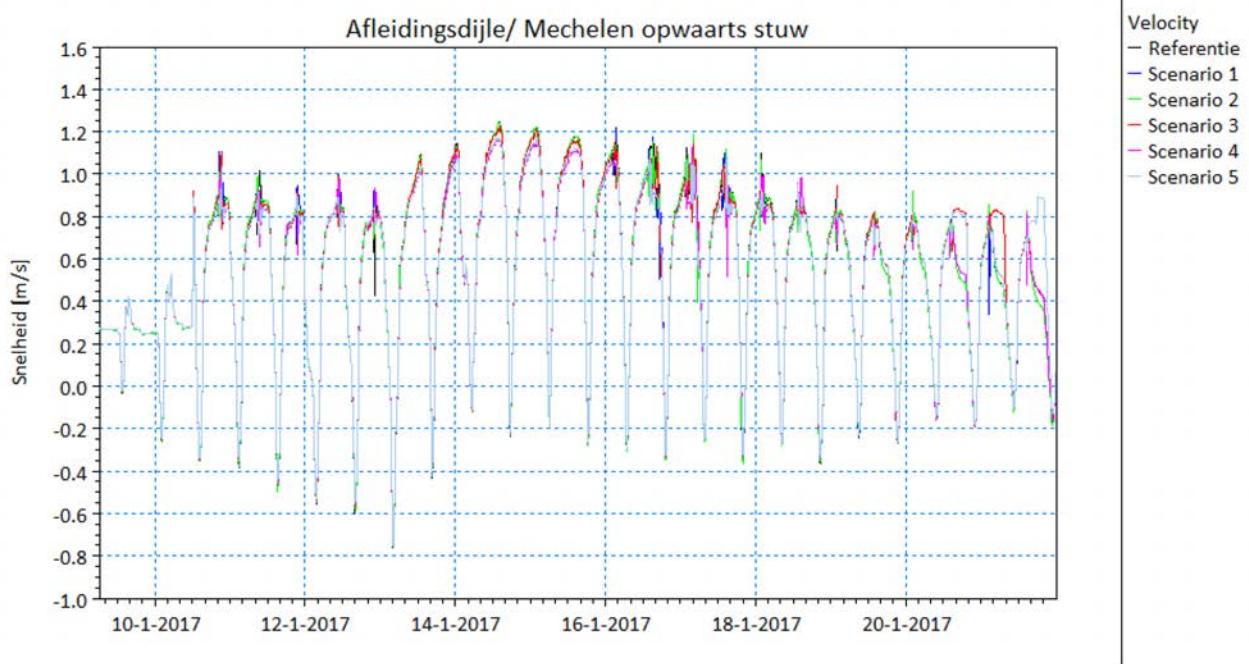


Jan2017

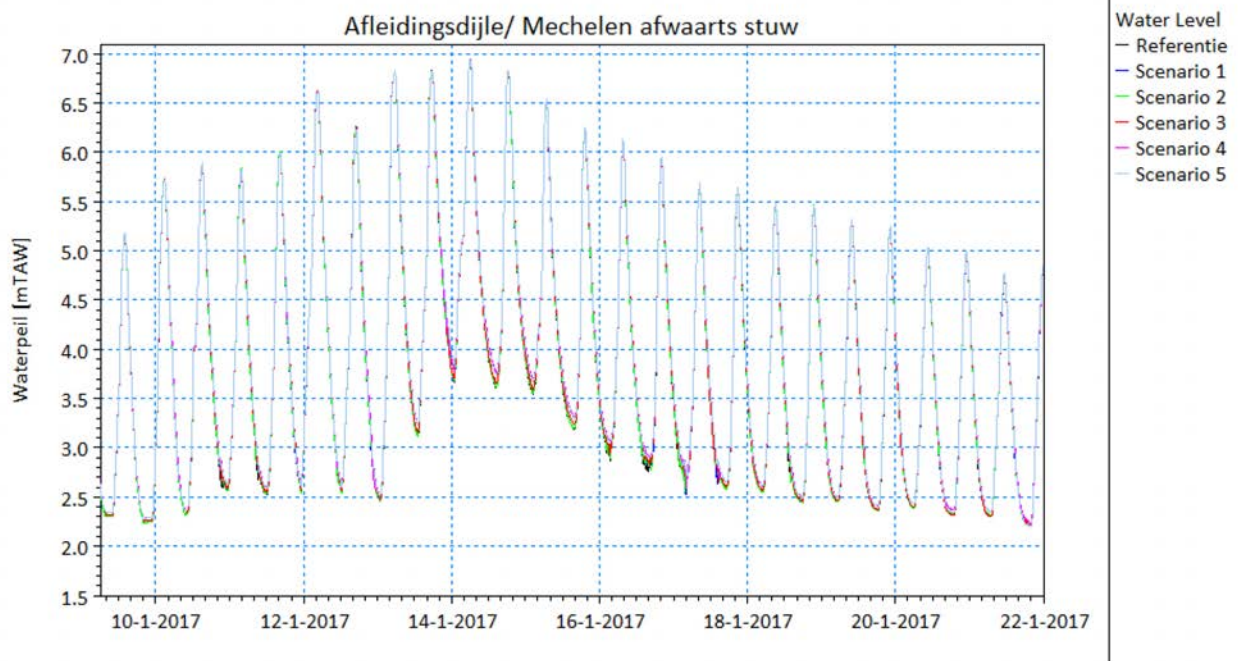
Figuur B 13 – Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen opwaarts stuw - scenarioberekeningen jan2017



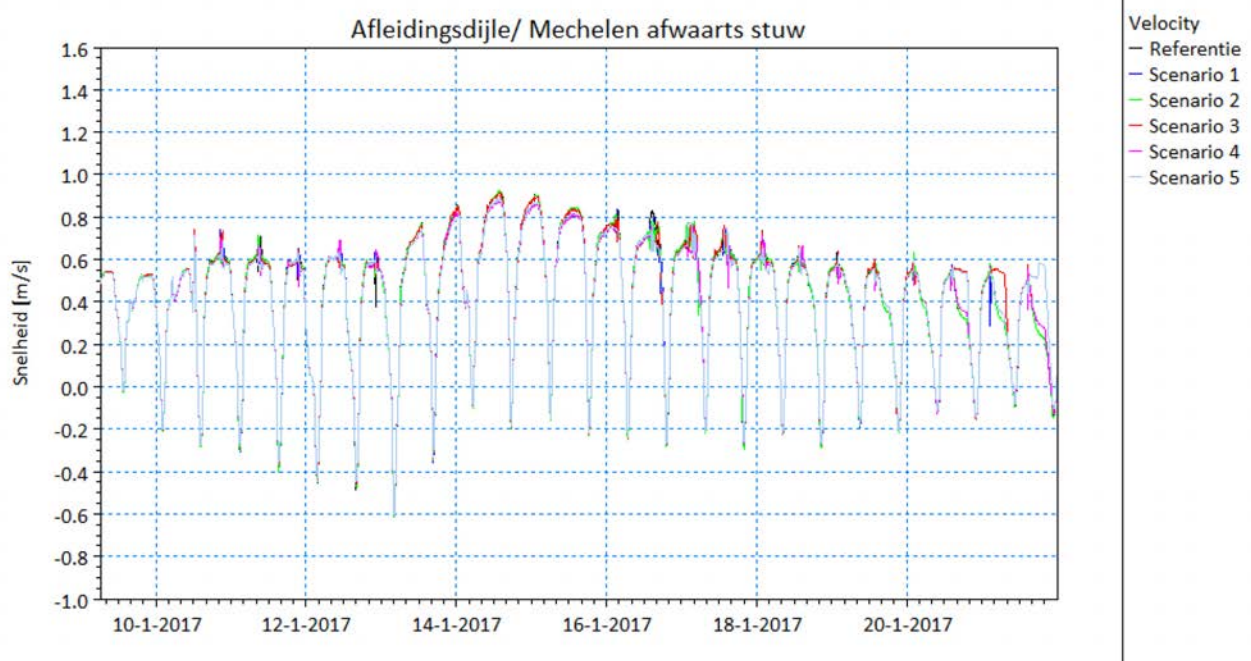
Figuur B 14 – Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen afwaarts stuw - scenarioberekeningen jan2017



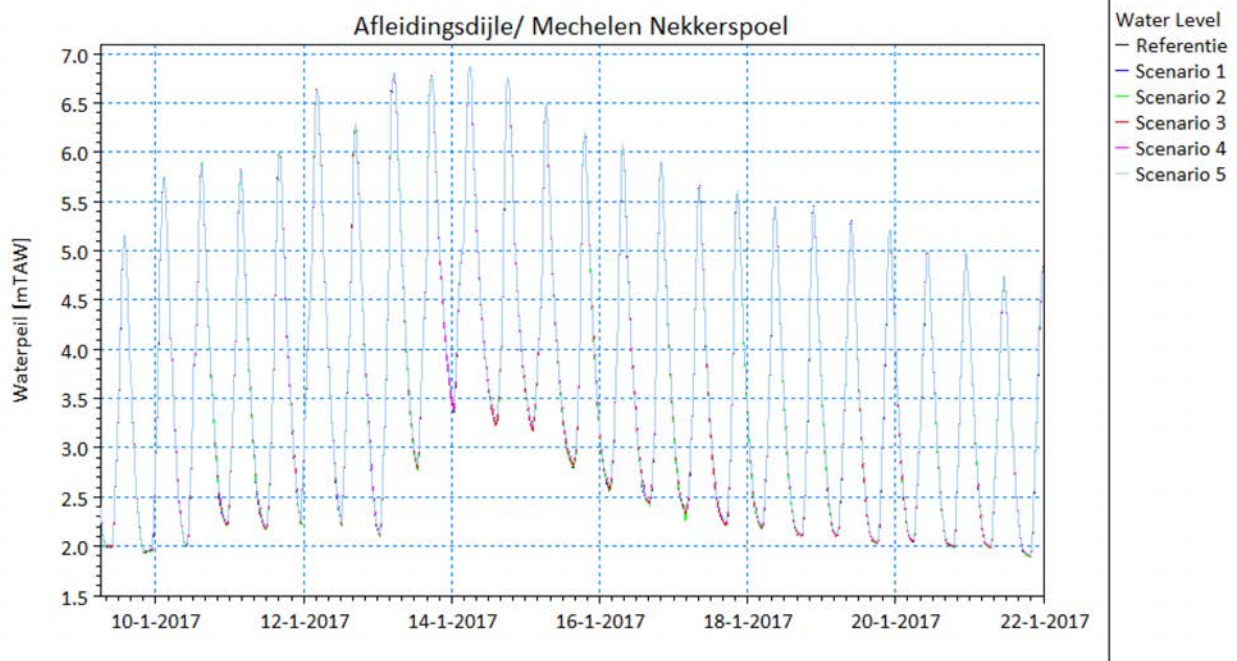
Figuur B 15 – Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen afwaarts stuw - scenarioberekeningen jan2017



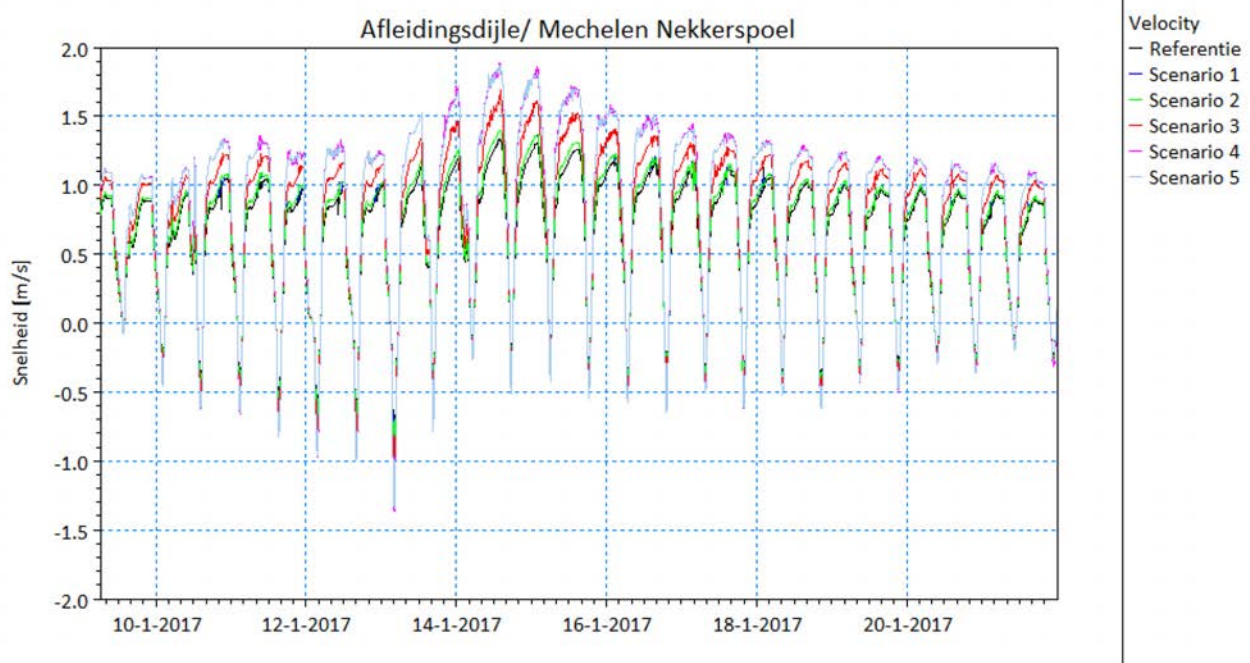
Figuur B 16 – Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen opwaarts stuw - scenarioberekeningen jan2017



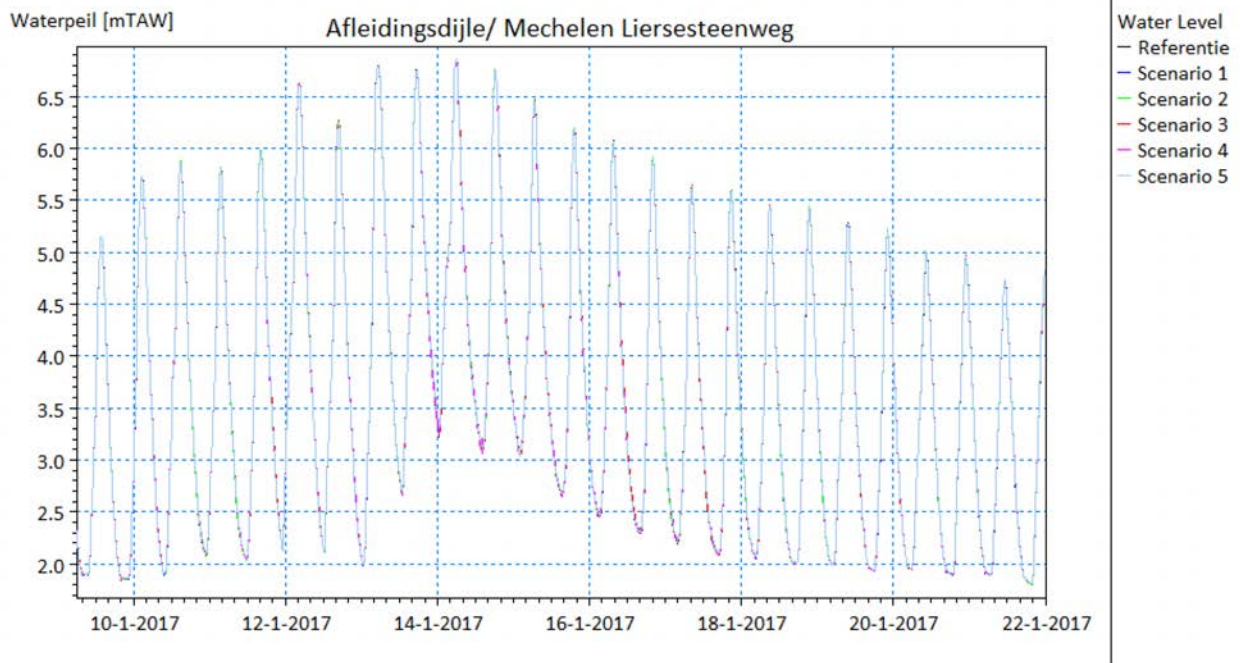
Figuur B 17 – Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen Nekkerspoel - scenarioberekeningen jan2017



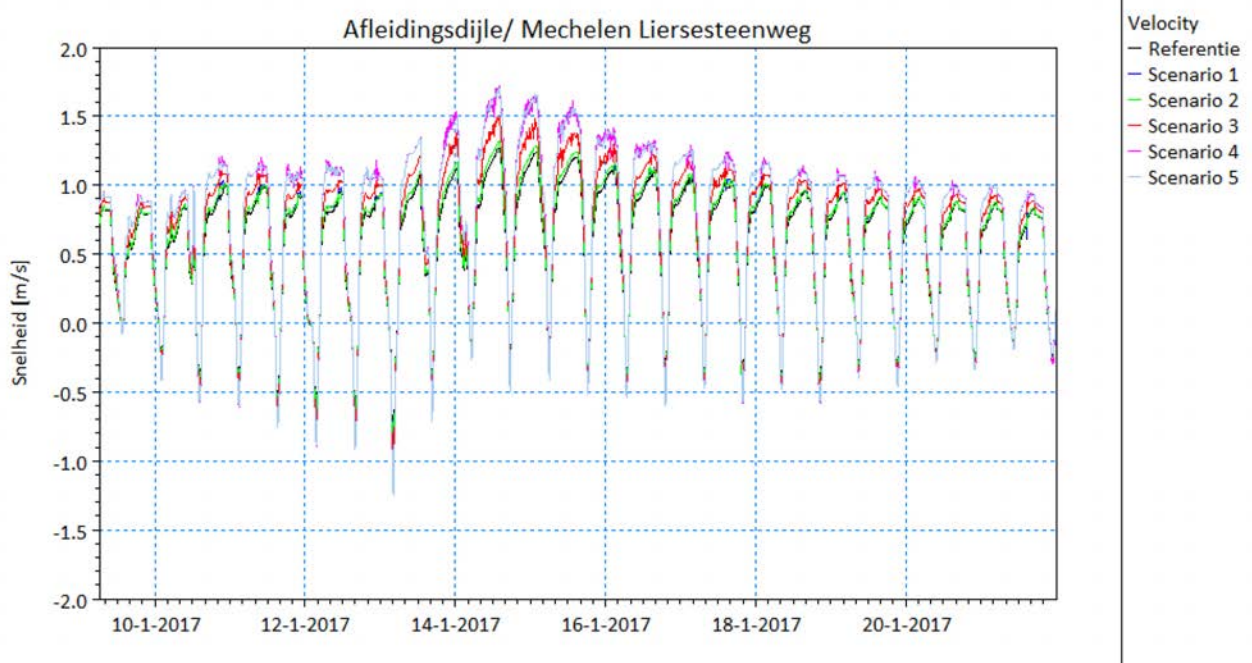
Figuur B 18 – Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen Nekkerspoel - scenarioberekeningen jan2017



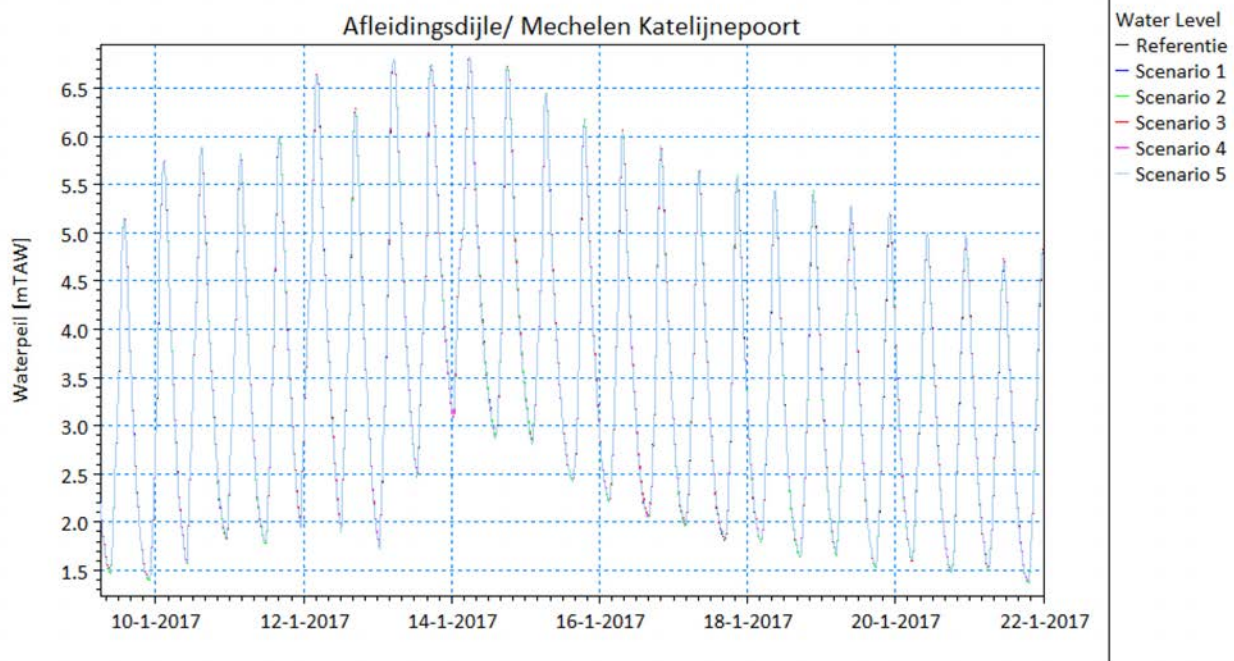
Figuur B 19 – Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen Liersesteenweg - scenarioberekeningen jan2017



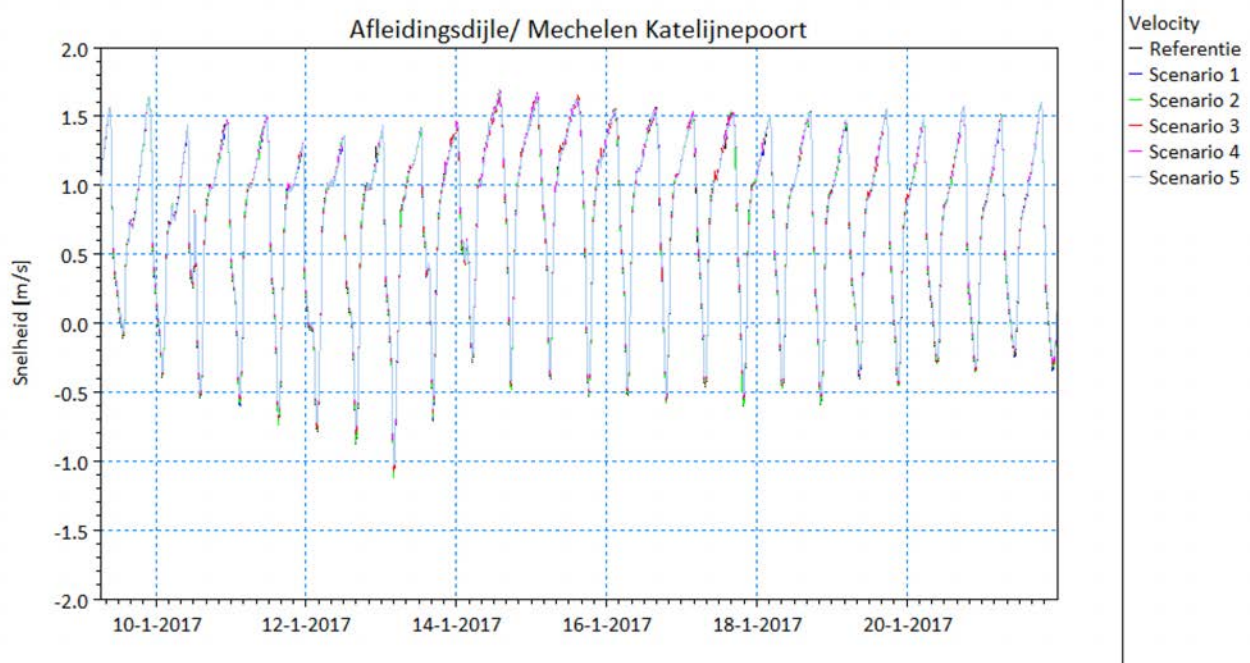
Figuur B 20 – Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen Liersesteenweg - scenarioberekeningen jan2017



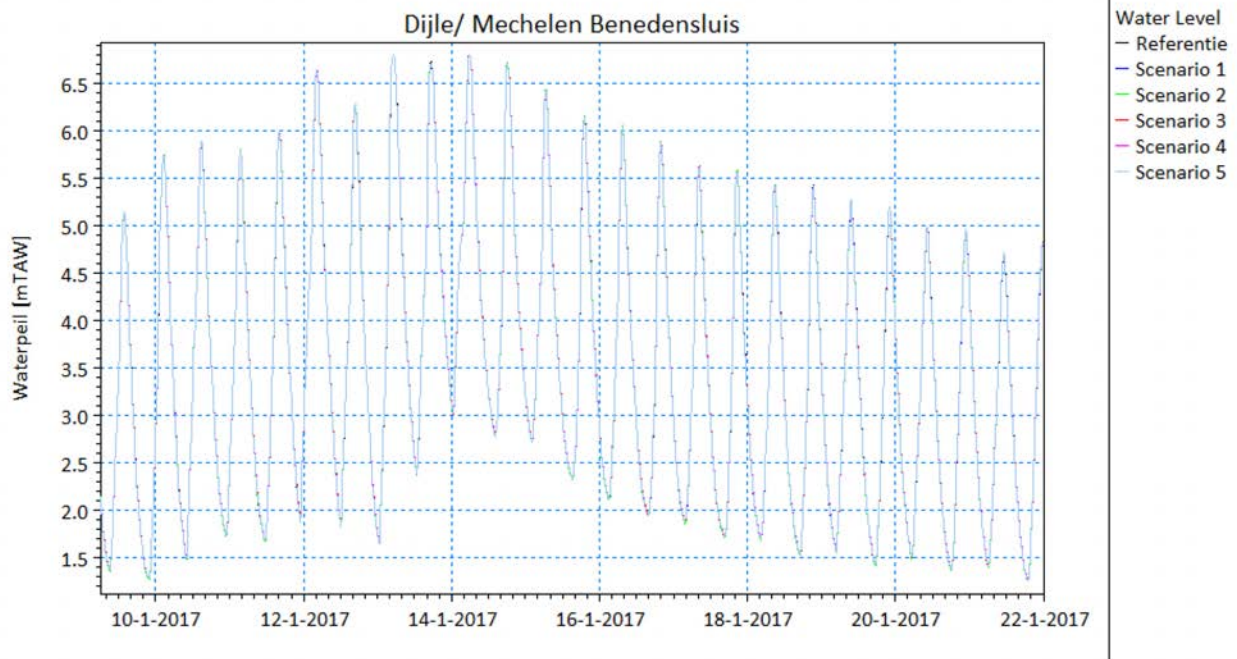
Figuur B 21 – Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen Katelijnepoort - scenarioberekeningen jan2017



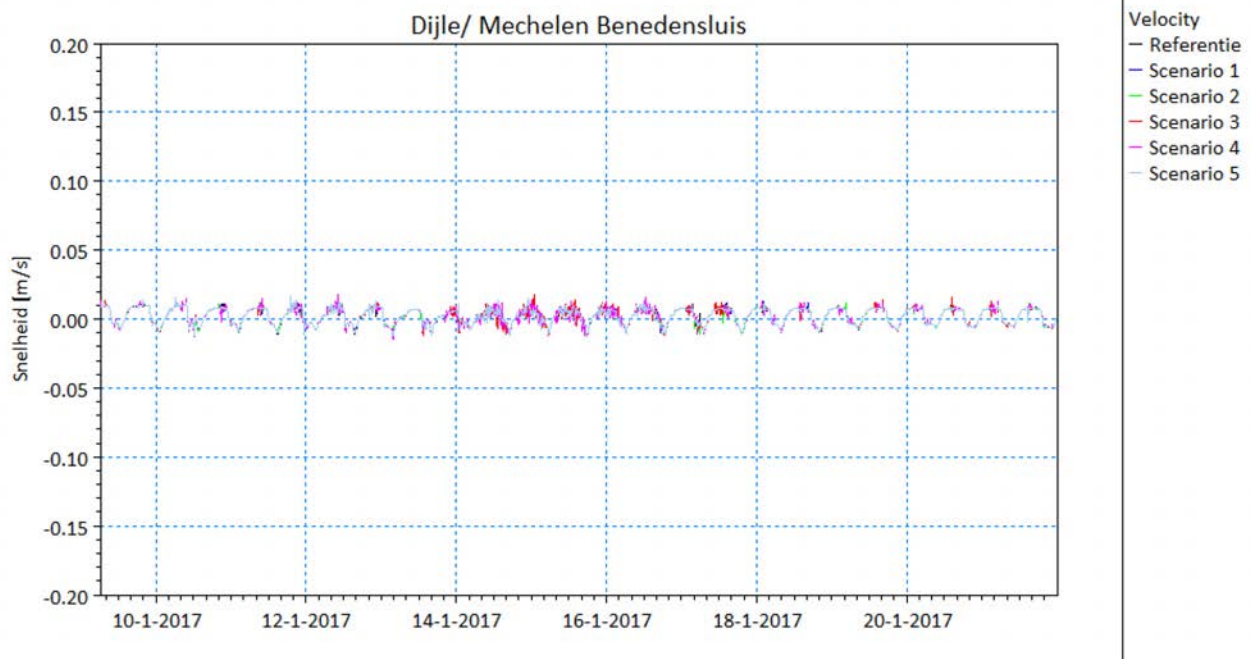
Figuur B 22 – Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen Katelijnepoort - scenarioberekeningen jan2017



Figuur B 23 – Tijdreeksen waterpeilen Dijle/ Mechelen Benedensluis - scenarioberekeningen jan2017

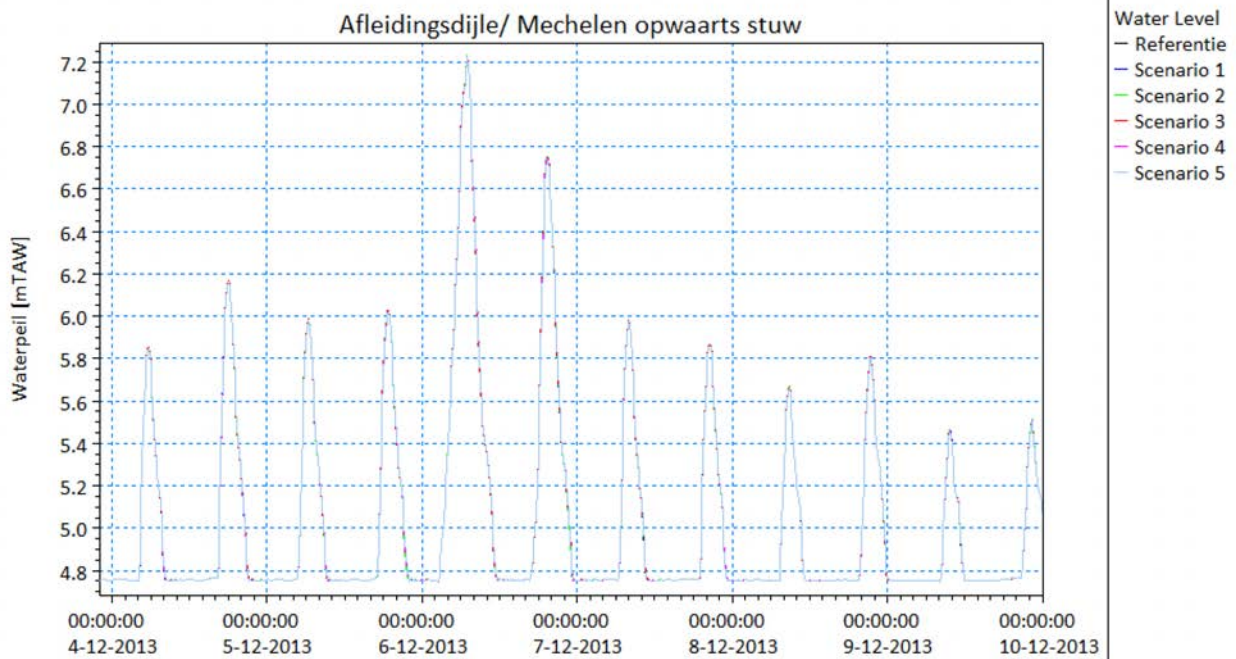


Figuur B 24 – Tijdreeksen snelheden Dijle/ Mechelen Benedensluis - scenarioberekeningen jan2017

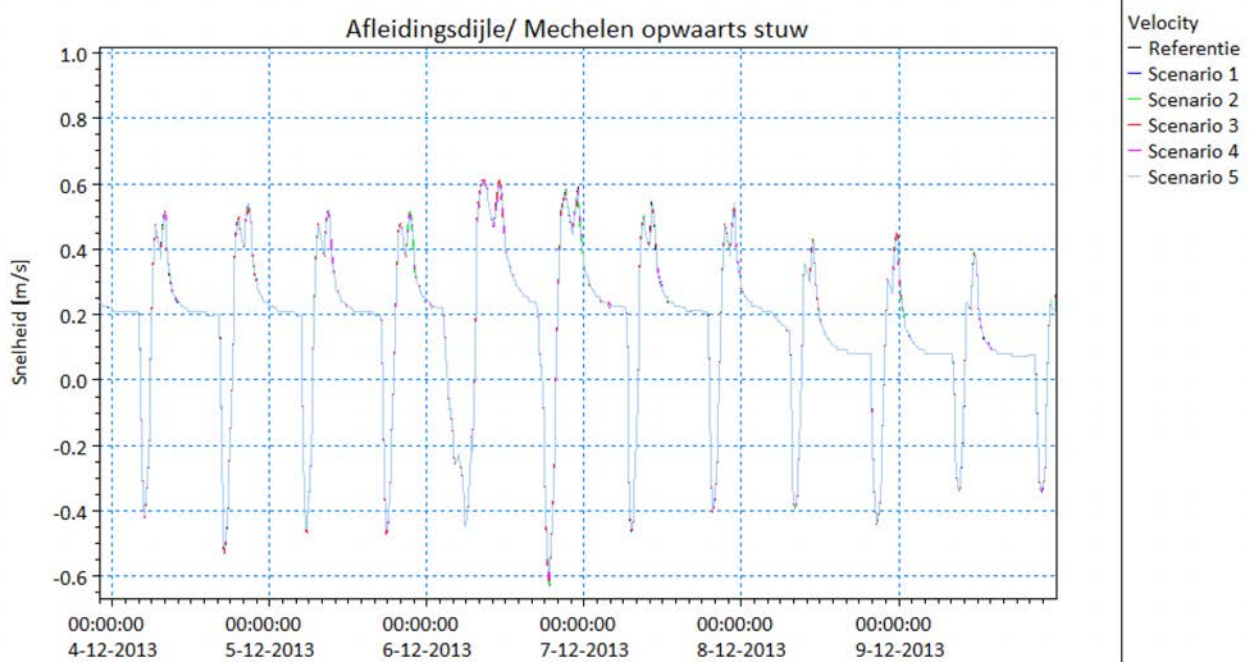


Dec2013

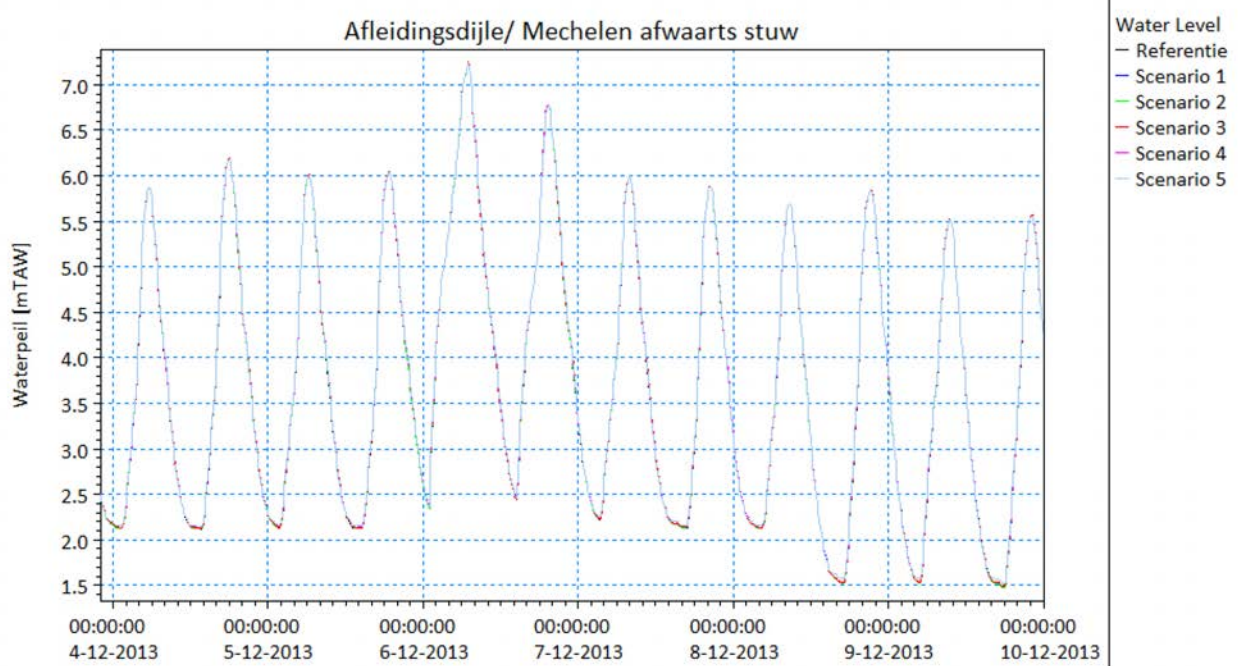
Figuur B 25 – Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen opwaarts stuw - scenarioberekeningen dec2013



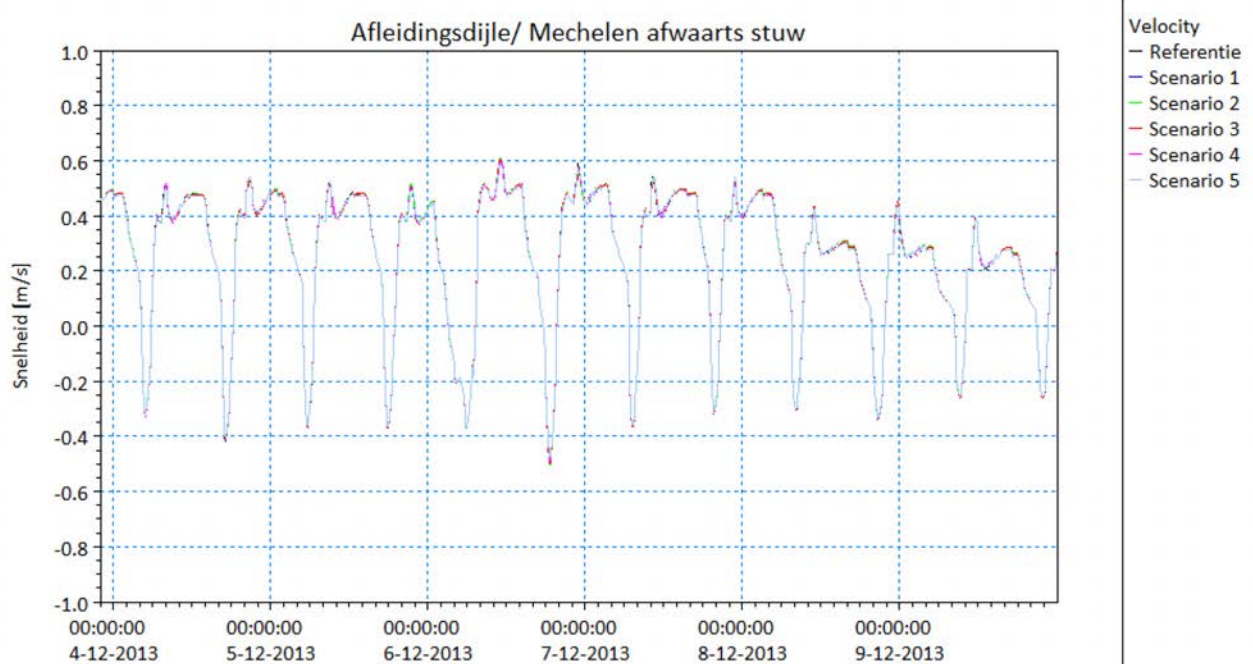
Figuur B 26 – Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen opwaarts stuw - scenarioberekeningen dec2013



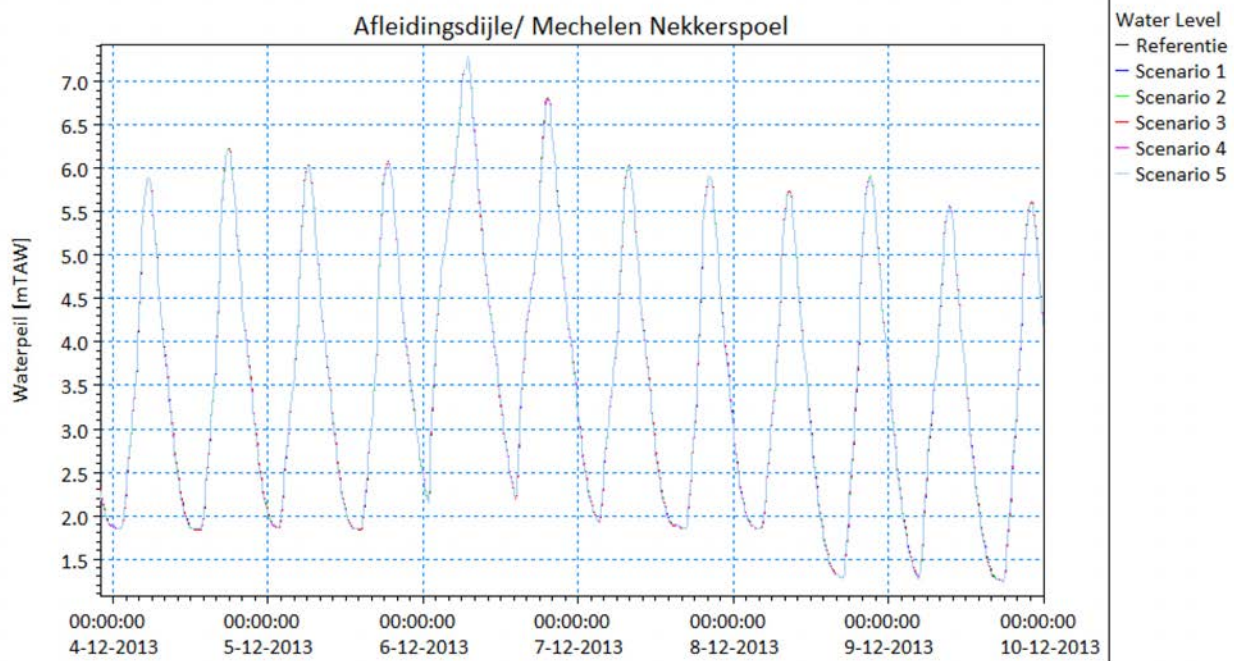
Figuur B 27 – Tijdreeksen waterpeilen Aflleidingsdijle/ Mechelen afwaarts stuw - scenarioberekeningen dec2013



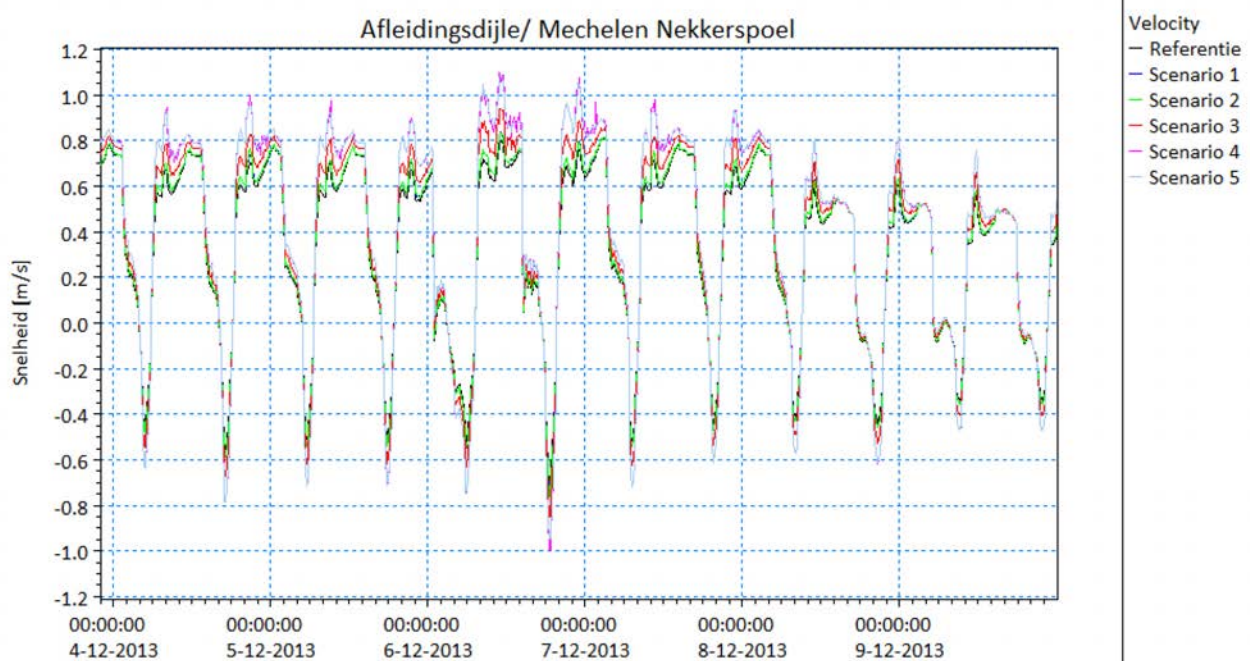
Figuur B 28 – Tijdreeksen snelheden Aflleidingsdijle/ Mechelen afwaarts stuw - scenarioberekeningen dec2013



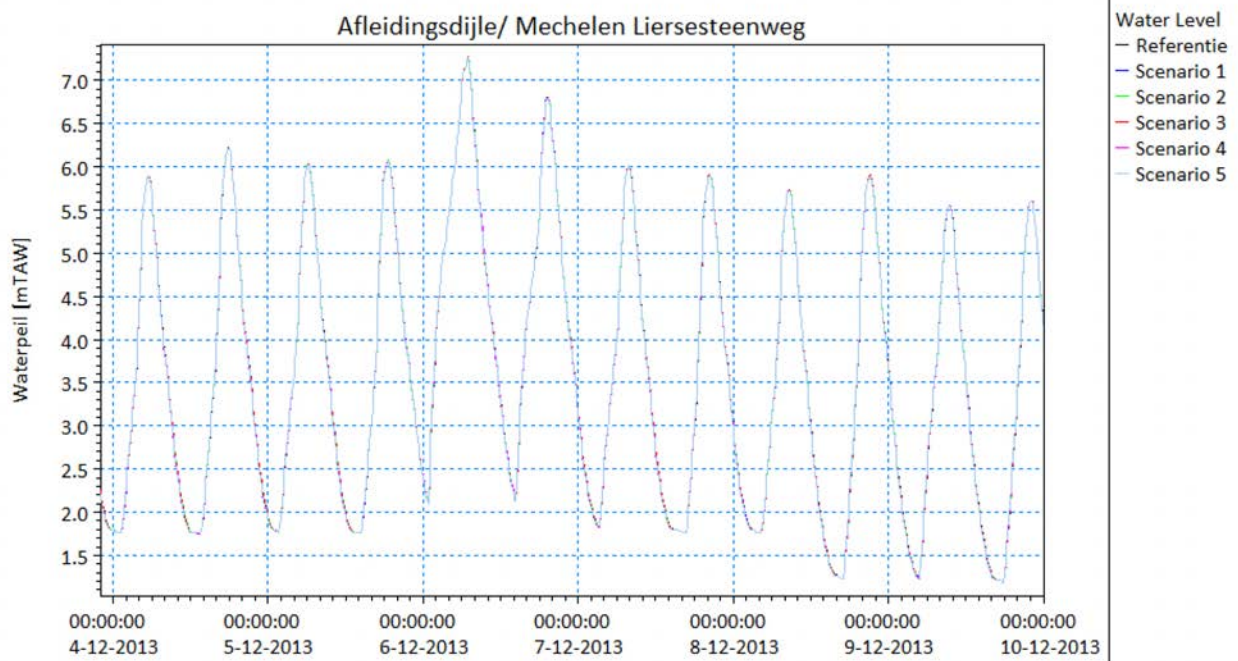
Figuur B 29 – Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen Nekkerspoel - scenarioberekeningen dec2013



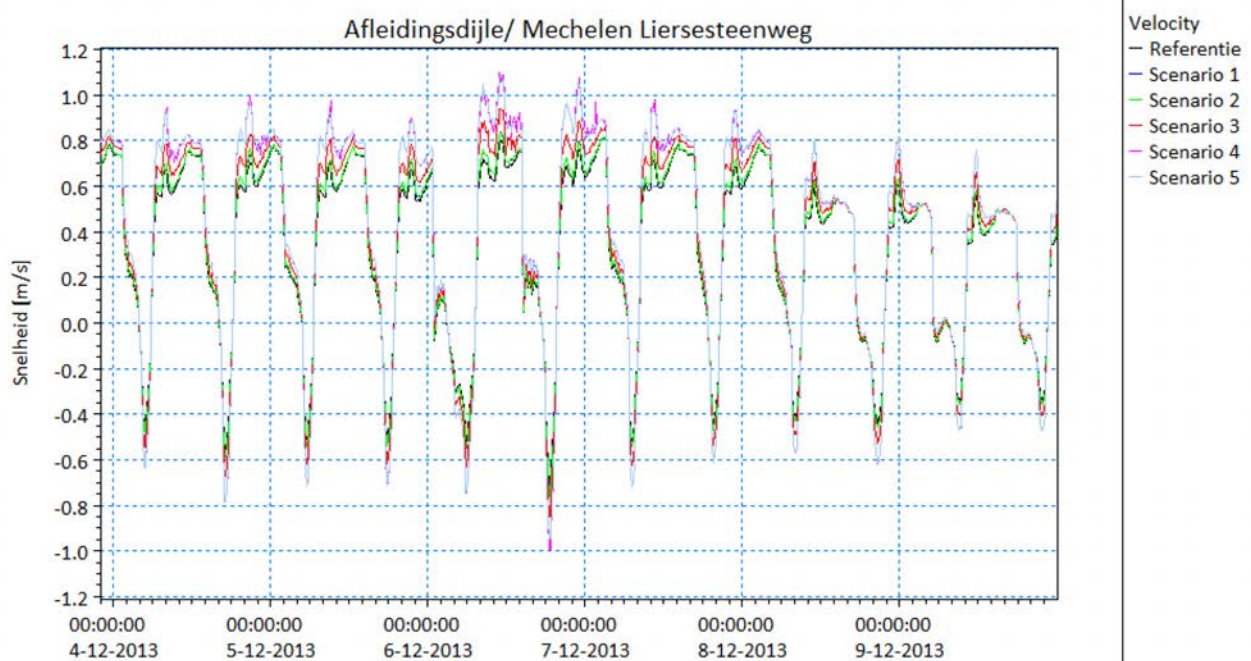
Figuur B 30 – Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen Nekkerspoel - scenarioberekeningen dec2013



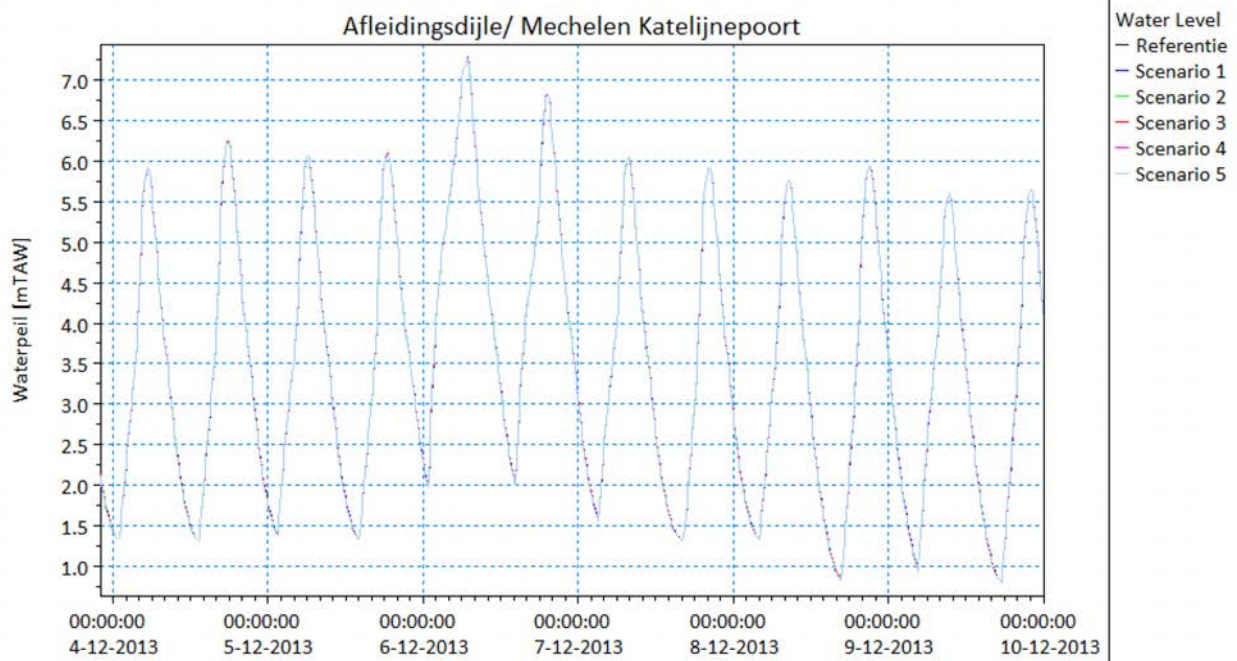
Figuur B 31 – Tijdreeksen waterpeilen Aflleidingsdijle/ Mechelen Liersesteenweg - scenarioberekeningen dec2013



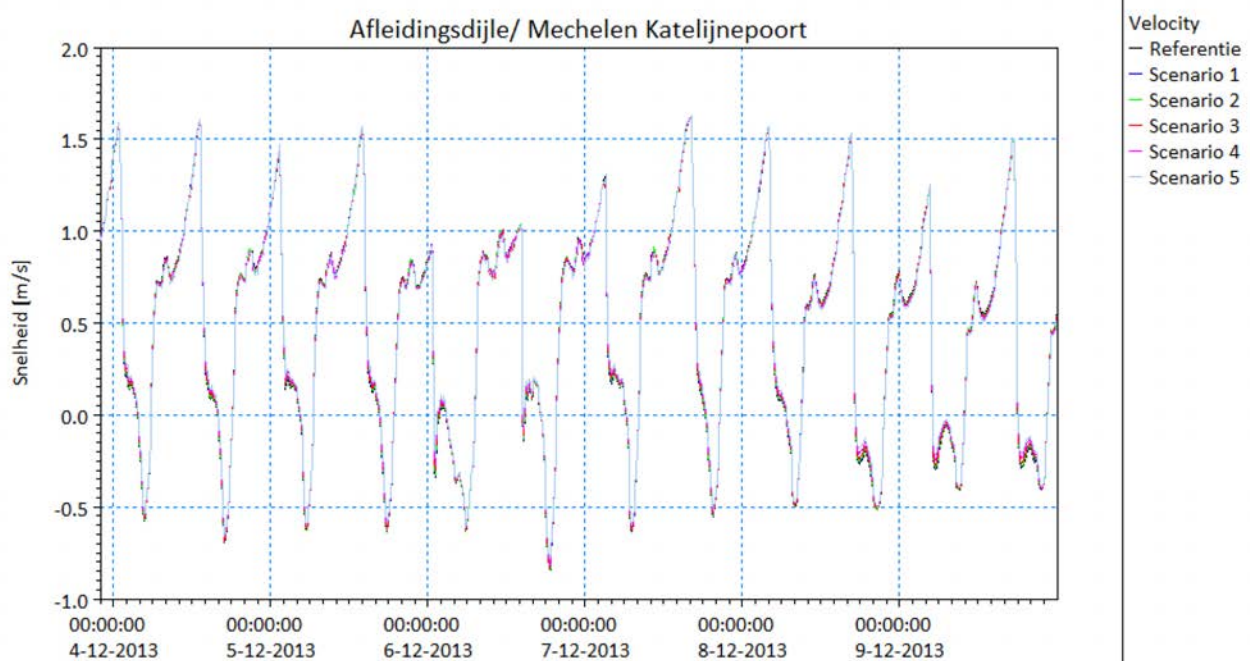
Figuur B 32 – Tijdreeksen snelheden Aflleidingsdijle/ Mechelen Liersesteenweg - scenarioberekeningen dec2013



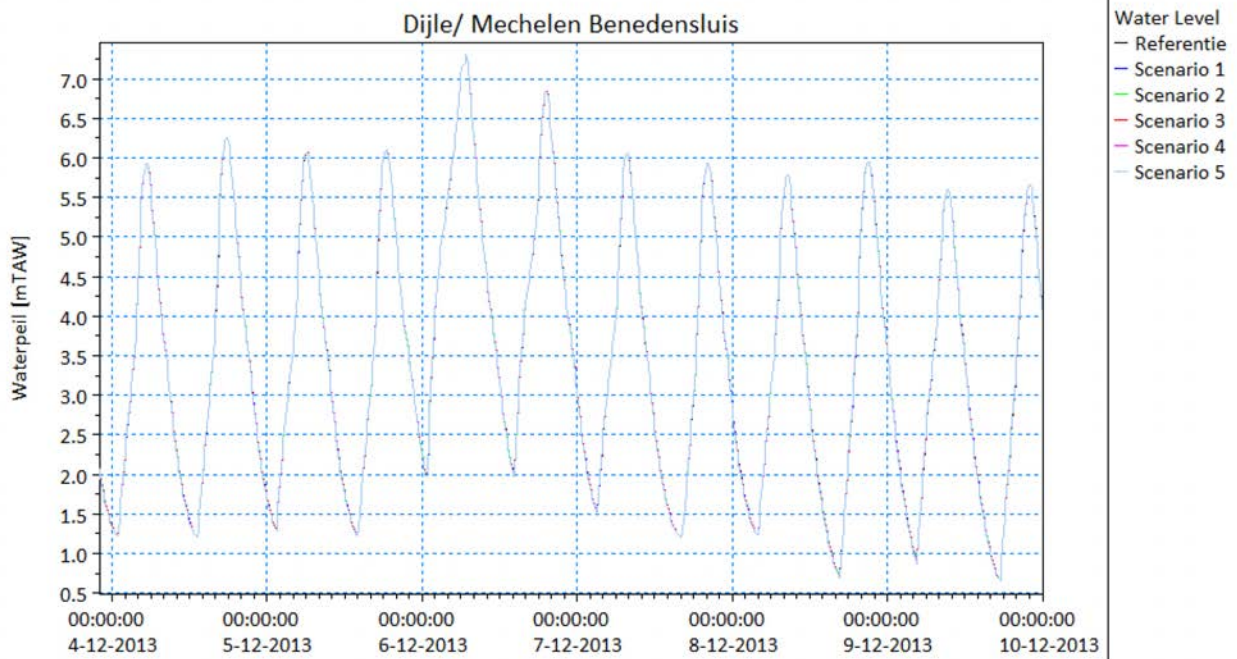
Figuur B 33 – Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen Katelijnepoort - scenarioberekeningen dec2013



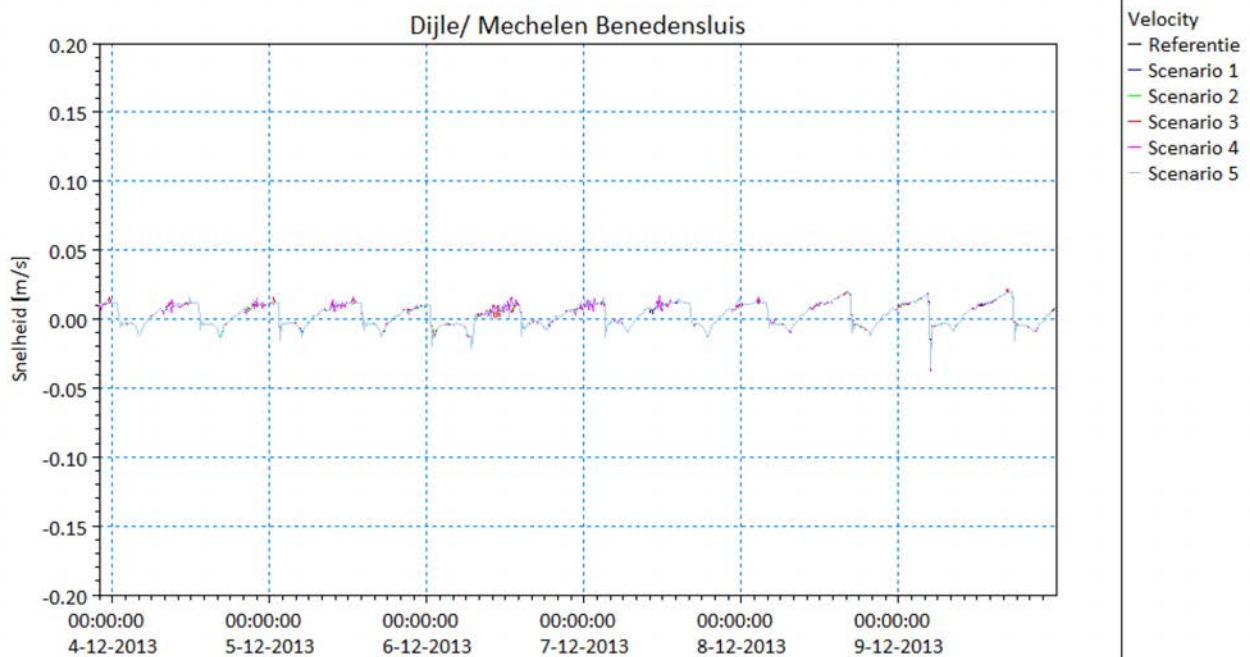
Figuur B 34 – Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen Katelijnepoort - scenarioberekeningen dec2013



Figuur B 35 – Tijdreeksen waterpeilen Dijle/ Mechelen Benedensluis - scenarioberekeningen dec2013



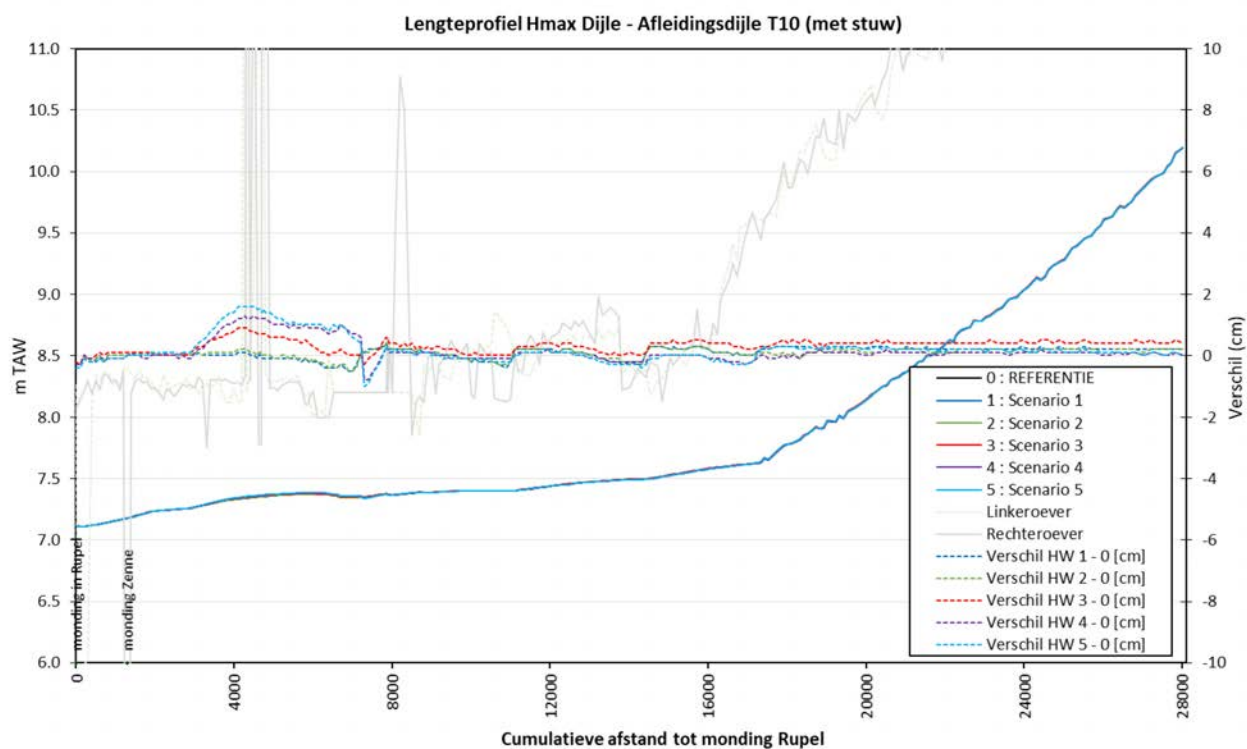
Figuur B 36 – Tijdreeksen snelheden Dijle/ Mechelen Benedensluis - scenarioberekeningen dec2013



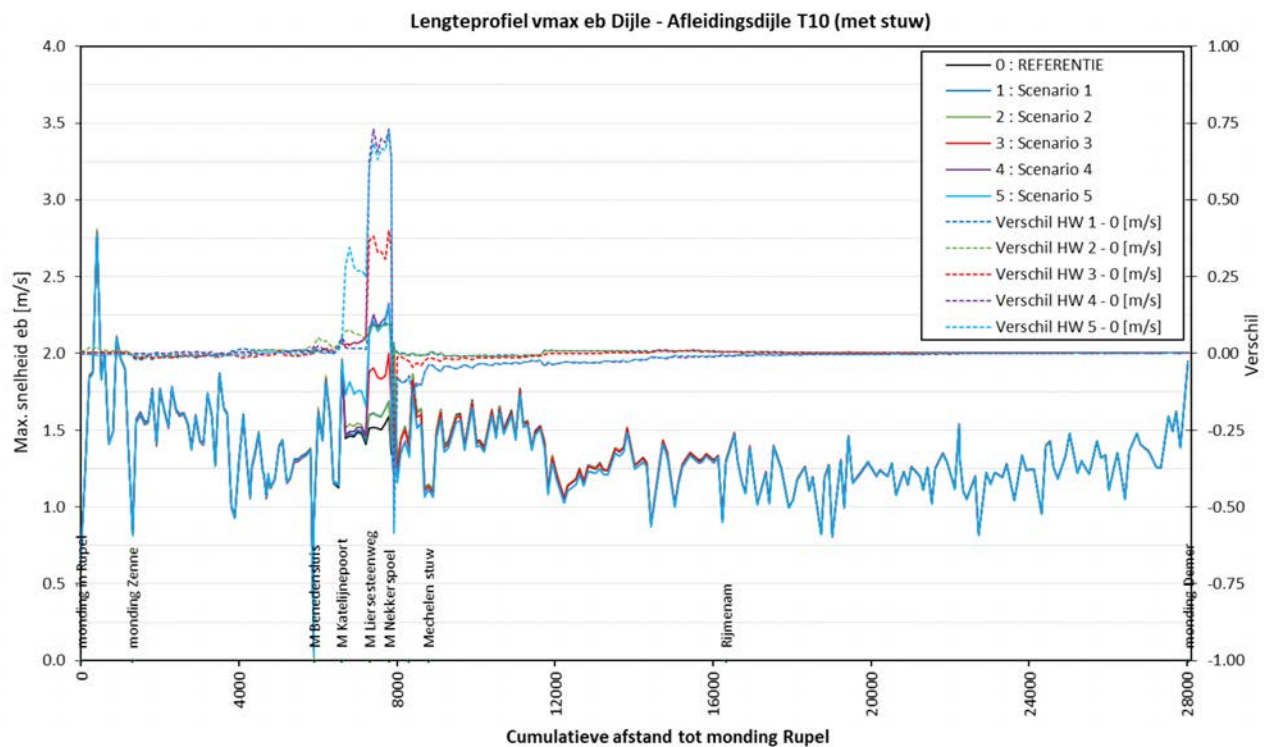
BIJLAGE C Resultaten composietstormen – lengteprofielen

T10

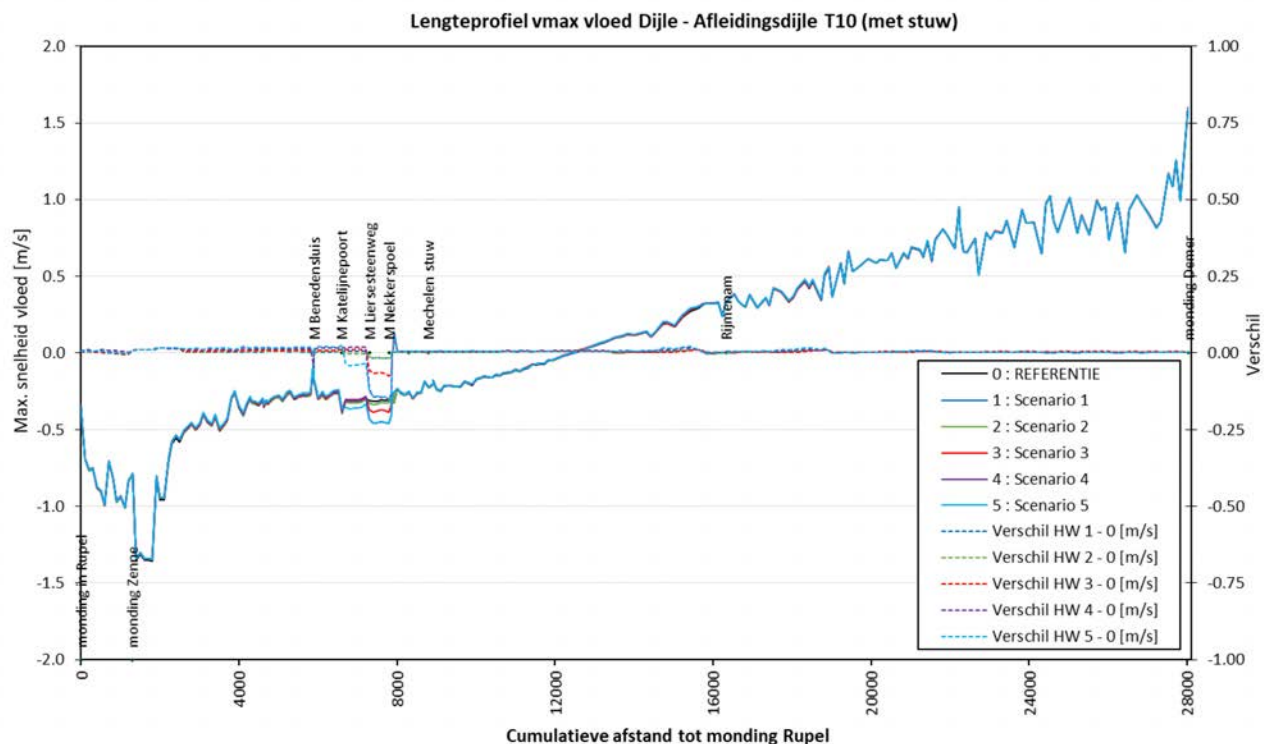
Figuur C 1 - Lengteprofiel met maximale waterpeilen Dijle – Afleidingsdijle scenarioberekeningen met stuw – T10



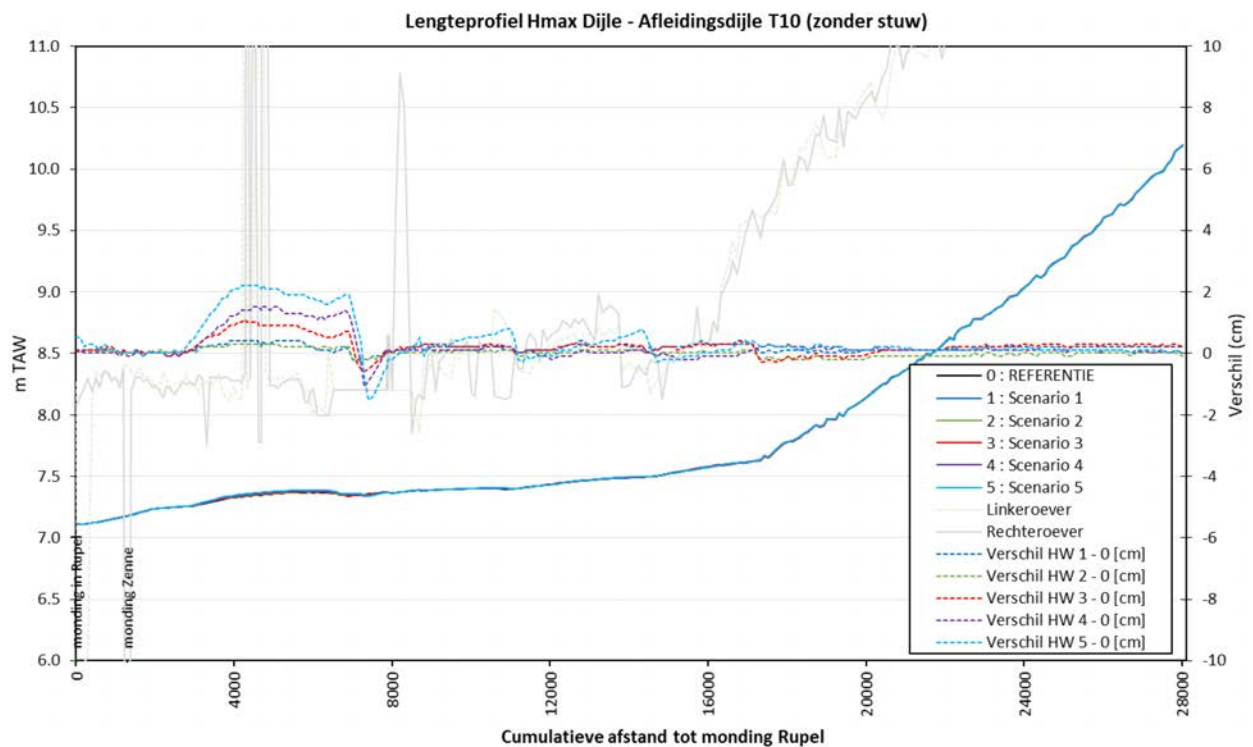
Figuur C 2 - Lengteprofiel met maximale ebsnelheden Dijle – Afleringsdijle scenarioberekeningen met stuw – T10



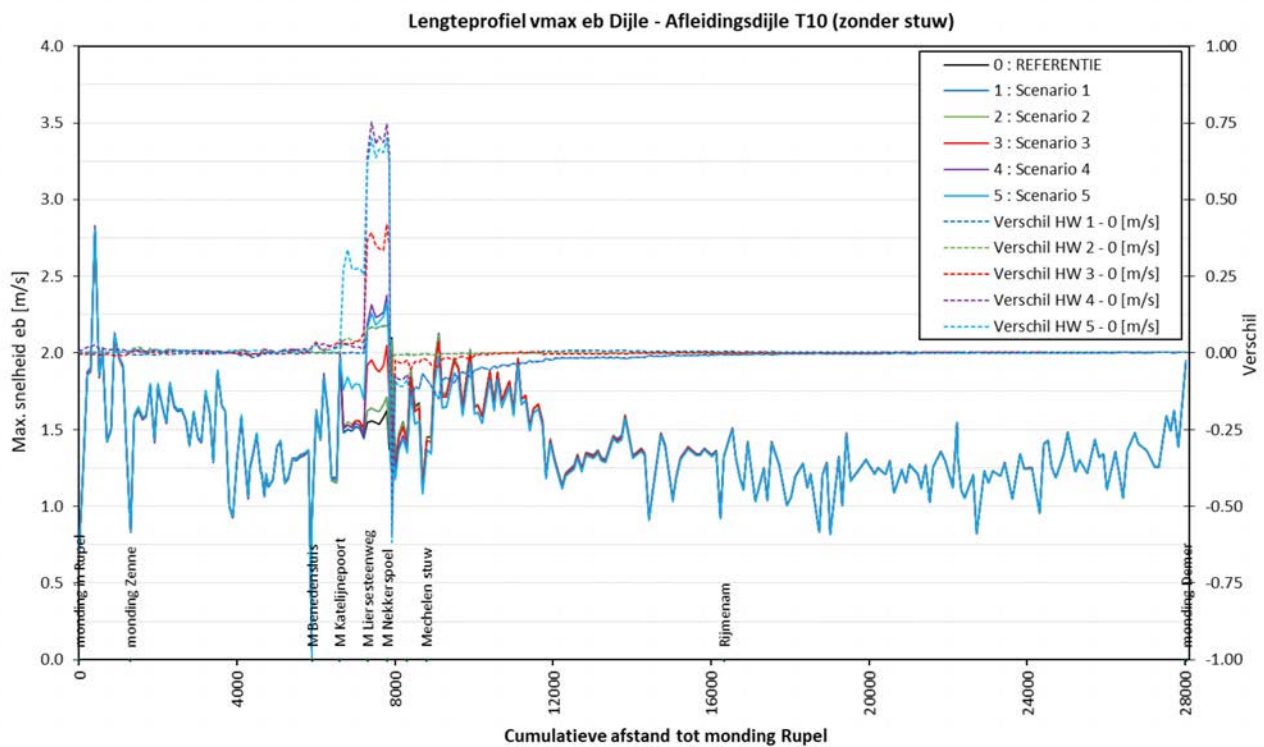
Figuur C 3 - Lengteprofiel met maximale vloedsnelheden Dijle – Afleringsdijle scenarioberekeningen met stuw – T10



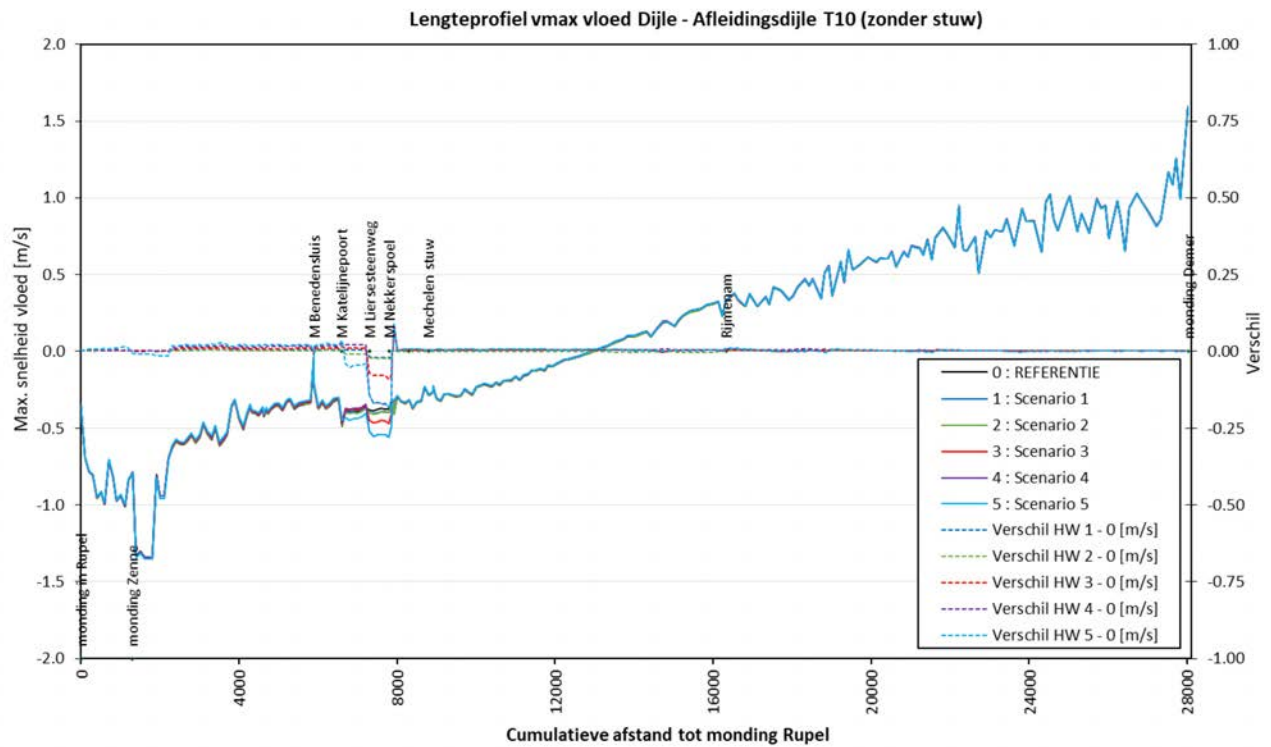
Figuur C 4 - Lengteprofiel met maximale waterpeilen Dijle – Afleringsdijle scenarioberekeningen zonder stuw – T10



Figuur C 5 - Lengteprofiel met maximale ebsnelheden Dijle – Afleringsdijle scenarioberekeningen zonder stuw – T10

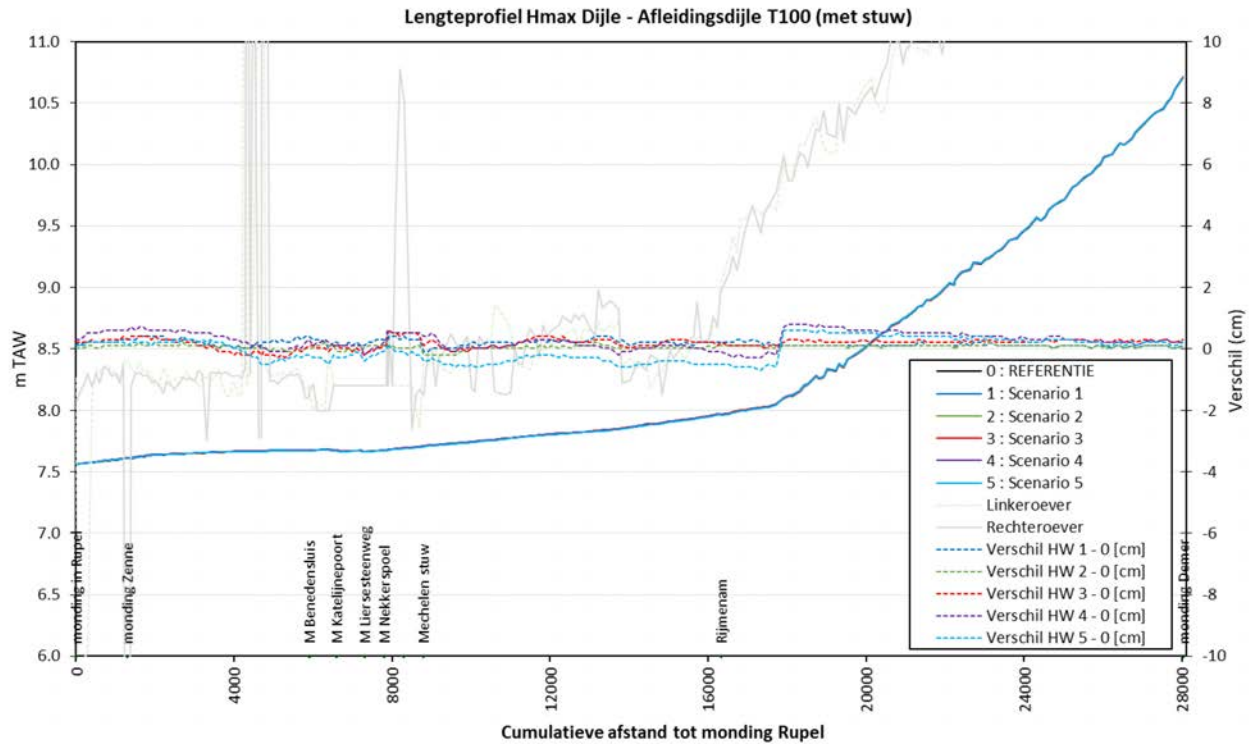


Figuur C 6 - Lengteprofiel met maximale vloodsnelheden Dijle – Afleidingsdijle scenarioberekeningen zonder stuw – T10

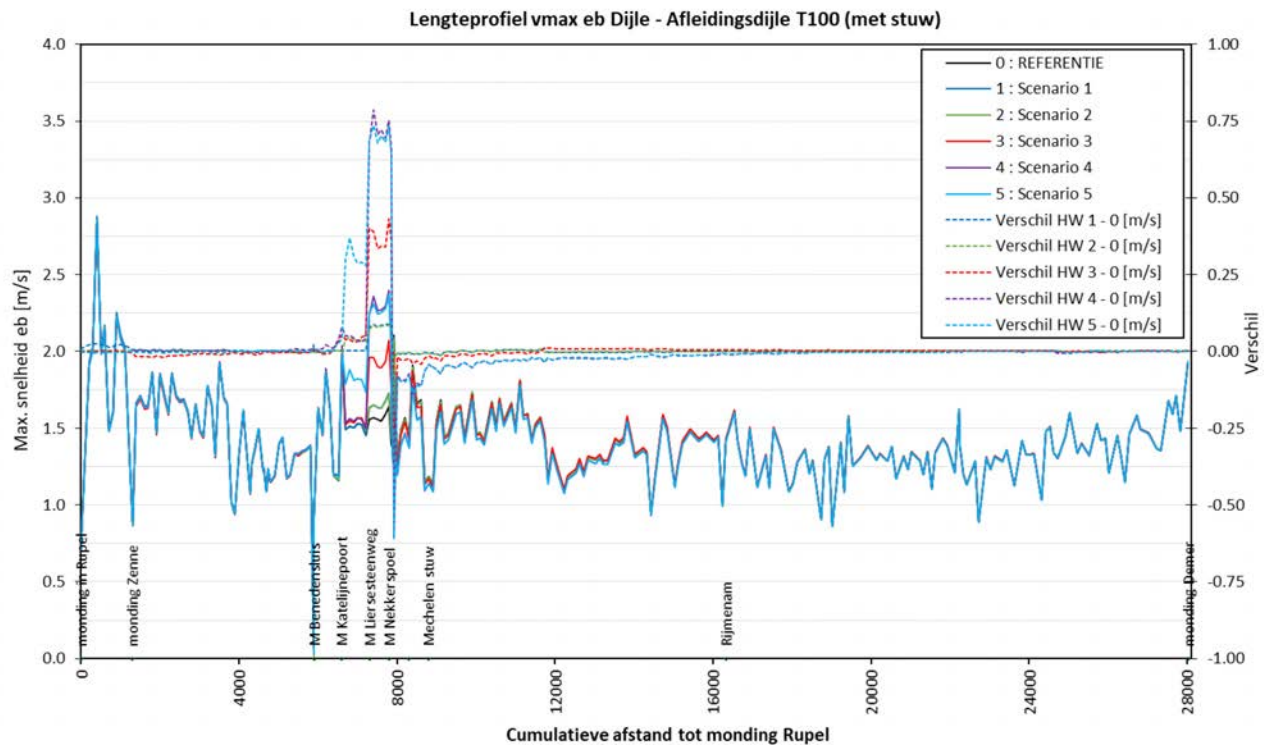


T100

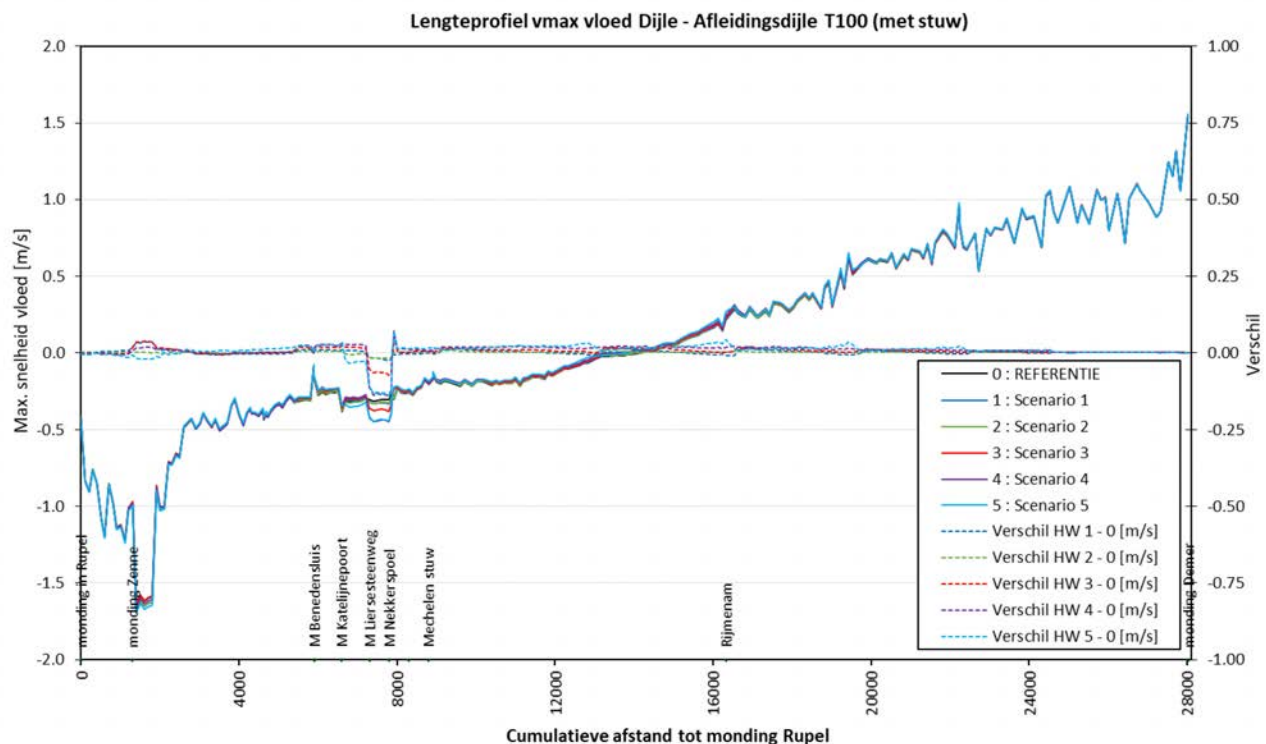
Figuur C 7 - Lengteprofiel met maximale waterpeilen Dijle – Afleidingsdijle scenarioberekeningen met stuw – T100



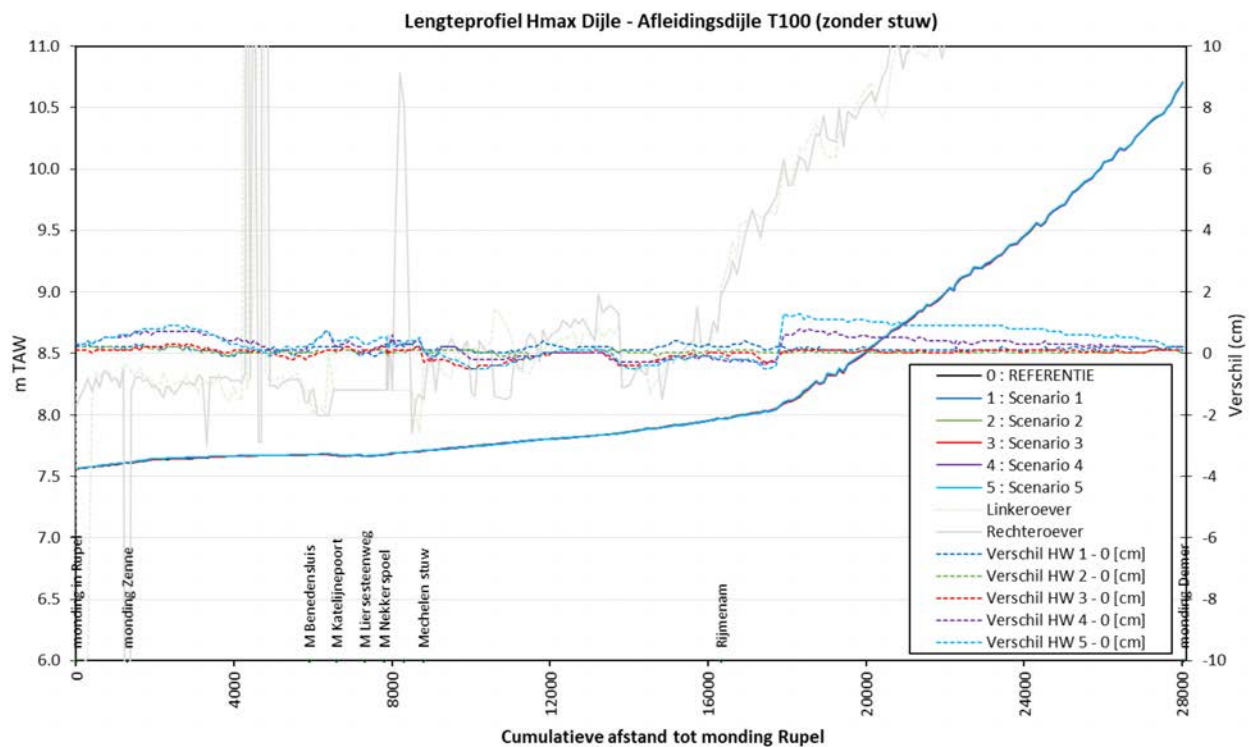
Figuur C 8 - Lengteprofiel met maximale ebsnelheden Dijle – Afleidingsdijle scenarioberekeningen met stuw – T100



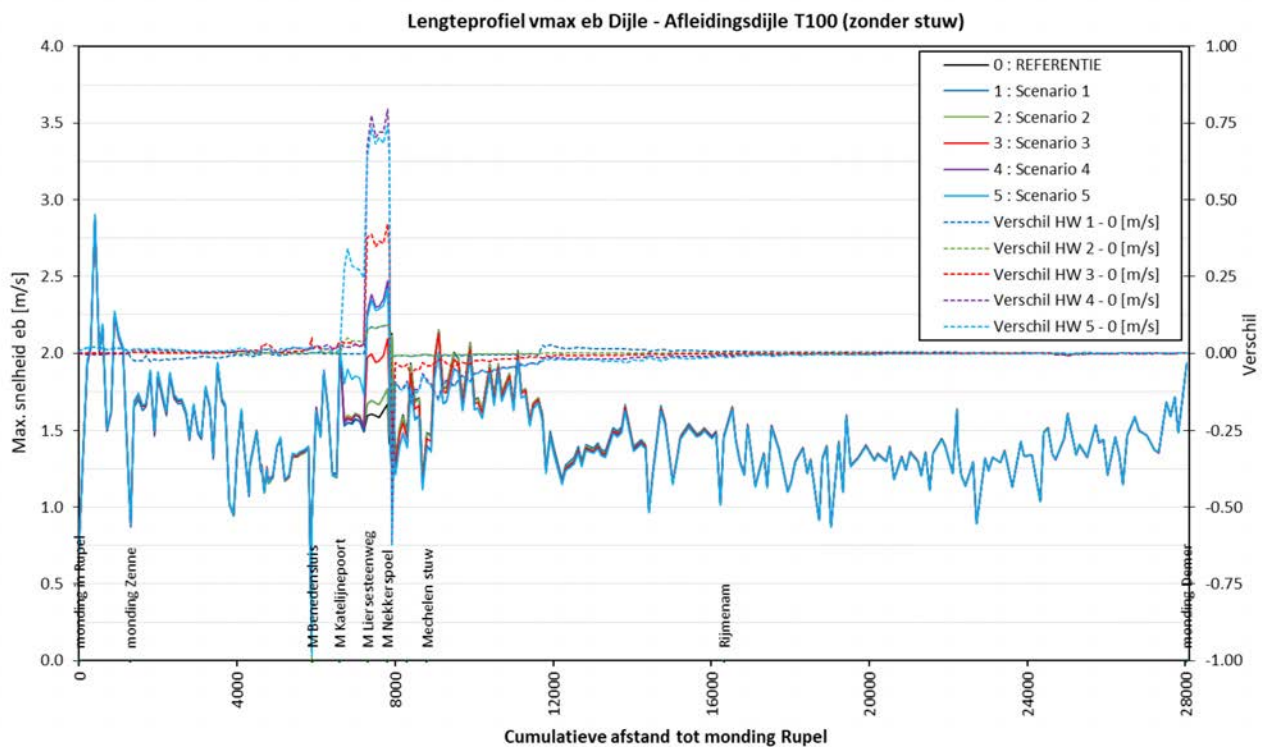
Figuur C 9 - Lengteprofiel met maximale vloedsnelheden Dijle – Afleidingsdijle scenarioberekeningen met stuw – T100



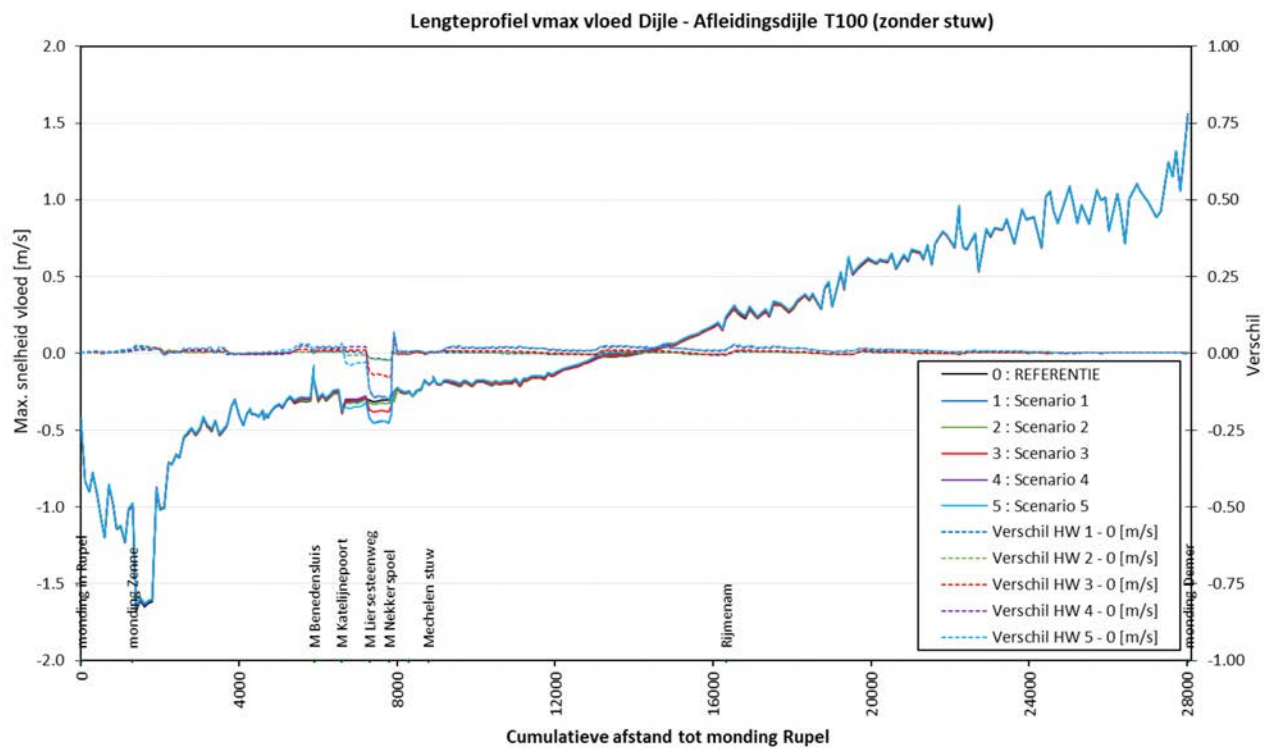
Figuur C 10 - Lengteprofiel met maximale waterpeilen Dijle – Afleringsdijle scenarioberekeningen zonder stuw – T100



Figuur C 11 - Lengteprofiel met maximale ebsnelheden Dijle – Afleringsdijle scenarioberekeningen zonder stuw – T100



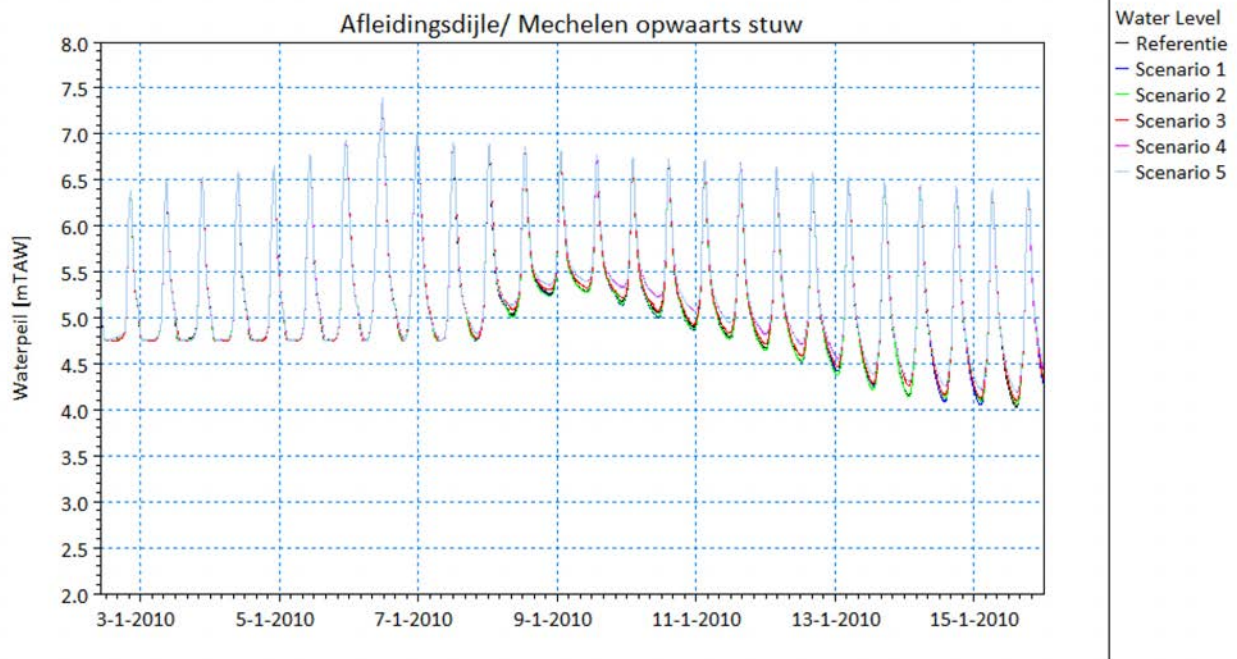
Figuur C 12 - Lengteprofiel met maximale vloodsnelheden Dijle – Aflleidingsdijle scenarioberekeningen zonder stuw – T100



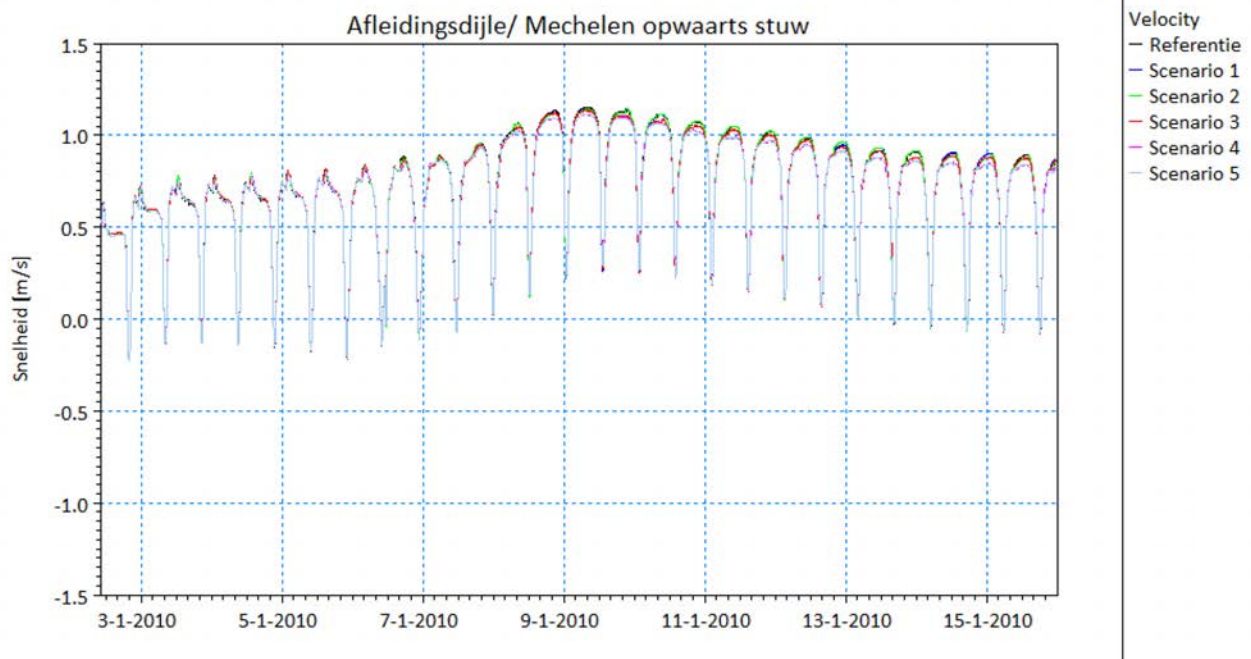
BIJLAGE D Resultaten composietstormen – grafieken waterpeilen en snelheden

T10 met stuw

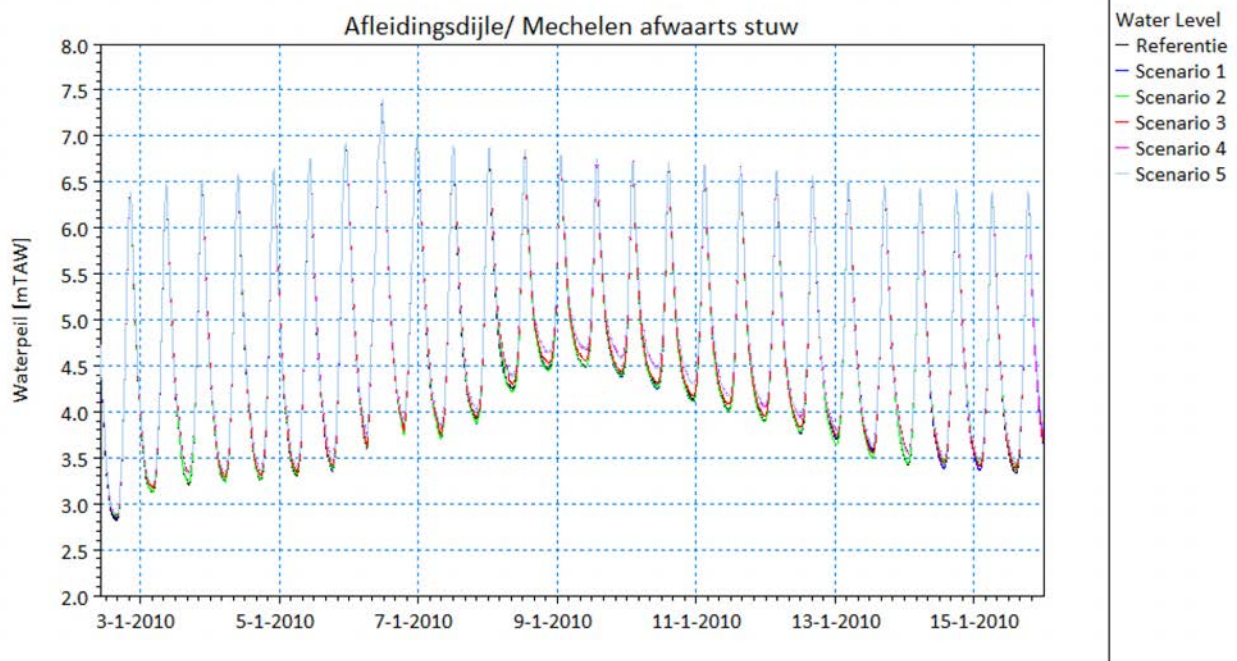
Figuur D 1 - Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen opwaarts stuw - scenarioberekeningen met stuw – T10



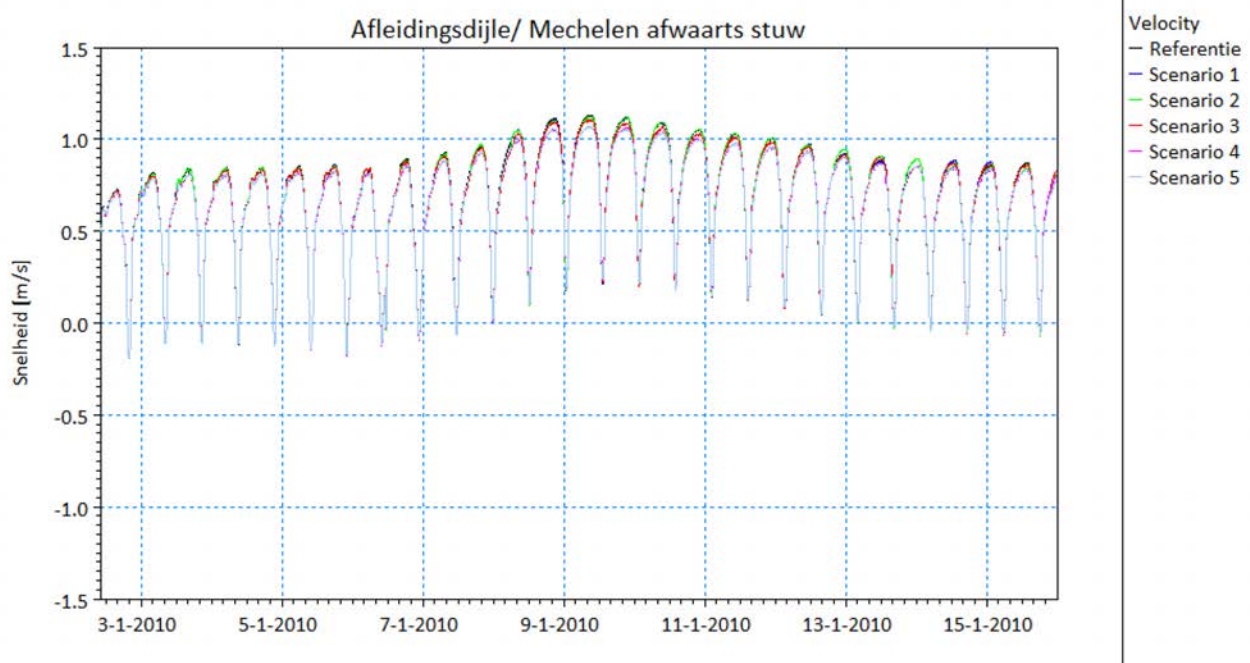
Figuur D 2 - Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen opwaarts stuw - scenarioberekeningen met stuw – T10



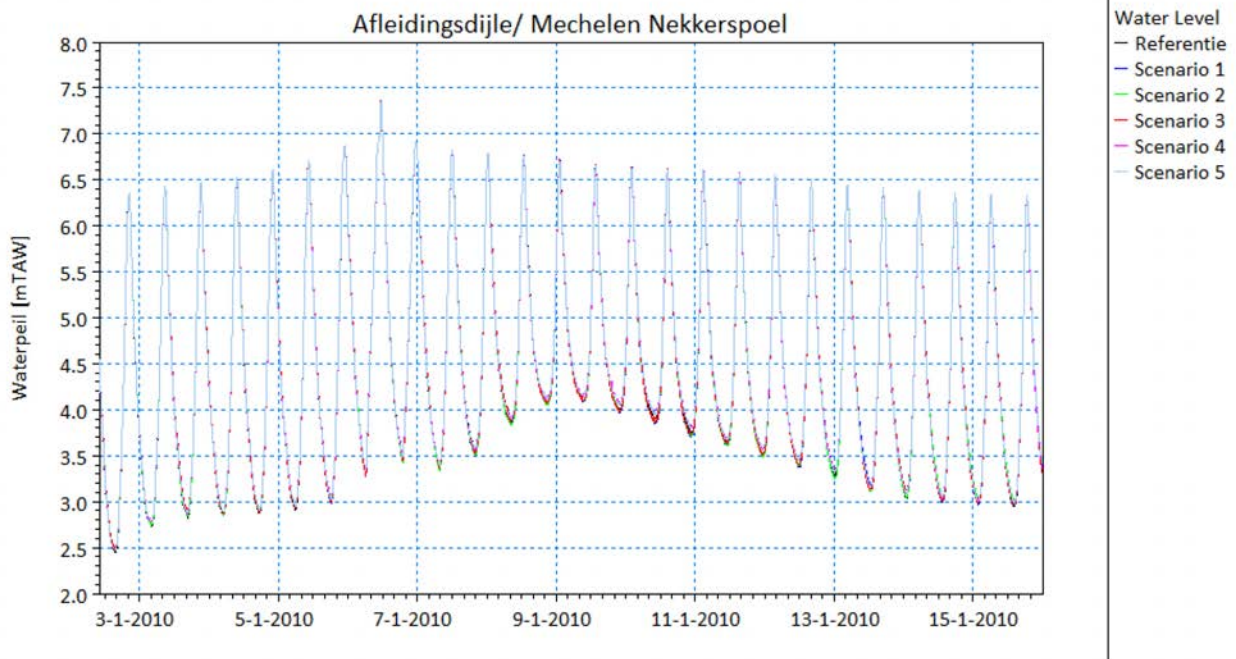
Figuur D 3 - Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen afwaarts stuw - scenarioberekeningen met stuw – T10



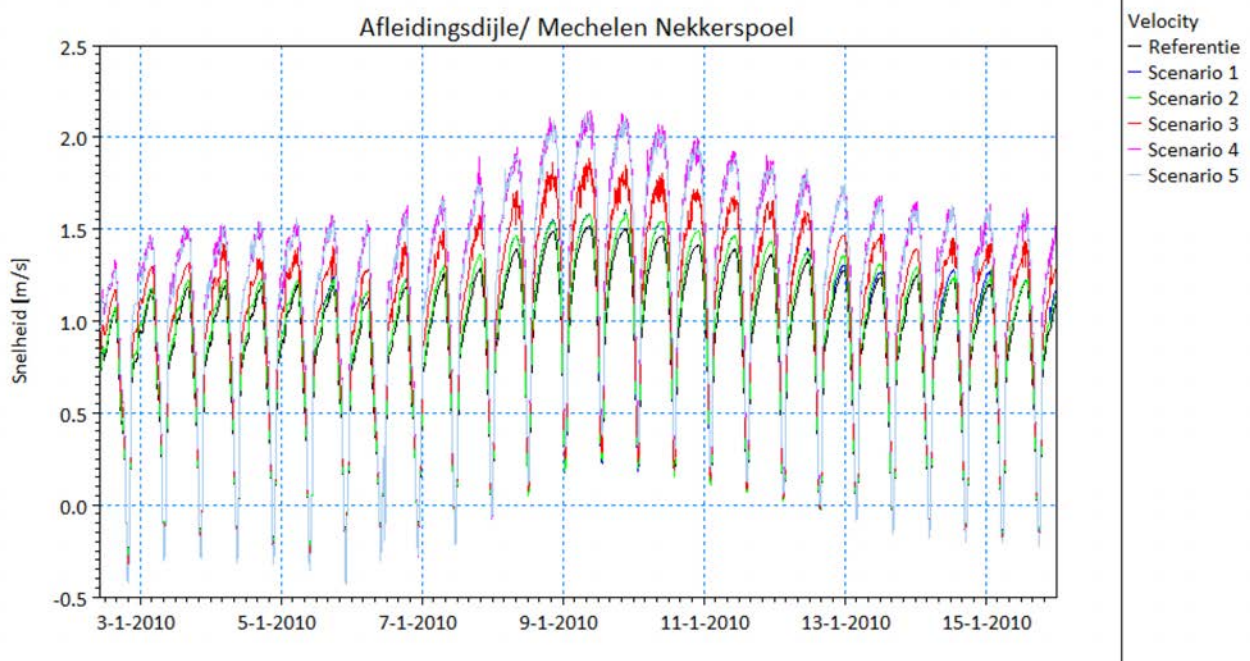
Figuur D 4 - Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen afwaarts stuw - scenarioberekeningen met stuw – T10



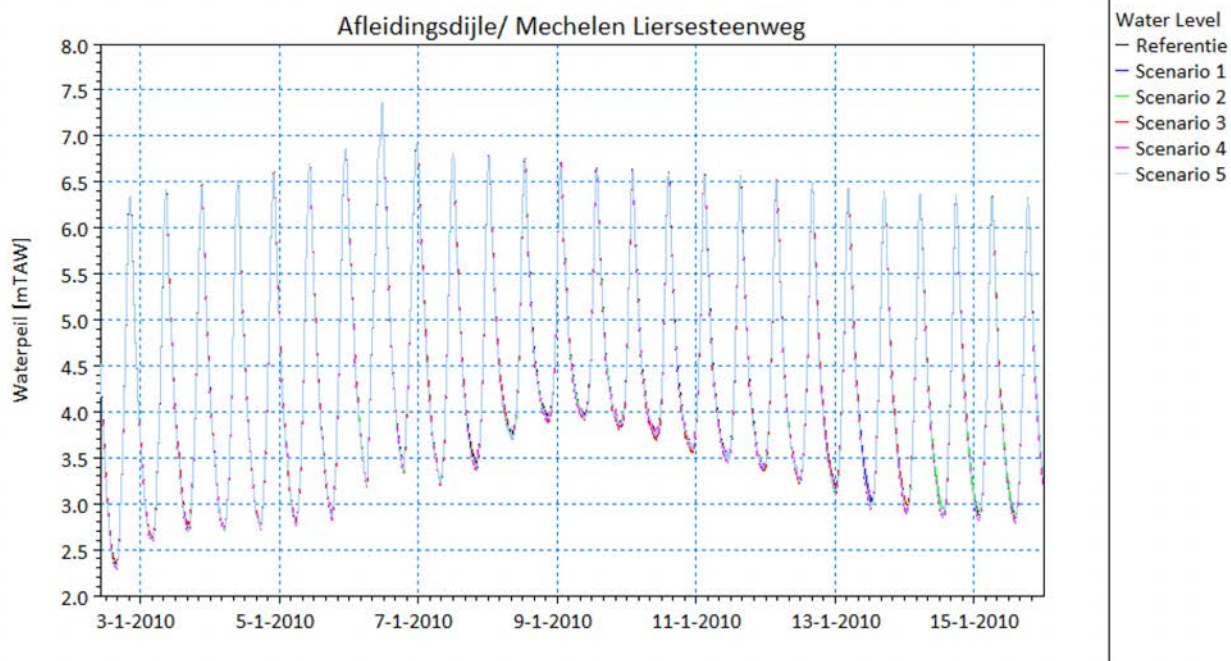
Figuur D 5 - Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen Nekkerspoel - scenarioberekeningen met stuw – T10



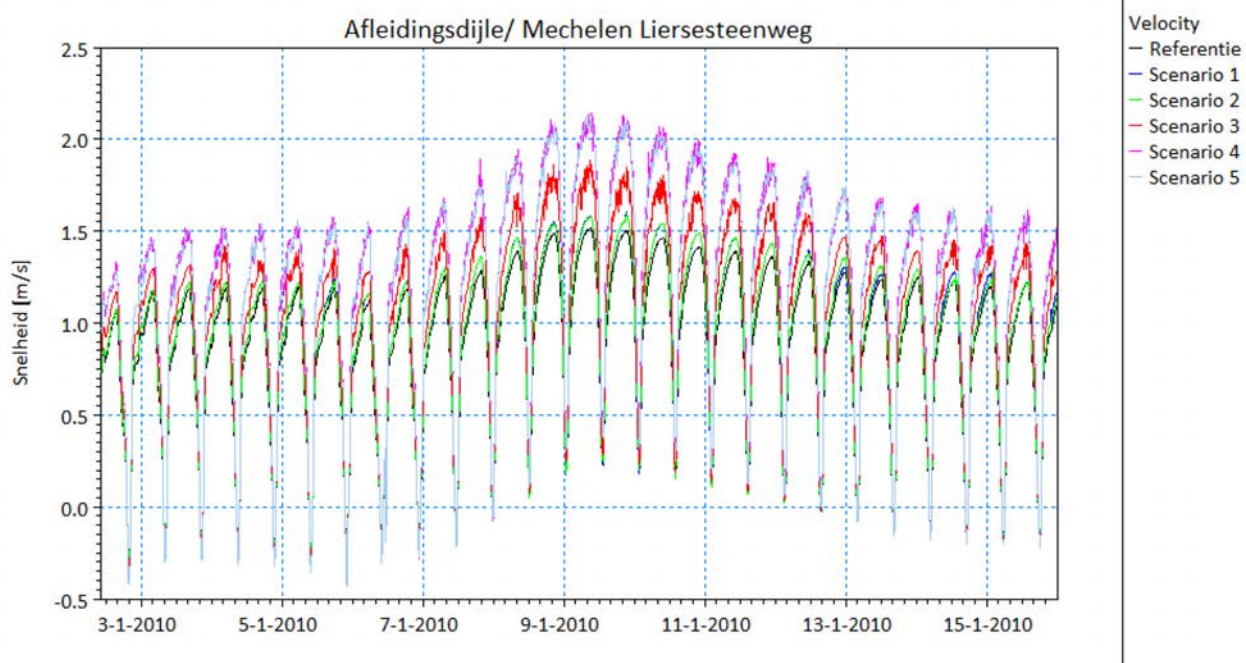
Figuur D 6 - Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen Nekkerspoel - scenarioberekeningen met stuw – T10



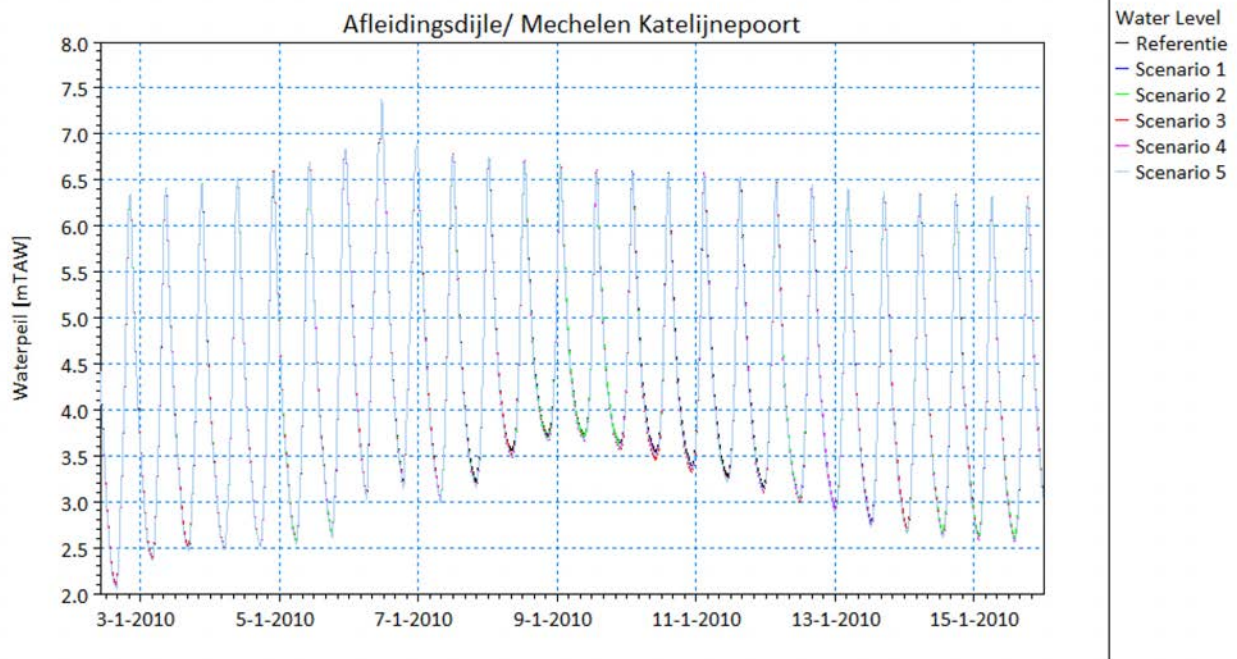
Figuur D 7 - Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen Liersesteenweg - scenarioberekeningen met stuw – T10



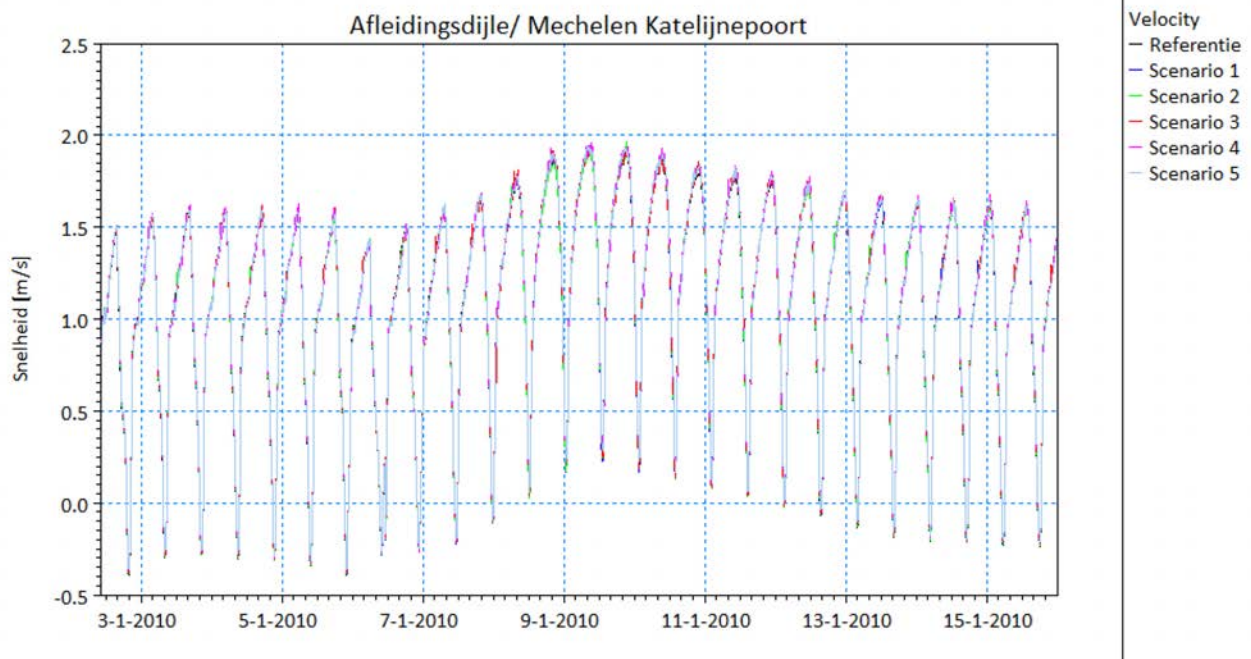
Figuur D 8 - Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen Liersesteenweg - scenarioberekeningen met stuw – T10



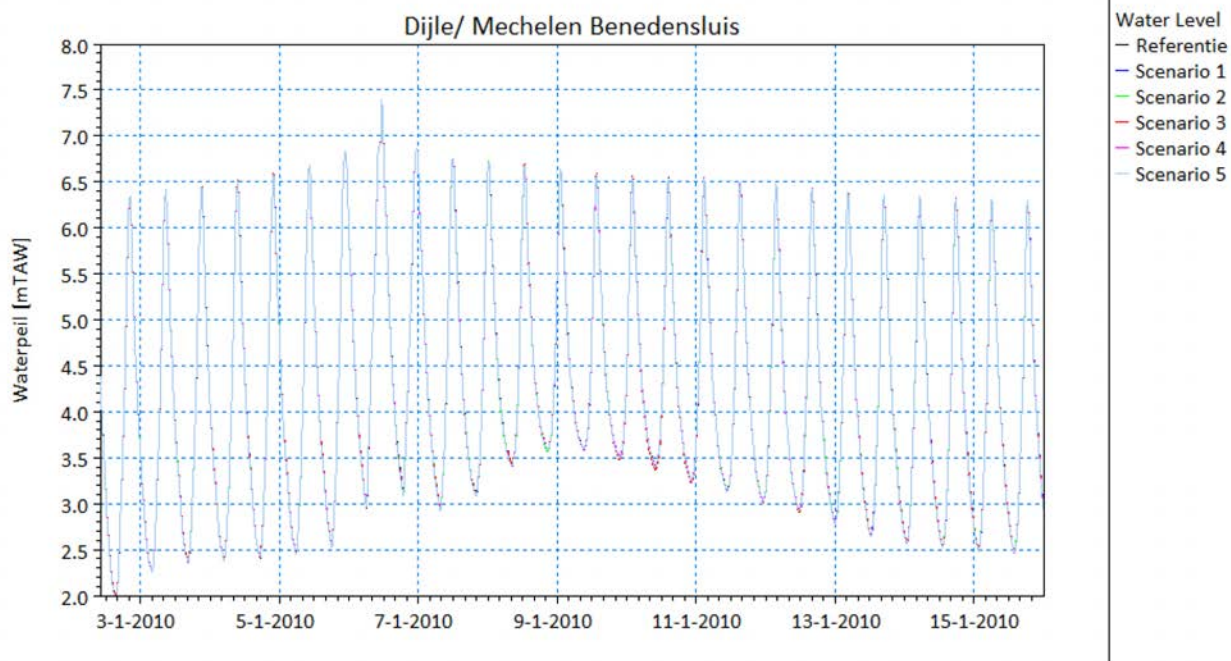
Figuur D 9 - Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen Katelijnepoort- scenarioberekeningen met stuw – T10



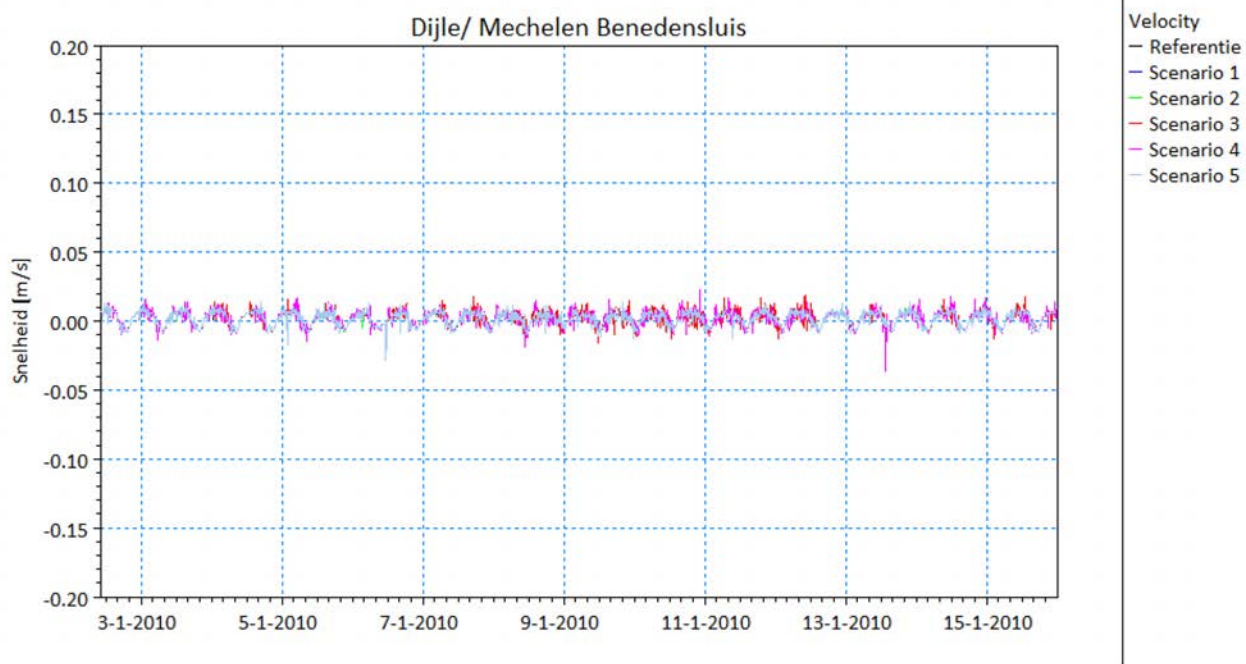
Figuur D 10 - Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen Katelijnepoort- scenarioberekeningen met stuw – T10



Figuur D 11 - Tijdreeksen waterpeilen Dijle/ Mechelen Benedensluis - scenarioberekeningen met stuw – T10

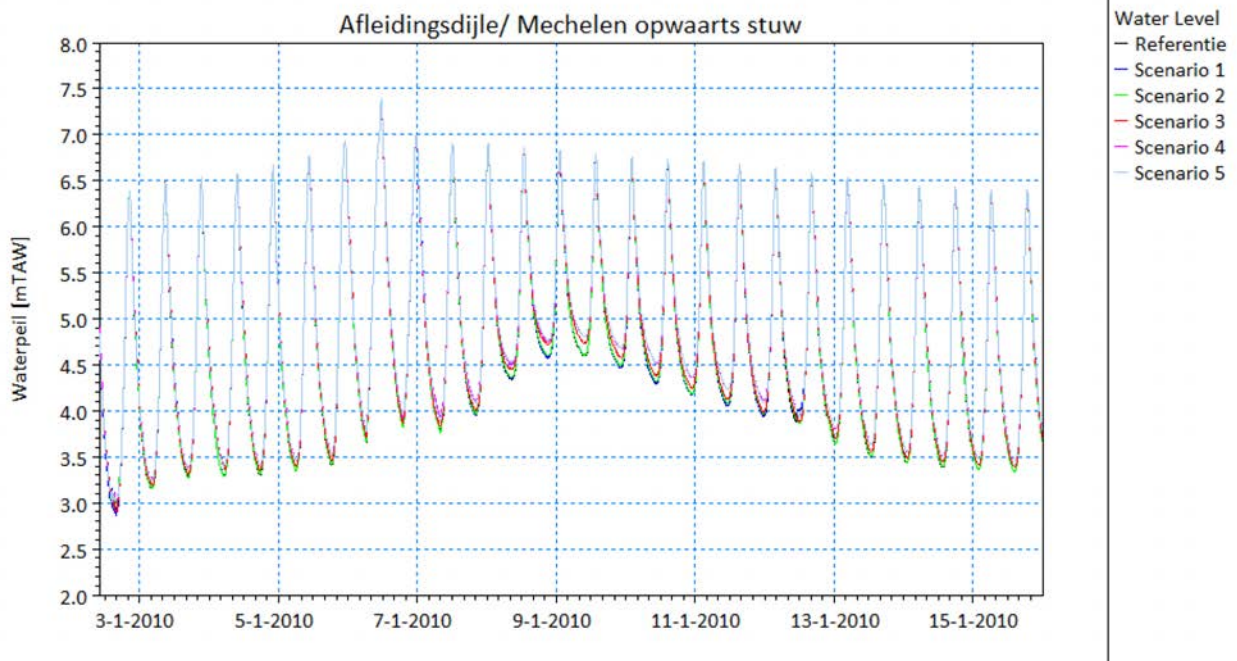


Figuur D 12 - Tijdreeksen snelheden Dijle/ Mechelen Benedensluis - scenarioberekeningen met stuw – T10

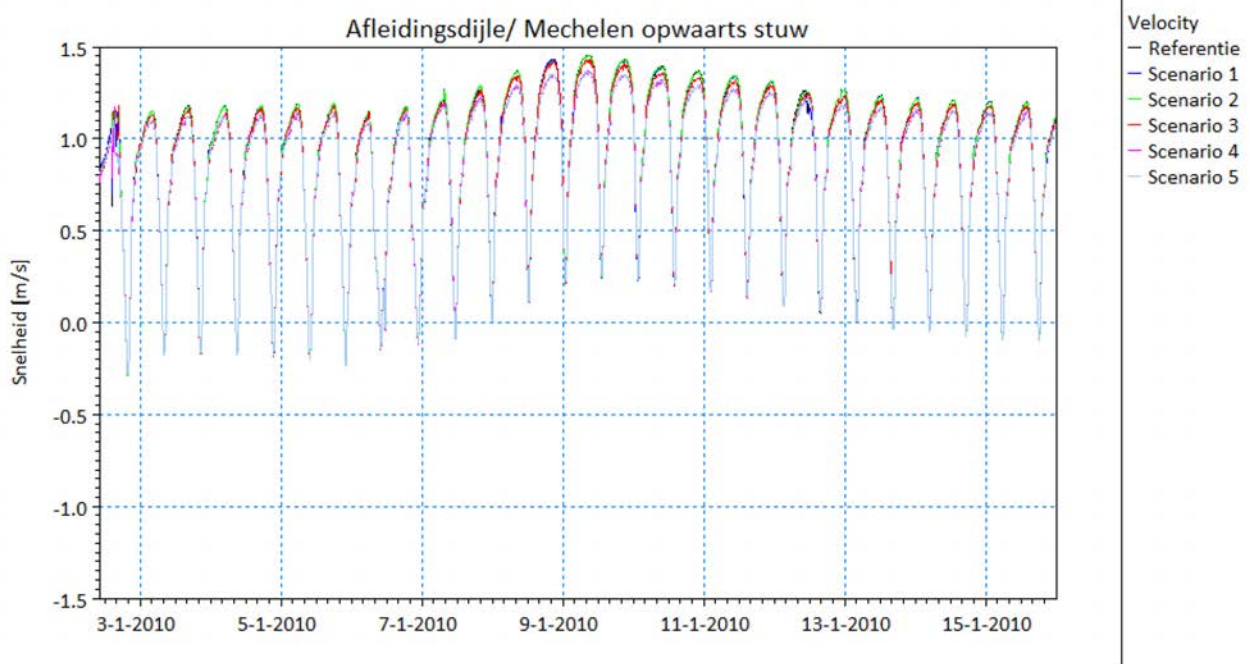


T10 zonder stuw

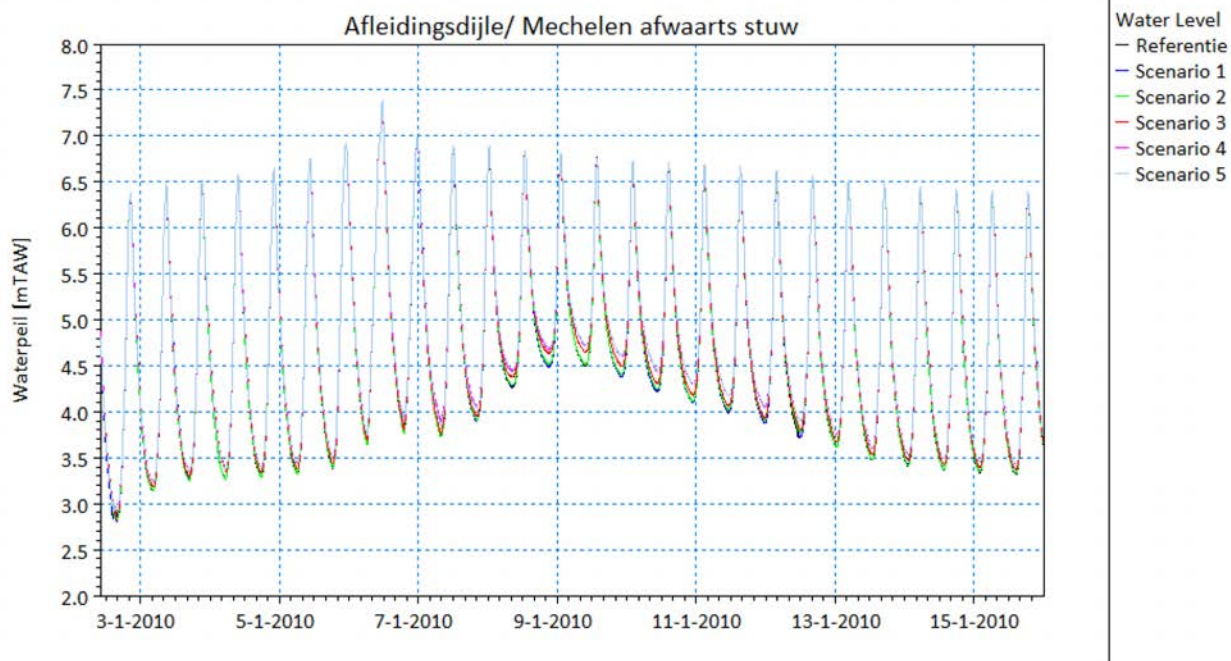
Figuur D 13 - Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen opwaarts stuw - scenarioberekeningen zonder stuw – T10



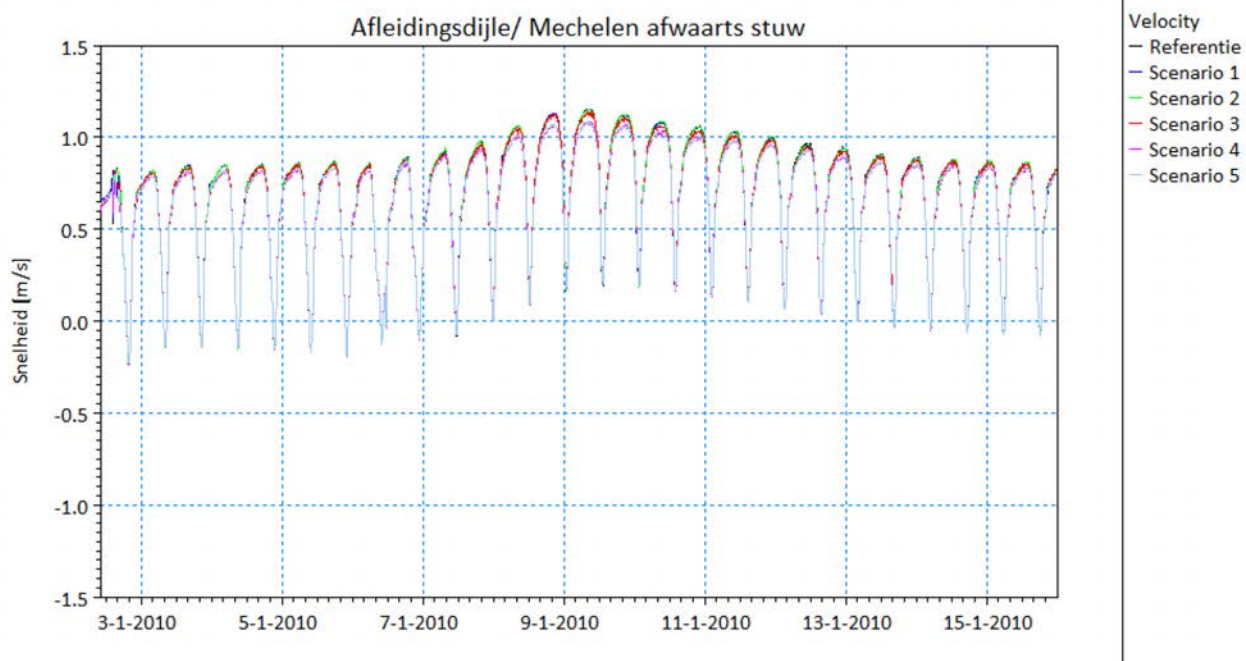
Figuur D 14 - Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen opwaarts stuw - scenarioberekeningen zonder stuw – T10



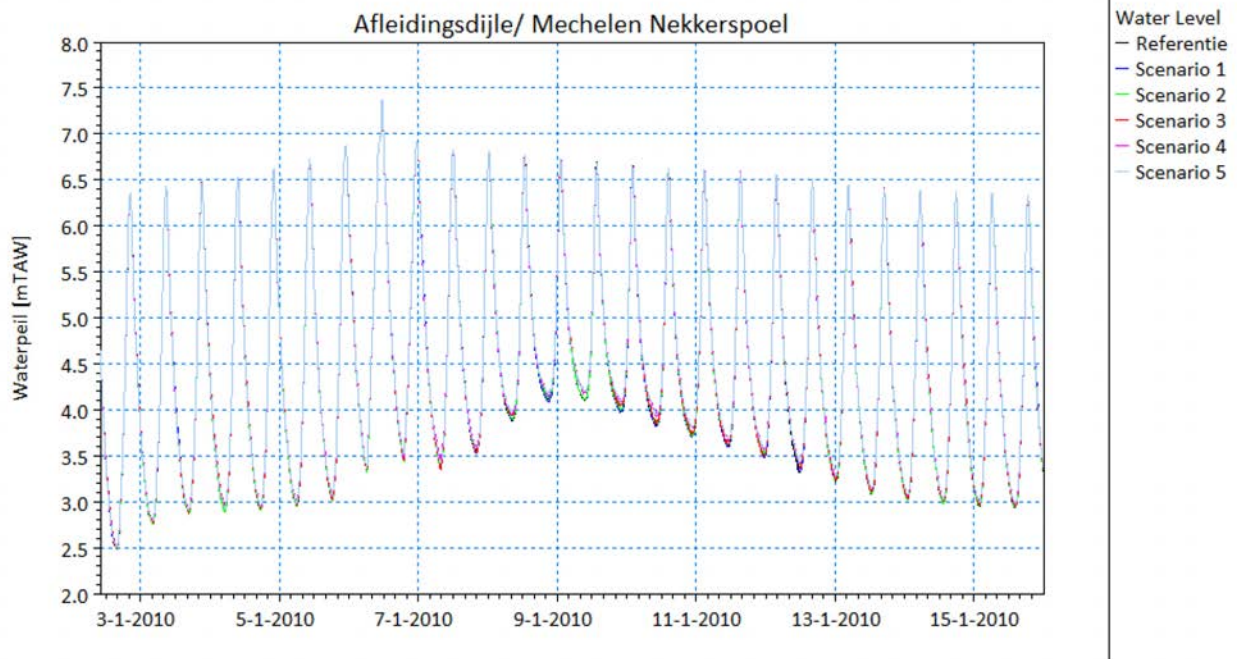
Figuur D 15 - Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen afwaarts stuw - scenarioberekeningen zonder stuw – T10



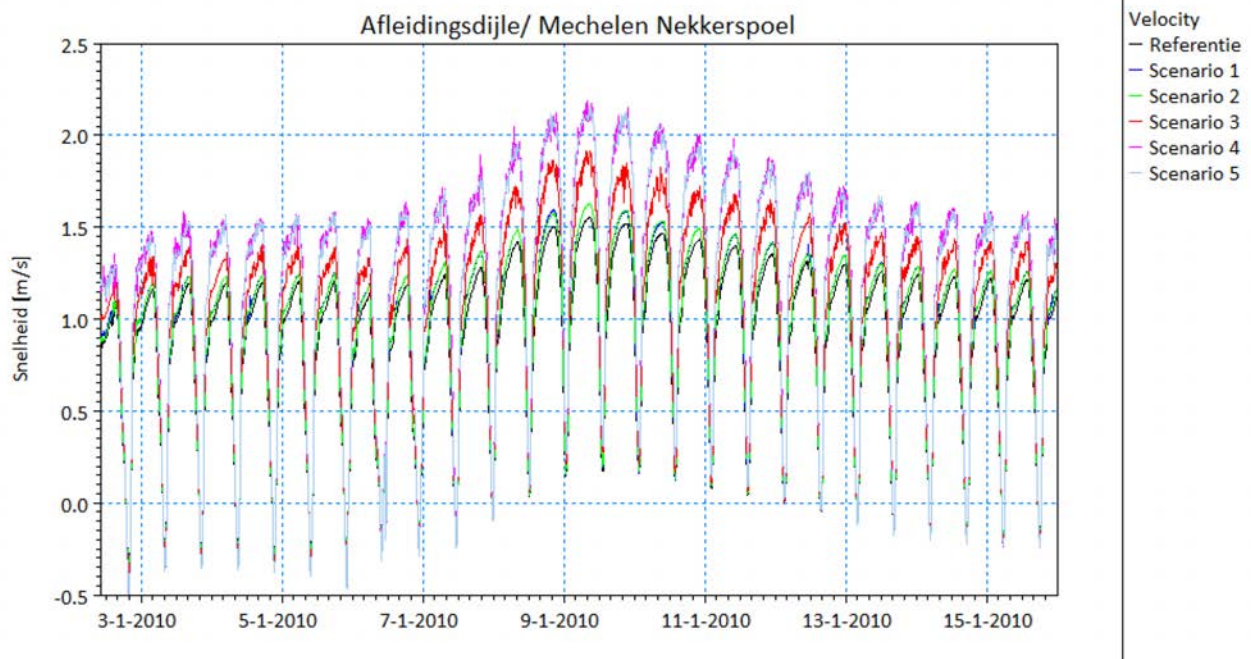
Figuur D 16 - Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen afwaarts stuw - scenarioberekeningen zonder stuw – T10



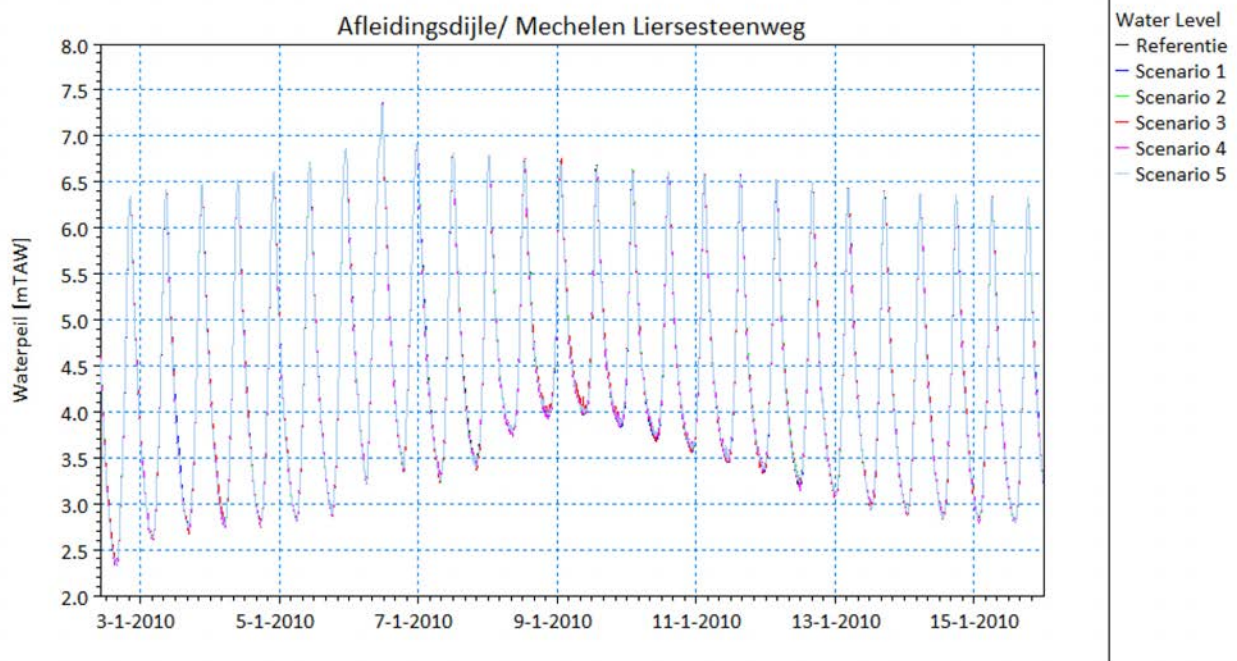
Figuur D 17 - Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen Nekkerspoel - scenarioberekeningen zonder stuw – T10



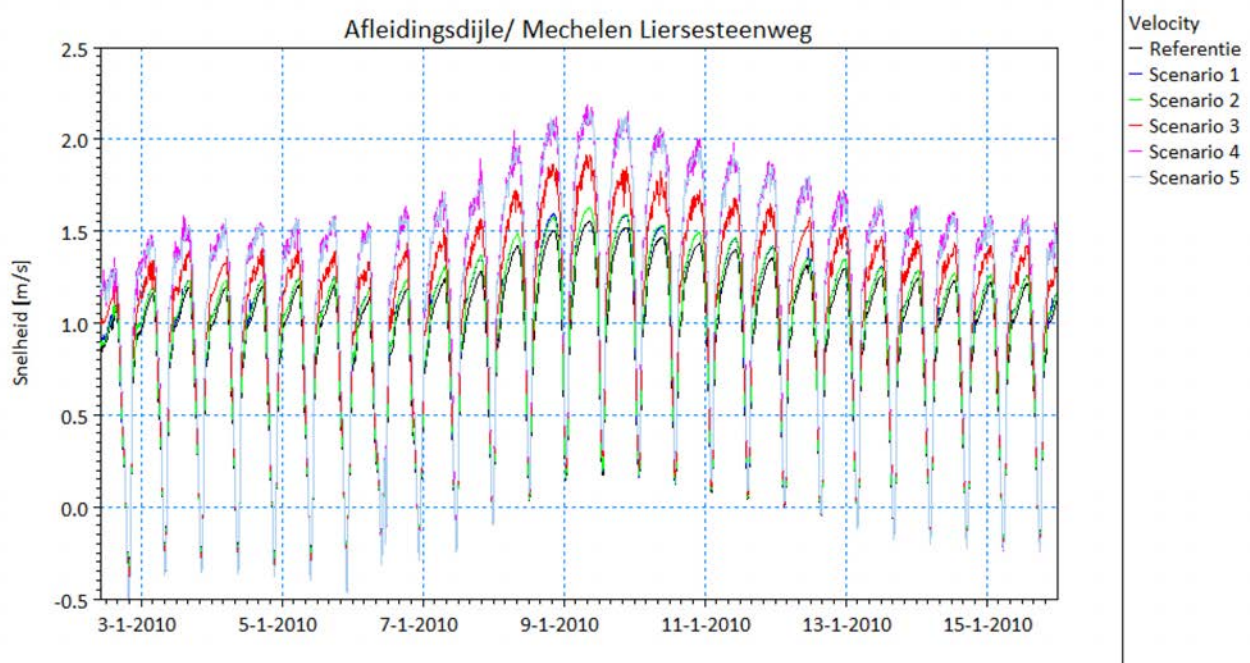
Figuur D 18 - Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen Nekkerspoel - scenarioberekeningen zonder stuw – T10



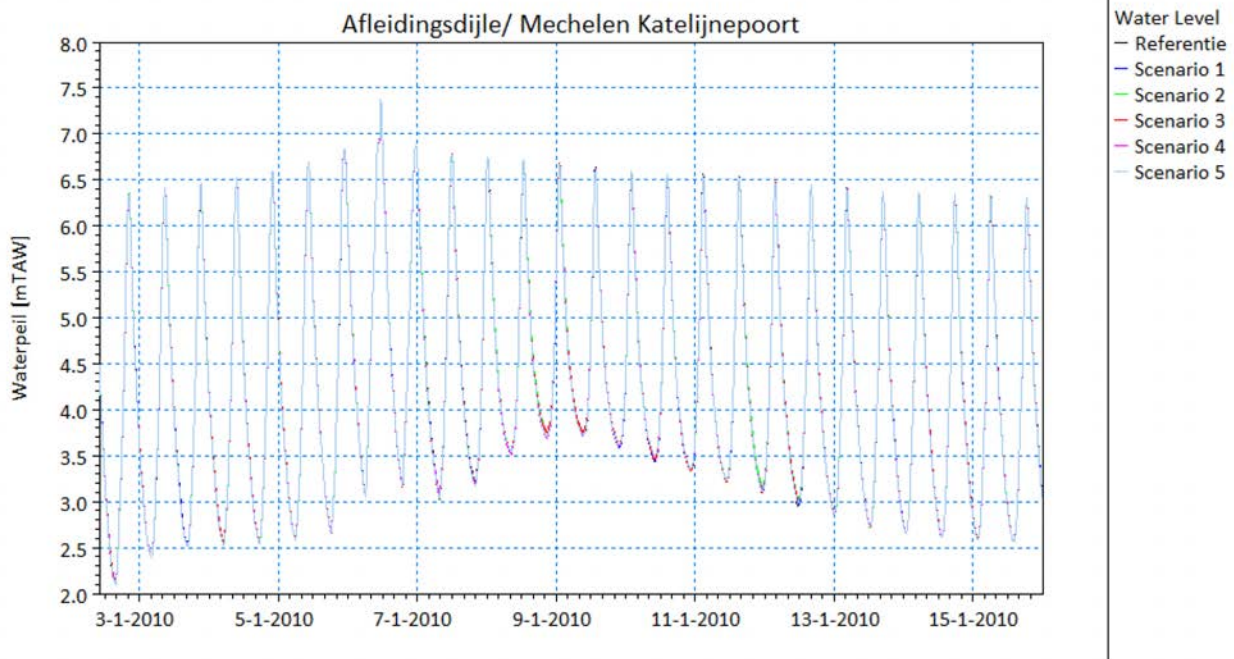
Figuur D 19 - Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen Liersesteenweg - scenarioberekeningen zonder stuw – T10



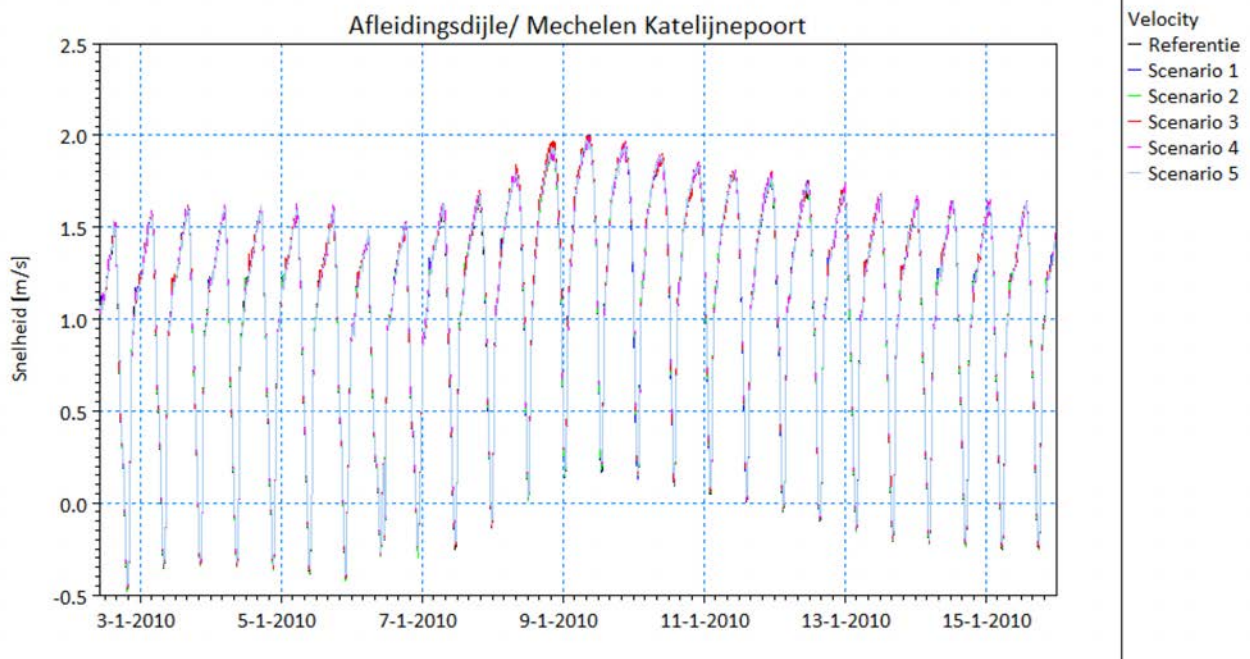
Figuur D 20 - Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen Liersesteenweg - scenarioberekeningen zonder stuw – T10



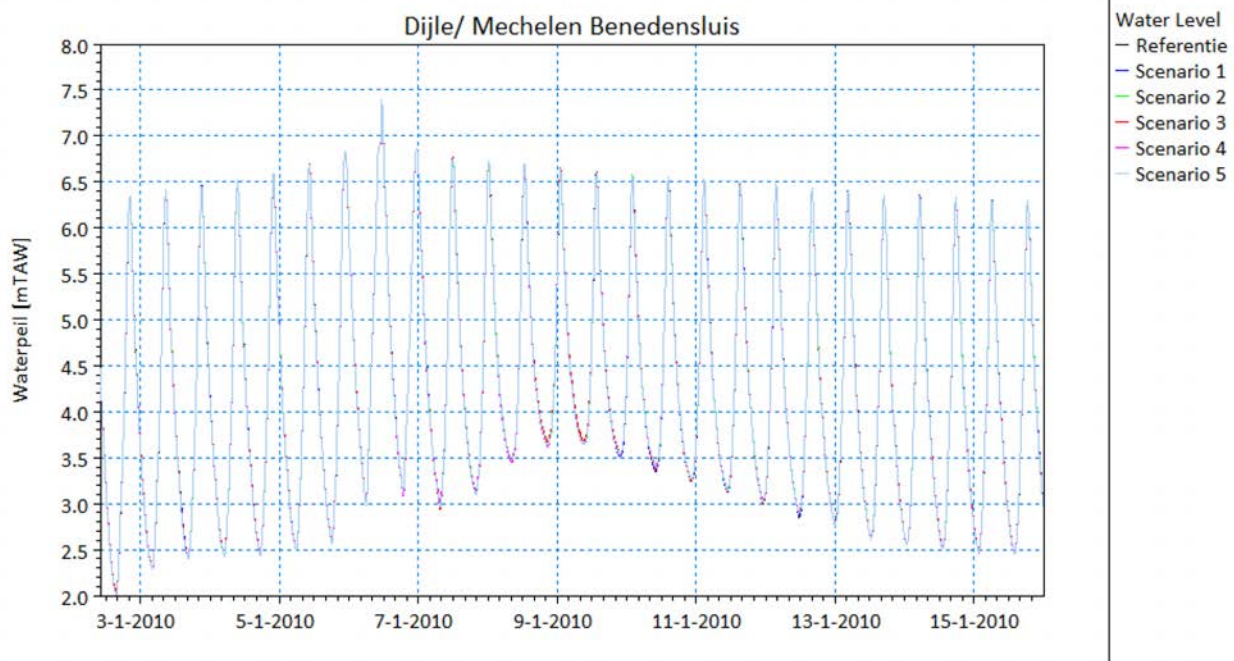
Figuur D 21 - Tijdreeksen waterpeilen Aflleidingsdijle/ Mechelen Katelijnepoort- scenarioberekeningen zonder stuw – T10



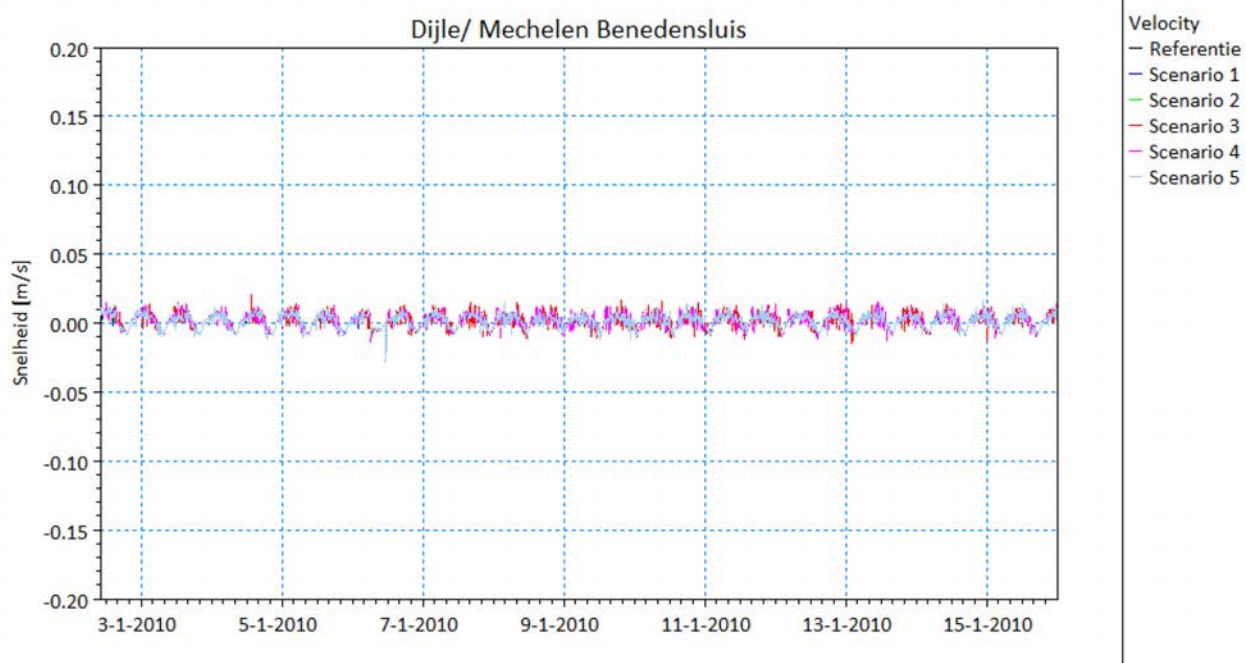
Figuur D 22 - Tijdreeksen snelheden Aflleidingsdijle/ Mechelen Katelijnepoort- scenarioberekeningen zonder stuw – T10



Figuur D 23 - Tijdreeksen waterpeilen Dijle/ Mechelen Benedensluis - scenarioberekeningen zonder stuw – T10

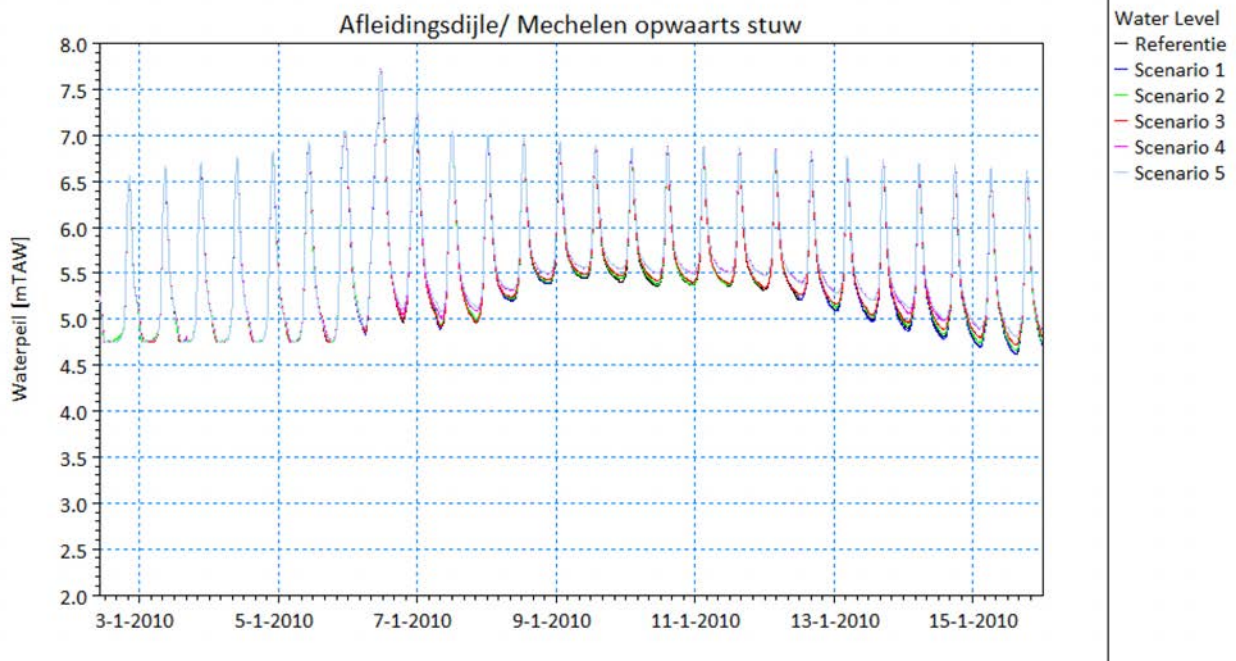


Figuur D 24 - Tijdreeksen snelheden Dijle/ Mechelen Benedensluis - scenarioberekeningen zonder stuw – T10

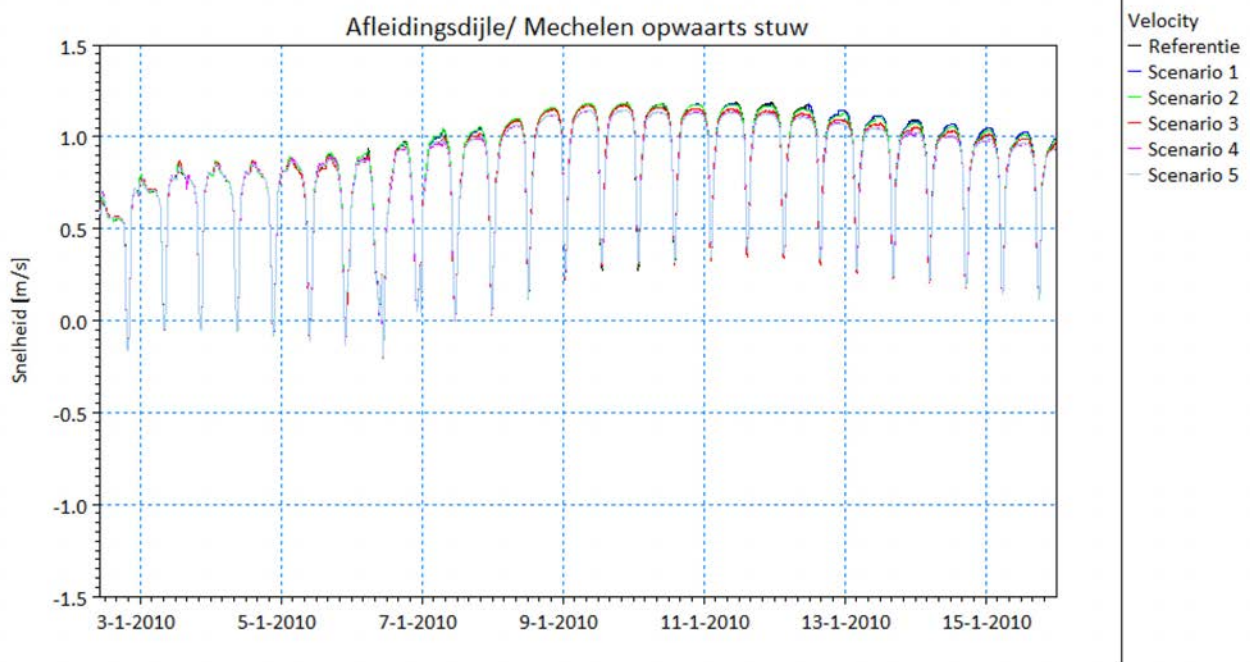


T100 met stuw

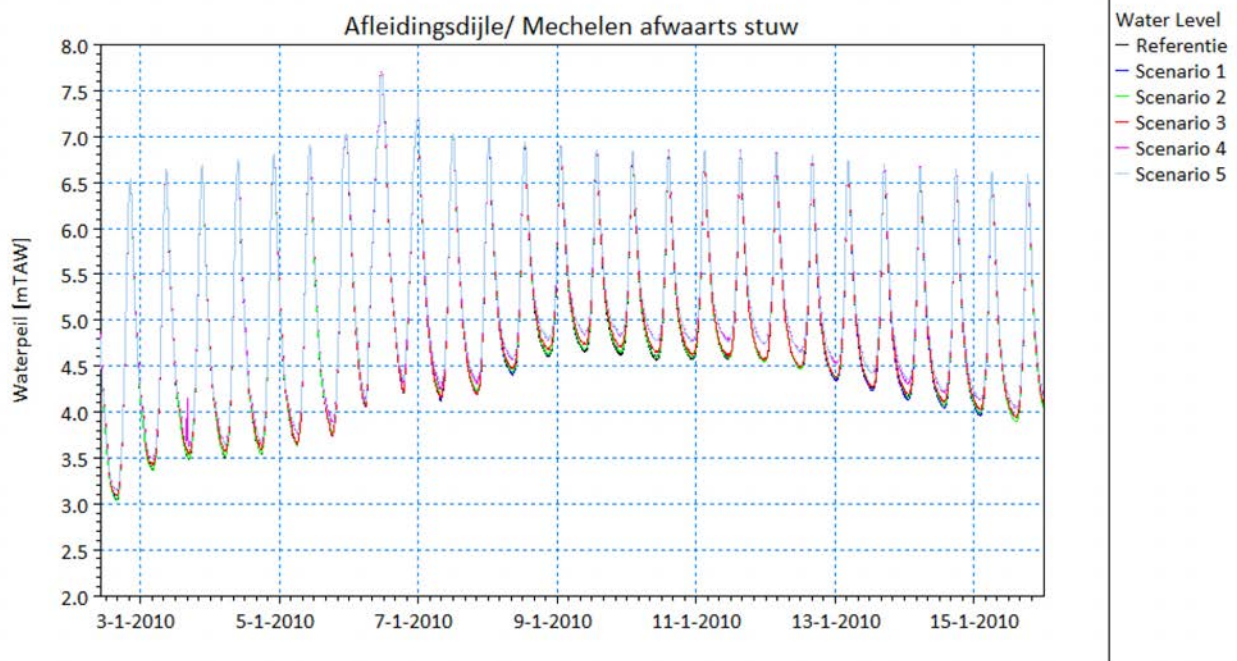
Figuur D 25 - Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen opwaarts stuw - scenarioberekeningen met stuw – T100



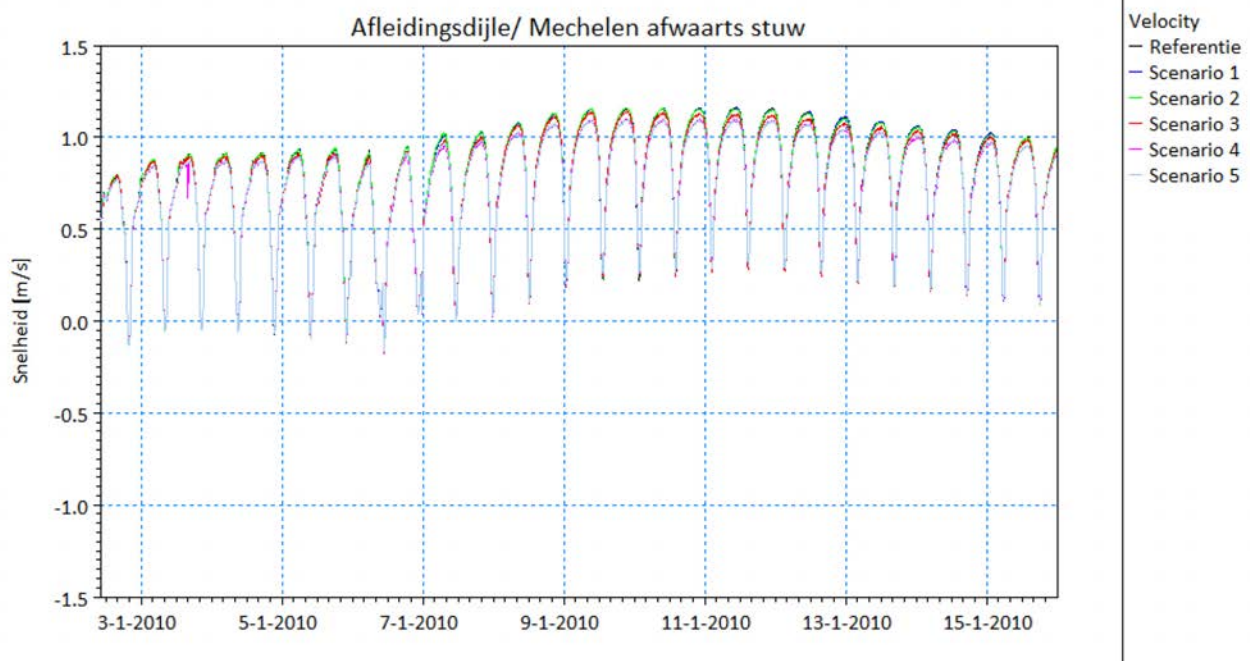
Figuur D 26 - Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen opwaarts stuw - scenarioberekeningen met stuw – T100



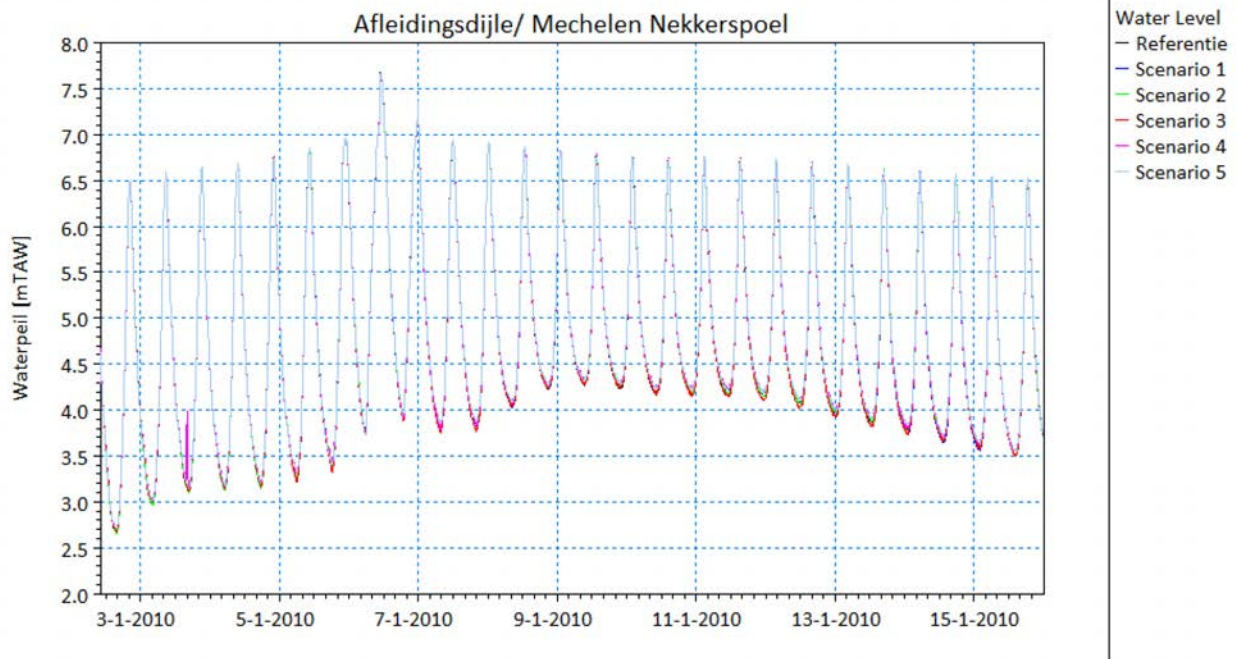
Figuur D 27 - Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen afwaarts stuw - scenarioberekeningen met stuw – T100



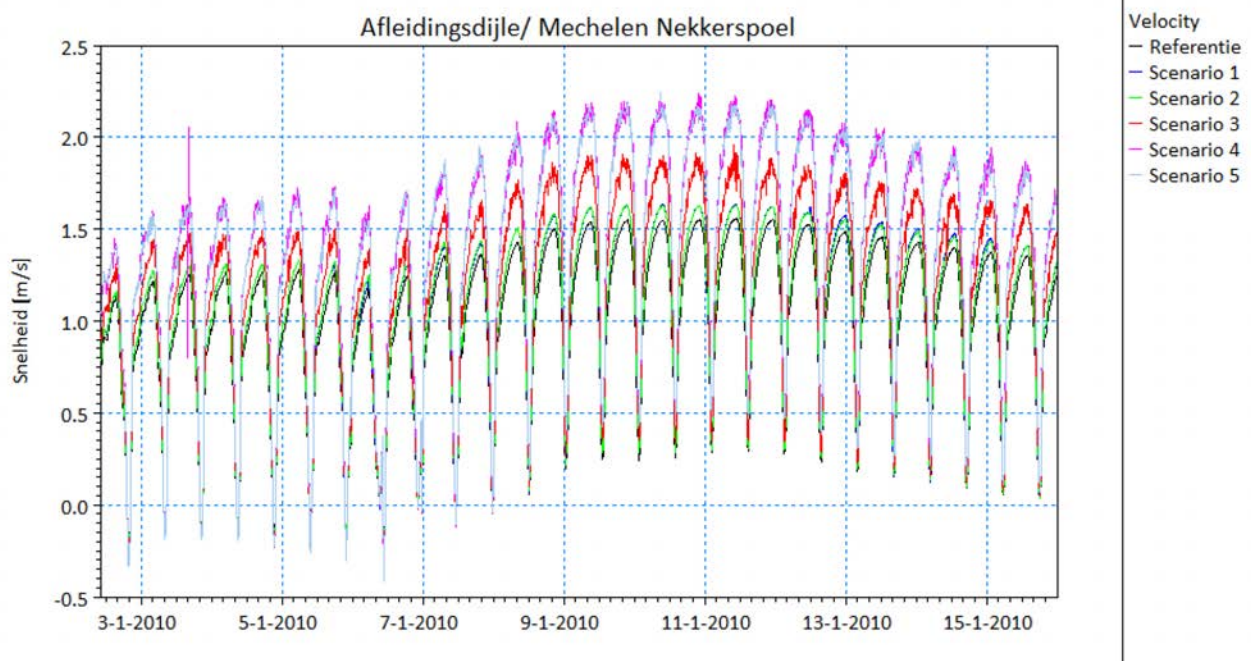
Figuur D 28 - Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen afwaarts stuw - scenarioberekeningen met stuw – T100



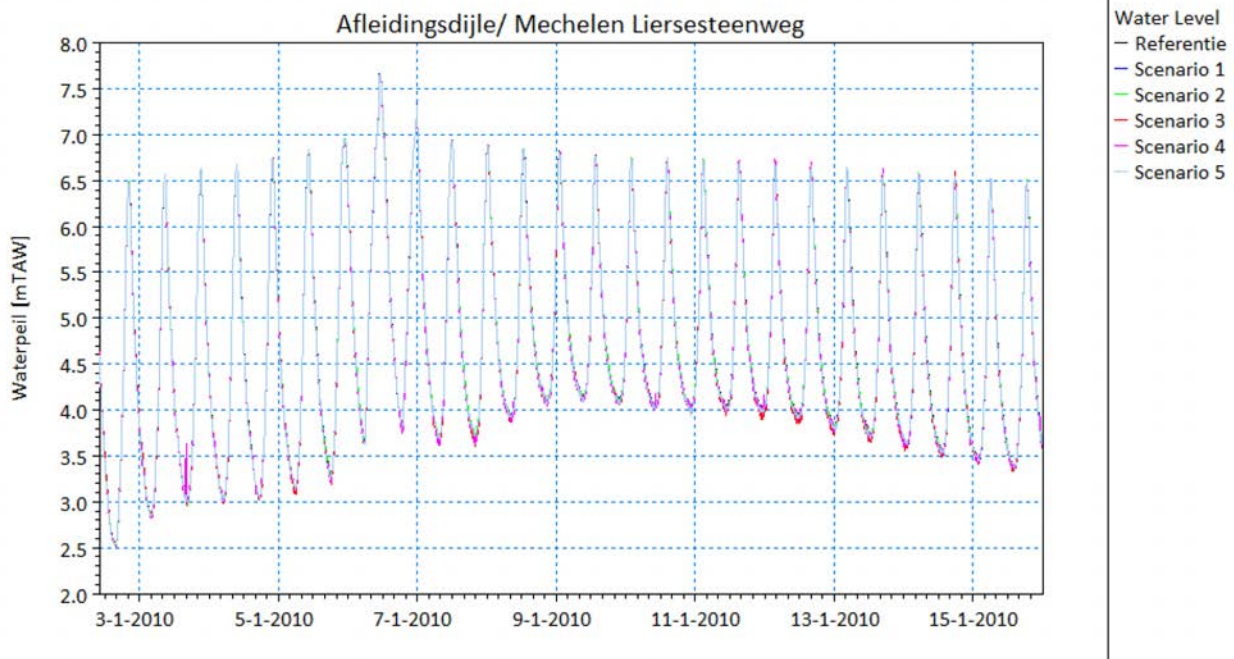
Figuur D 29 - Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen Nekkerspoel - scenarioberekeningen met stuw – T100



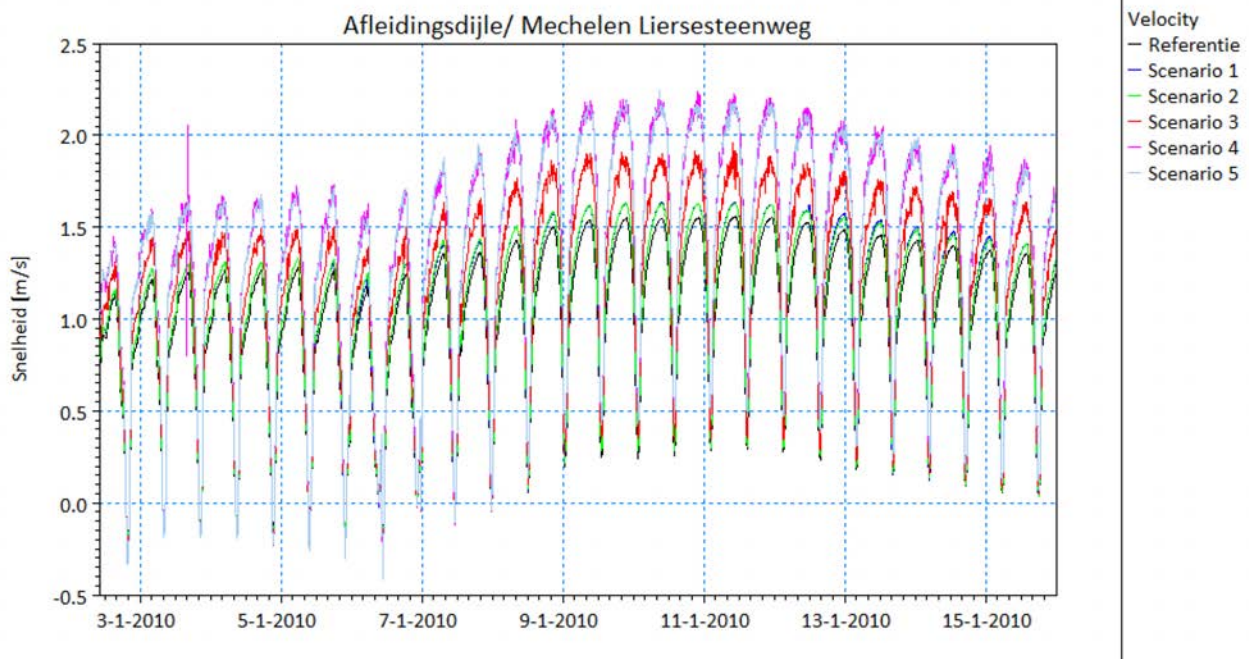
Figuur D 30 - Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen Nekkerspoel - scenarioberekeningen met stuw – T100



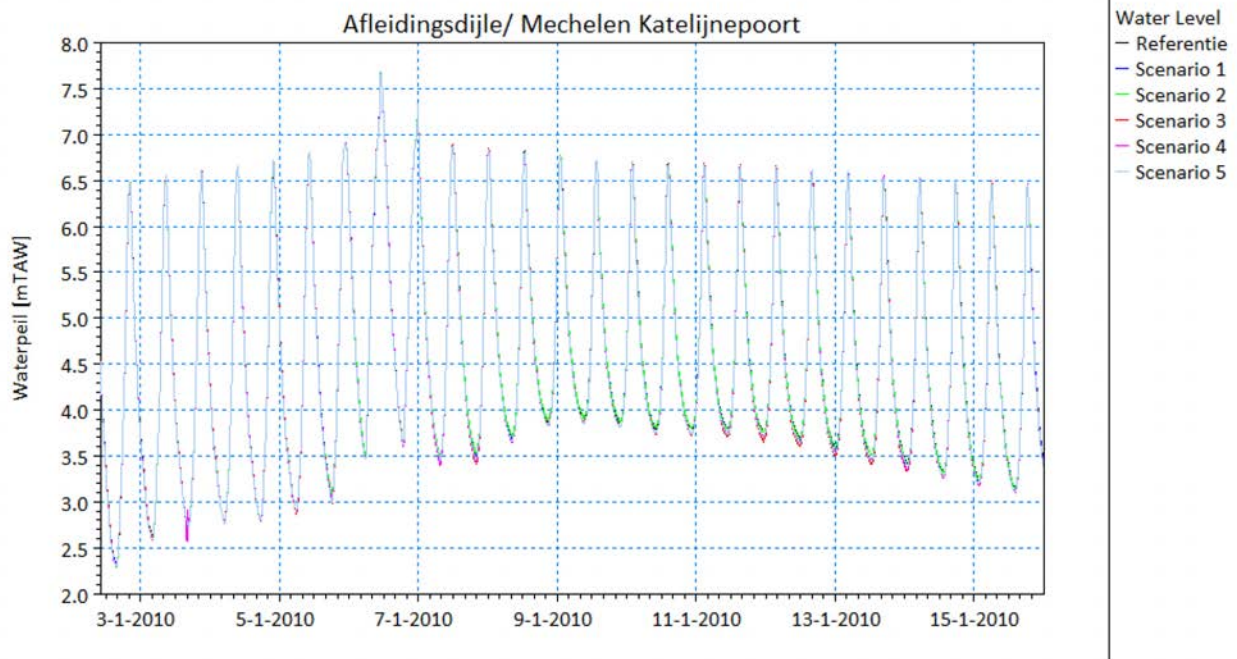
Figuur D 31 - Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen Liersesteenweg - scenarioberekeningen met stuw – T100



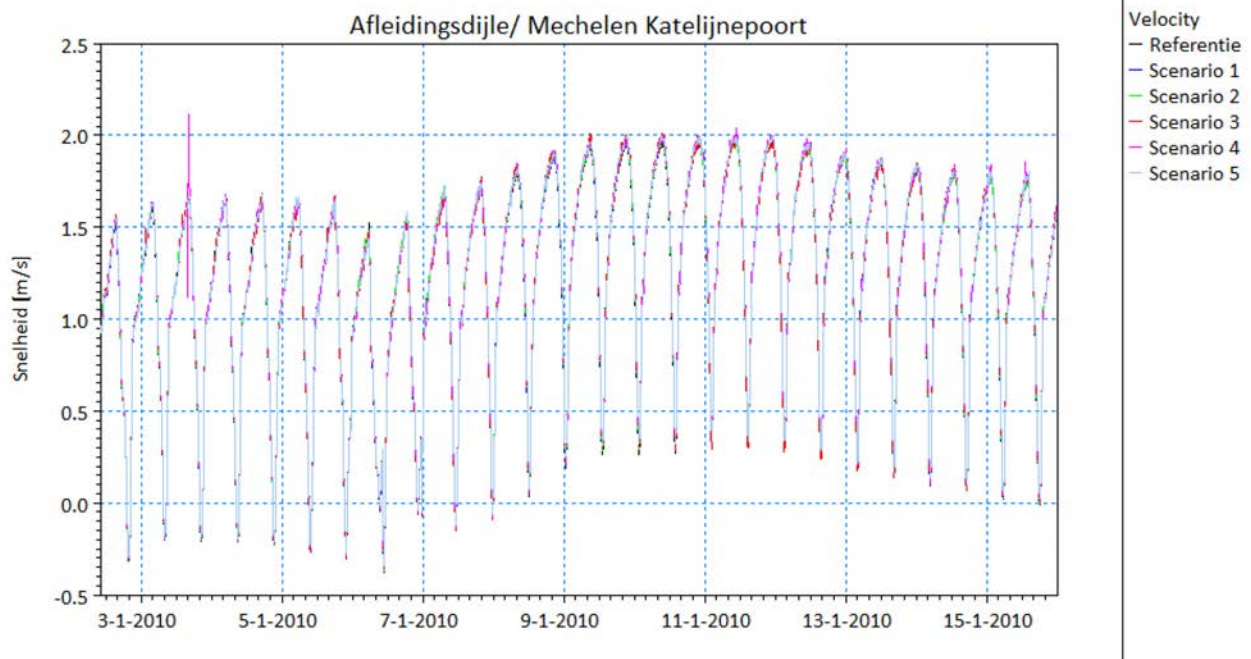
Figuur D 32 - Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen Liersesteenweg - scenarioberekeningen met stuw – T100



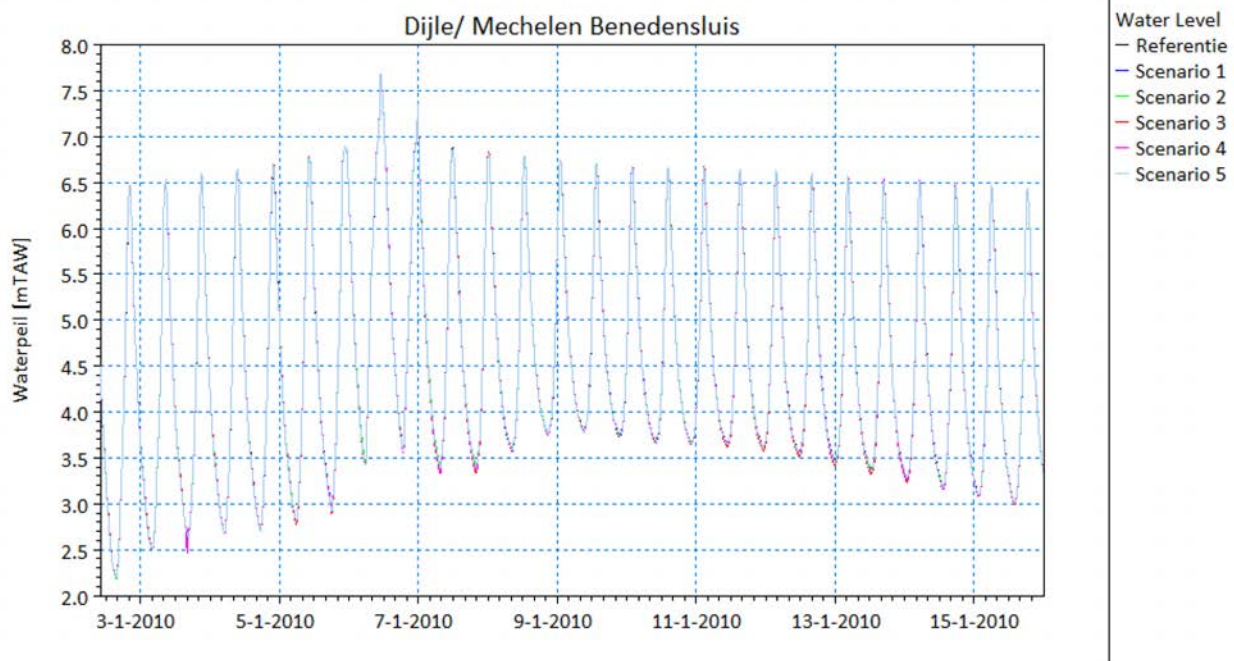
Figuur D 33 - Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen Katelijnepoort- scenarioberekeningen met stuw – T100



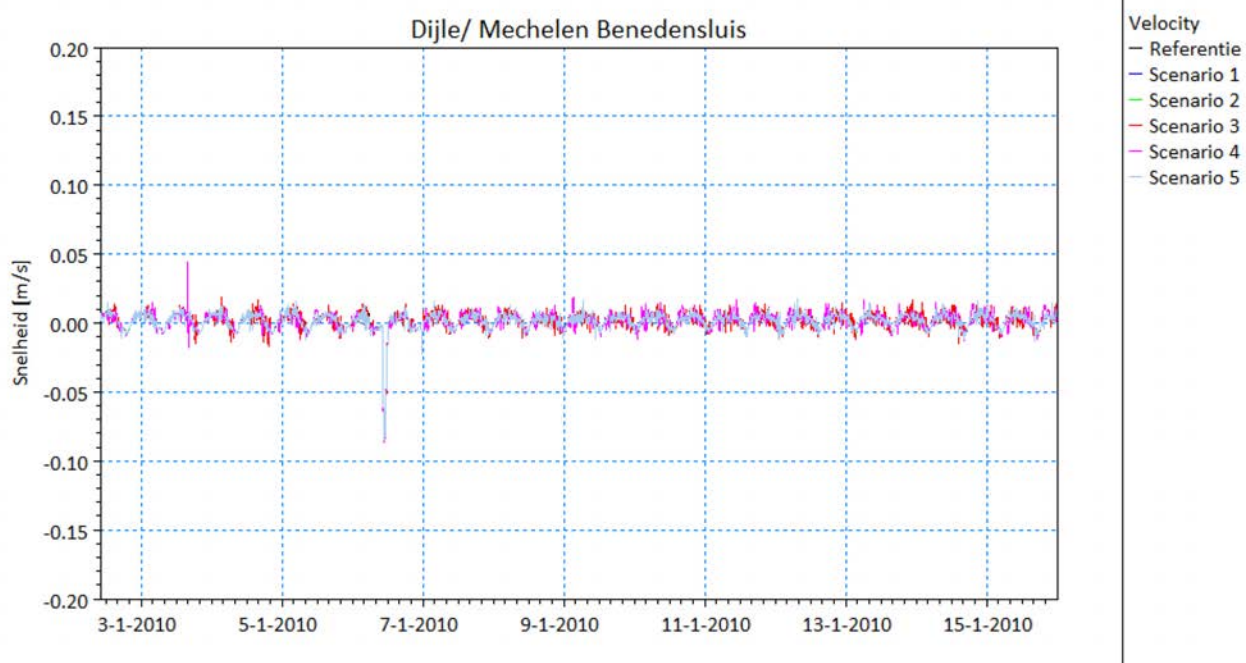
Figuur D 34 - Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen Katelijnepoort- scenarioberekeningen met stuw – T100



Figuur D 35 - Tijdreeksen waterpeilen Dijle/ Mechelen Benedensluis - scenarioberekeningen met stuw – T100

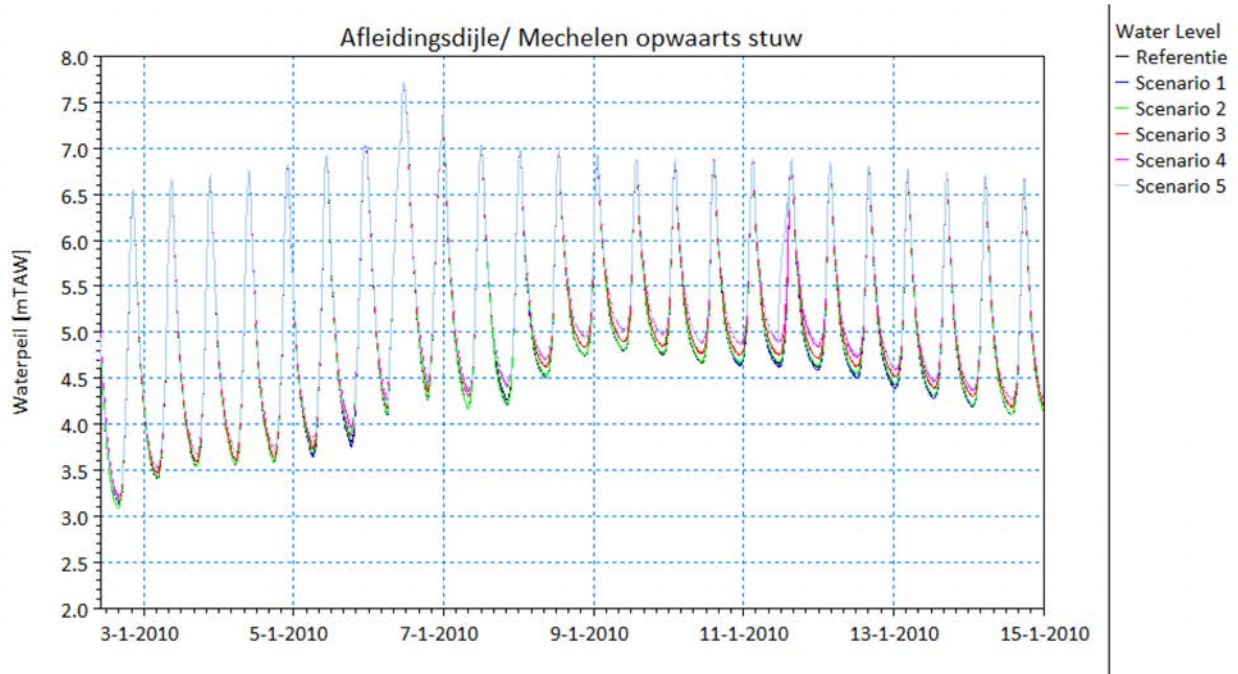


Figuur D 36 - Tijdreeksen snelheden Dijle/ Mechelen Benedensluis - scenarioberekeningen met stuw – T100

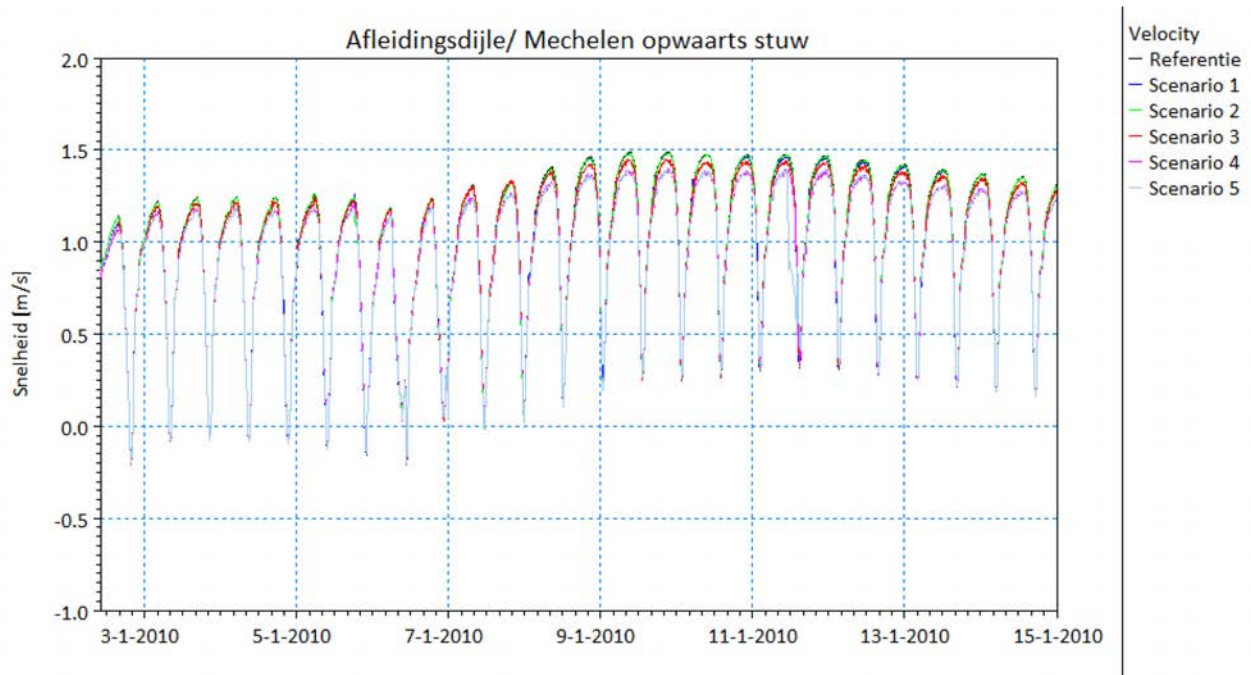


T100 zonder stuw

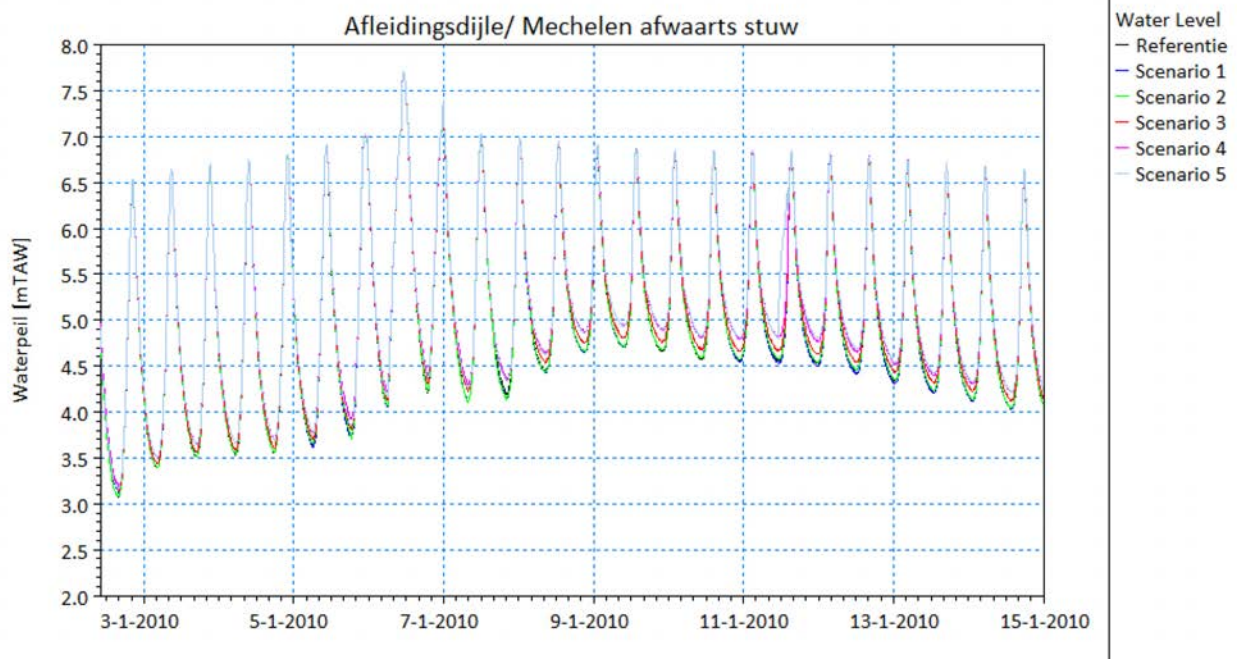
Figuur D 37 - Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen opwaarts stuw - scenarioberekeningen zonder stuw – T100



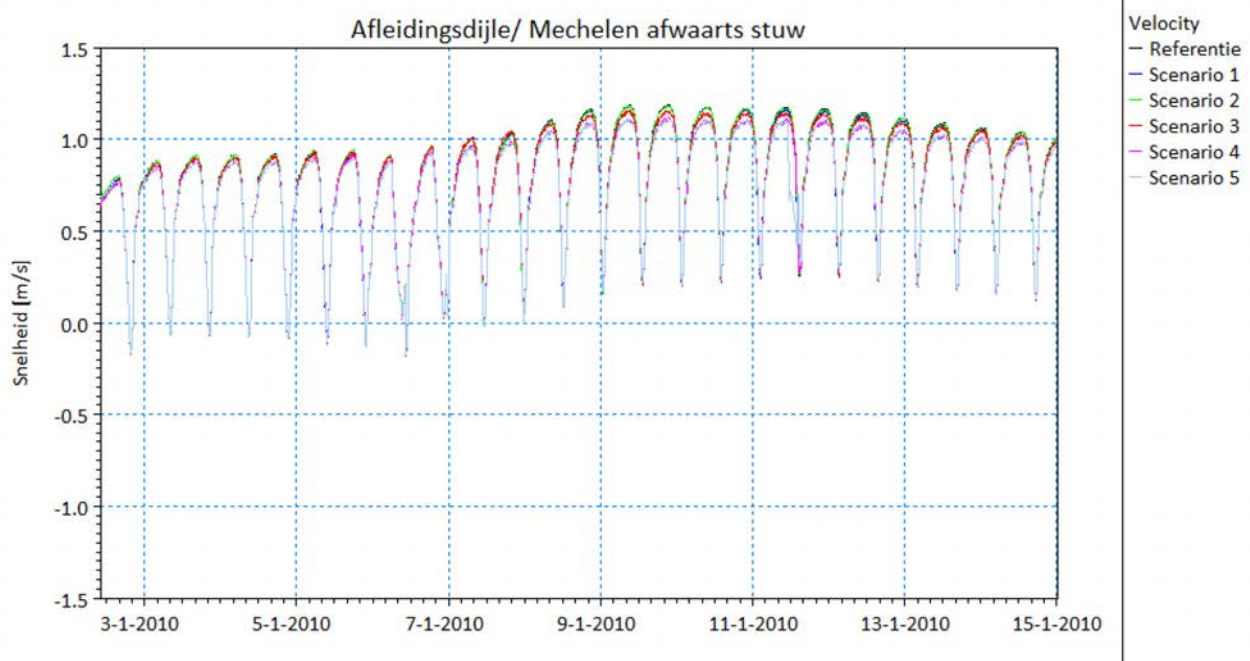
Figuur D 38 - Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen opwaarts stuw - scenarioberekeningen zonder stuw – T100



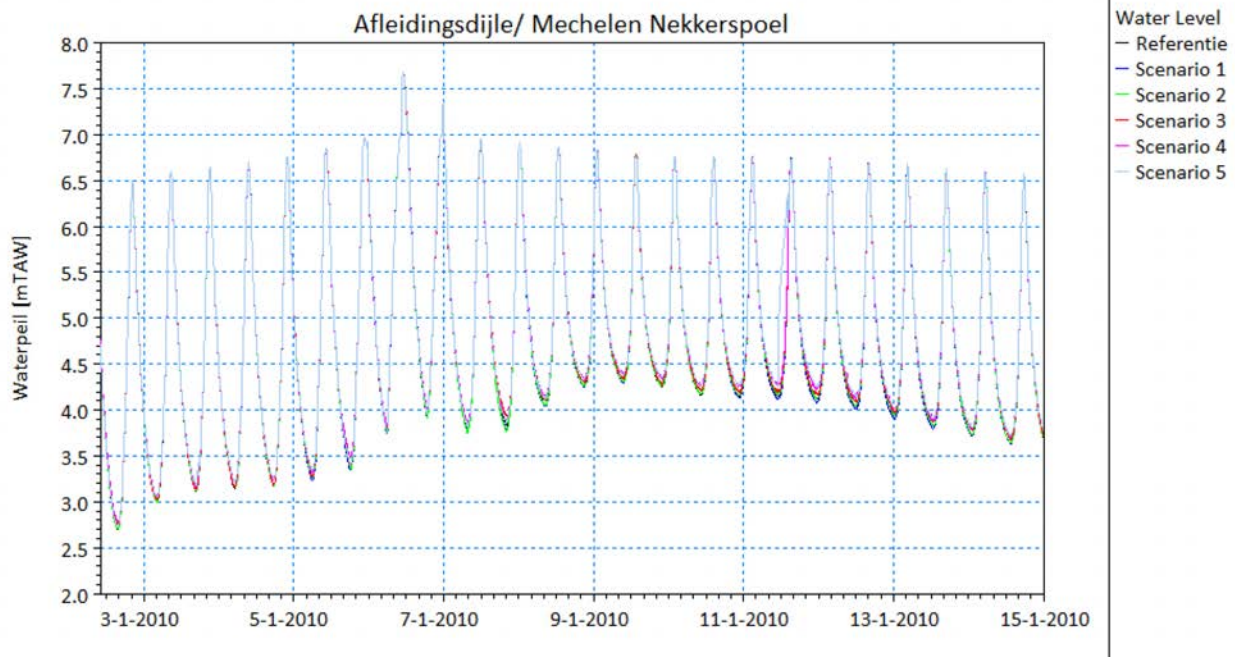
Figuur D 39 - Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen afwaarts stuw - scenarioberekeningen zonder stuw – T100



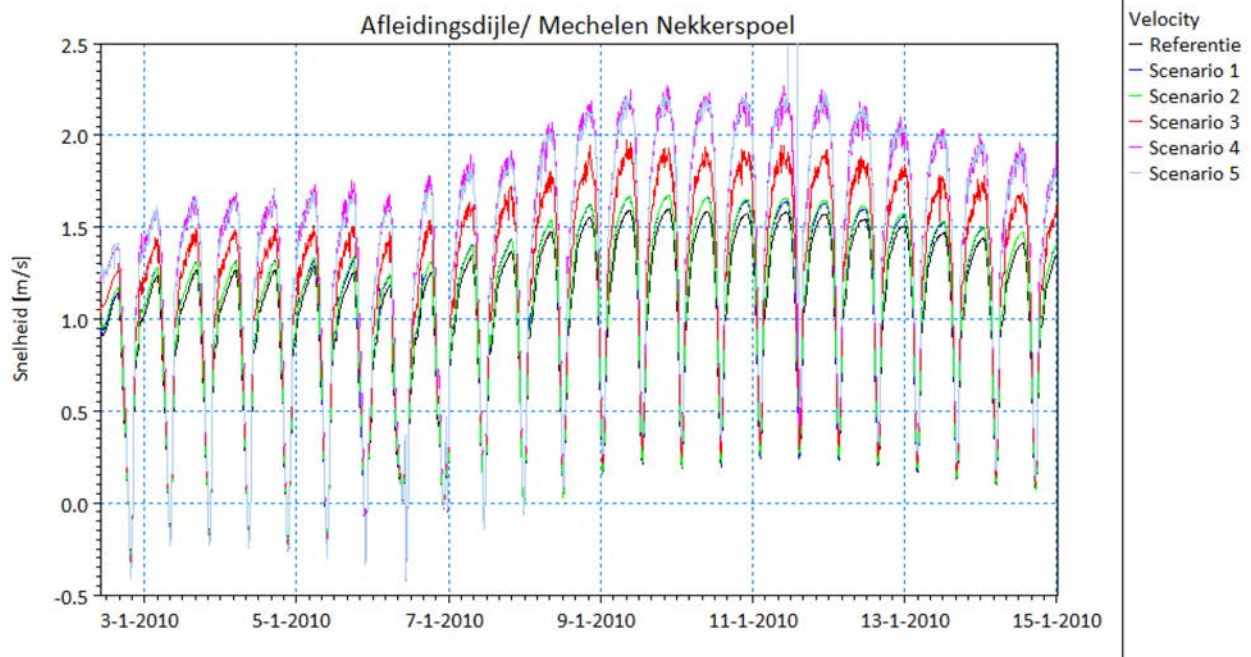
Figuur D 40 - Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen afwaarts stuw - scenarioberekeningen zonder stuw – T100



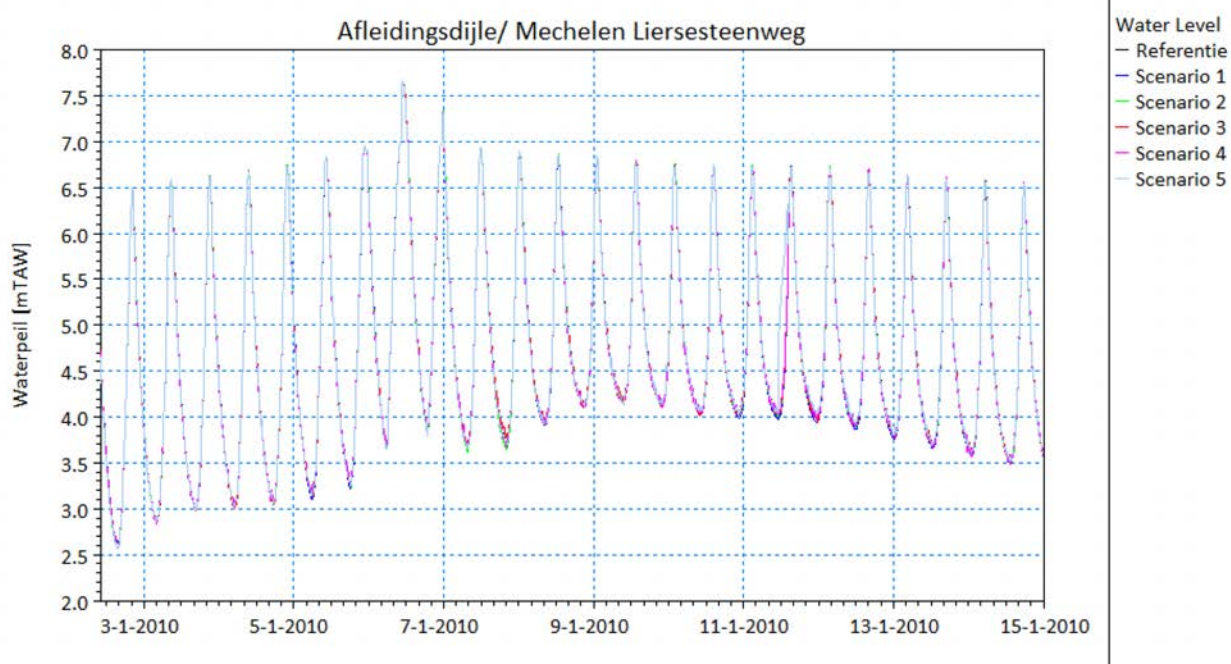
Figuur D 41 - Tijdreeksen waterpeilen Aflleidingsdijle/ Mechelen Nekkerspoel - scenarioberekeningen zonder stuw – T100



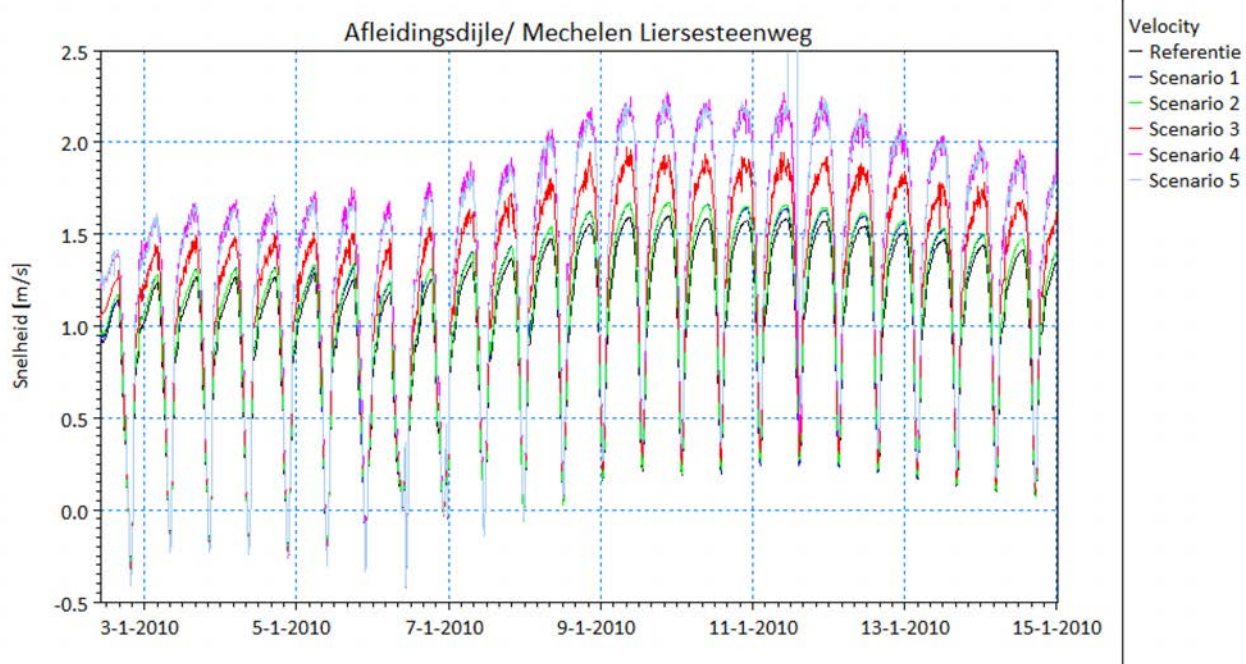
Figuur D 42 - Tijdreeksen snelheden Aflleidingsdijle/ Mechelen Nekkerspoel - scenarioberekeningen zonder stuw – T100



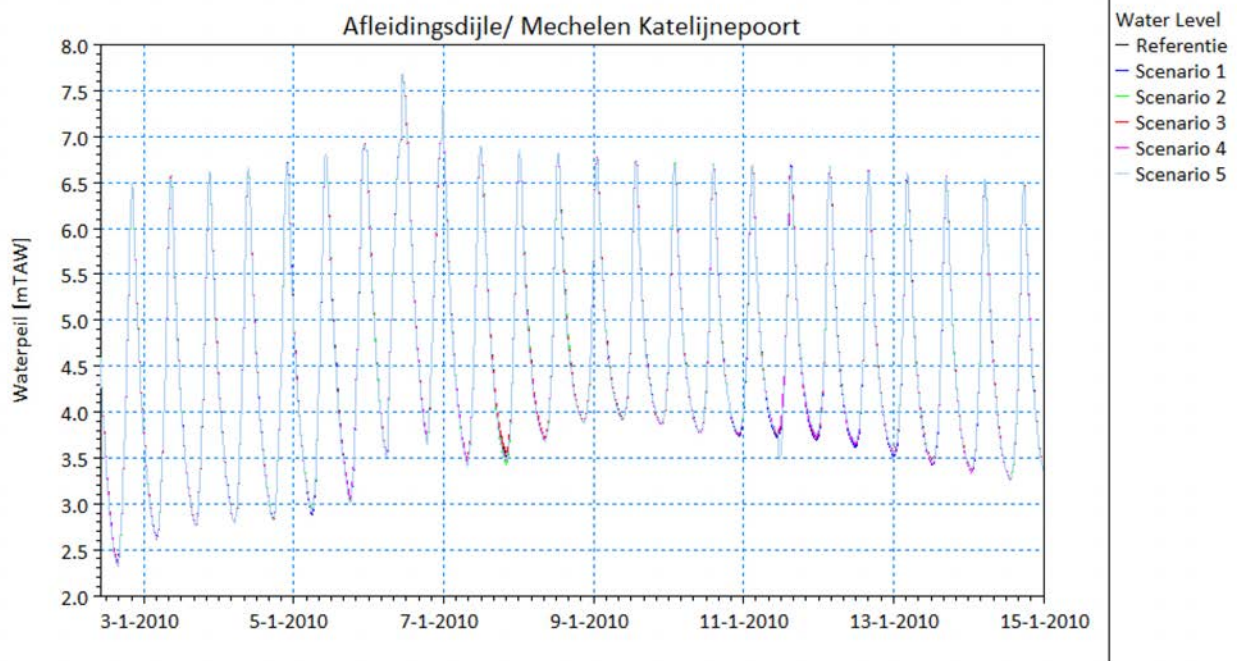
Figuur D 43 - Tijdreeksen waterpeilen Afleidingsdijle/ Mechelen Liersesteenweg - scenarioberekeningen zonder stuw – T100



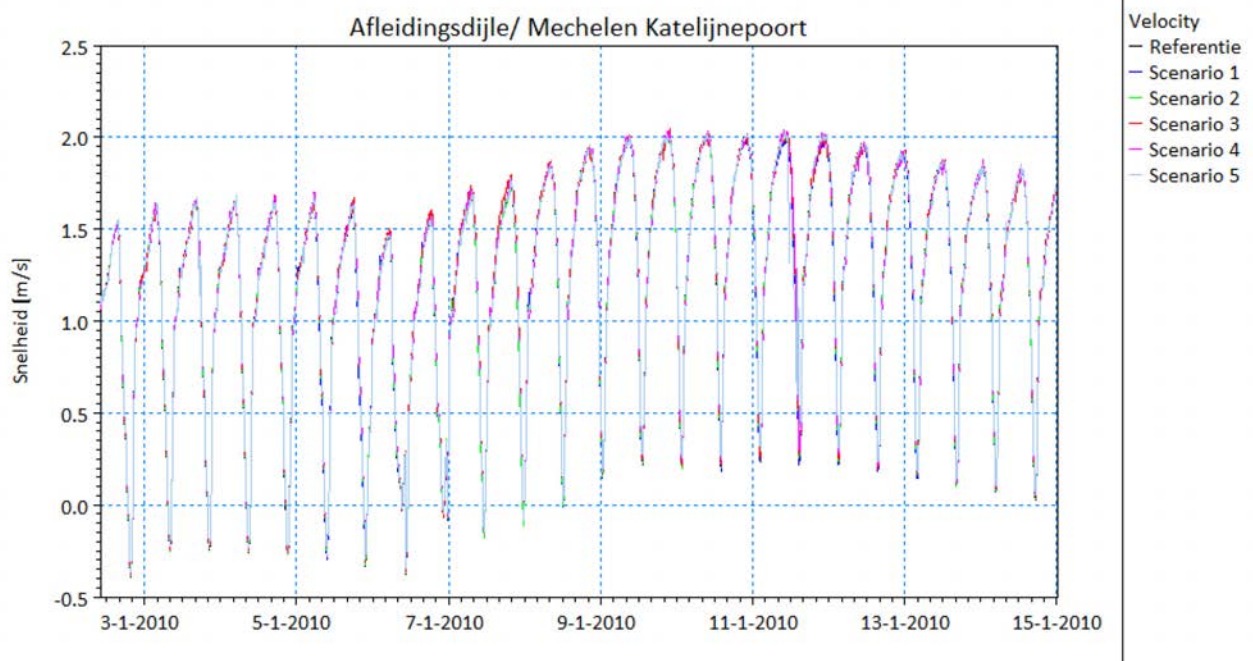
Figuur D 44 - Tijdreeksen snelheden Afleidingsdijle/ Mechelen Liersesteenweg - scenarioberekeningen zonder stuw – T100



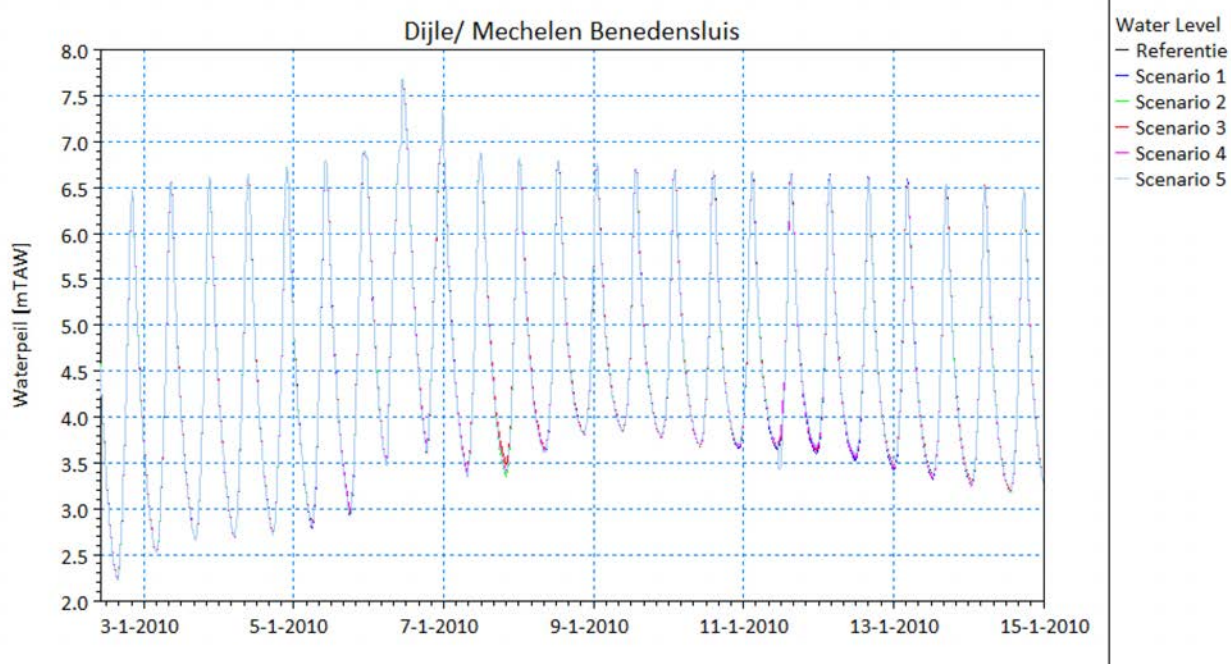
Figuur D 45 - Tijdreeksen waterpeilen Aflleidingsdijle/ Mechelen Katelijnepoort- scenarioberekeningen zonder stuw – T100



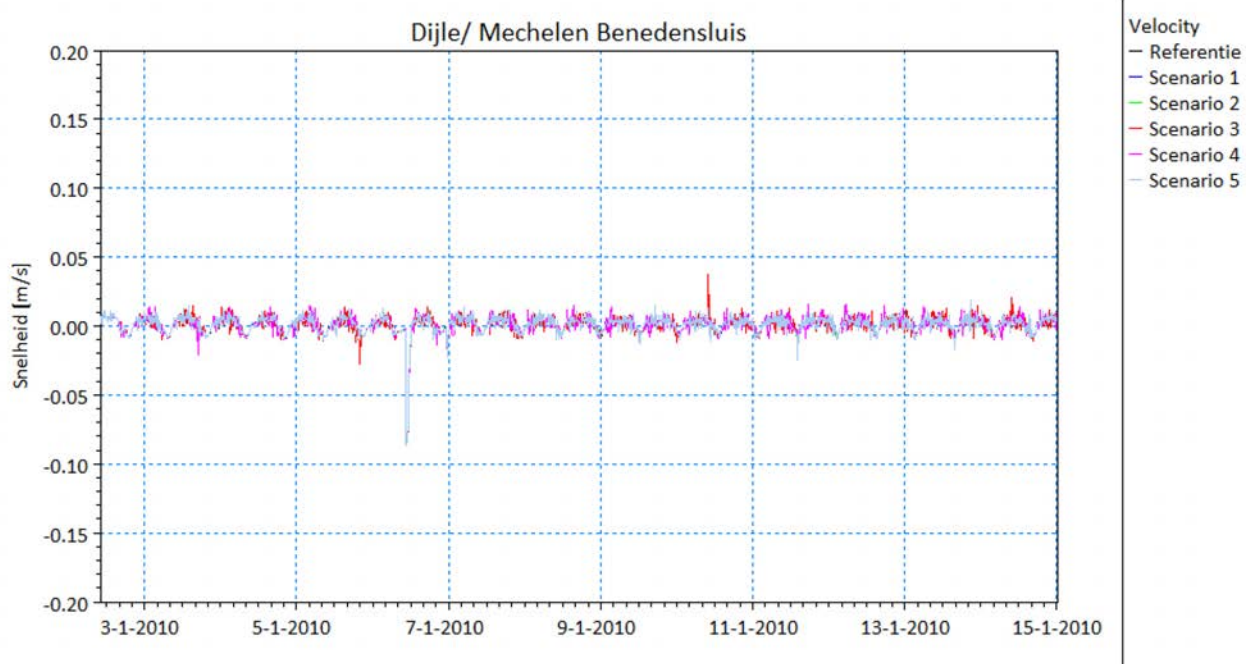
Figuur D 46 - Tijdreeksen snelheden Aflleidingsdijle/ Mechelen Katelijnepoort- scenarioberekeningen zonder stuw – T100



Figuur D 47 - Tijdreeksen waterpeilen Dijle/ Mechelen Benedensluis - scenarioberekeningen zonder stuw – T100



Figuur D 48 - Tijdreeksen snelheden Dijle/ Mechelen Benedensluis - scenarioberekeningen zonder stuw – T100



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